

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AVENIDA METROPOLITANA  
COMPRENDIDA DESDE EL ÓVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS,  
PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD**

---

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES**

**AUTORES:** BR. BUCHELLI VÁSQUEZ, STEFANY MAYTHE  
BR. TERÁN CHÁVEZ, DAVID ALEJANDRO

**ASESOR:** ING. BURGOS SARMIENTO, TITO ALFREDO

**TRUJILLO - PERÚ**  
**2019**

**“PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AVENIDA METROPOLITANA  
COMPRENDIDA DESDE EL ÓVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS,  
PROVINCIA DE TRUJILLO, LA LIBERTAD”**

**AUTORES:**

BR. BUCHELLI VÁSQUEZ STEFANY MAYTHE

BR. TERÁN CHÁVEZ DAVID ALEJANDRO

**JURADOS CALIFICADORES:**

---

Ing. Gilberto Anaximandro Velásquez Díaz

PRESIDENTE

N° CIP: 29040

---

Ing. Juan Paul Edward Henríquez Ulloa

SECRETARIO

N° CIP: 118101

---

Ing. Juan Pablo García Rivera

VOCAL

N° CIP: 68614

---

Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento

ASESOR

N° CIP: 82596

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis:

A Dios, por acompañarme siempre en este difícil camino y brindarme su apoyo en cada paso que doy en la vida.

A mis padres Nahum Terán y María Chávez, por guiarme y forjarme como la persona que soy hoy en día, por su calidad de padres, por su sacrificio y esfuerzo depositado en mí, por su plena confianza en tener éxito en la vida, por los valores transmitidos a mi persona y por su motivación y perseverancia en los buenos y malos momentos.

A mi hermano Moisés y a mi familia en general, por estar pendientes en todo momento de mi vida personal y académica.

**David Alejandro Terán Chávez**

Dedico esta tesis:

A Dios por guiarme en cada etapa de mi vida, por la fortaleza que me brinda y su bendición en mi familia.

A mis padres Bertha Vásquez y Ruperto Buchelli por todo el amor y esfuerzo que han hecho para formarme y lograr en mí una persona con valores, mi admiración hacia ustedes por su perseverancia son mi ejemplo de superación.

A mis hermanas Katherine, Cinthia y Anita por todo el apoyo brindado y la motivación para lograr cada meta que me he propuesto.

**Stefany Maythe Buchelli Vásquez**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a Dios por darnos salud, sabiduría, prudencia y protección para fortalecernos como seres humanos, superar los obstáculos de la vida y lograr esta meta anhelada.

Agradecemos a nuestros familiares, especialmente a nuestros padres, por guiarnos siempre con sus apoyos incondicionales y sus sabios consejos para llegar hasta esta etapa de la vida.

Agradecemos a nuestro asesor de tesis Ing. Tito Burgos Sarmiento, a nuestros jurados de tesis y a todos nuestros docentes de la Universidad Privada Antenor Orrego, por las valiosas enseñanzas aplicadas en nosotros, por sus conocimientos y críticas constructivas y por las experiencias personales transmitidas a nosotros en toda esta etapa universitaria.

## RESUMEN

La presente tesis denominada "Propuesta de Diseño Vial de la Avenida Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad" tiene por objetivo plantear una solución que pretende determinar las variables que involucran un estudio del servicio de transitabilidad que presenta la Av. Metropolitana de dicho tramo, realizando una propuesta de diseño vial, acorde a las solicitudes de la zona.

La problemática que se percibe en nuestra zona de estudio es la transitabilidad vial y peatonal de la Av. Metropolitana, esto se debe al mal estado del pavimento asfáltico, la excesiva cantidad de polvo, la falta de vías auxiliares, la falta de señalización vertical y horizontal, la carencia de semáforos, etc. Todo ello viene ocasionando principalmente incomodidad y falta de seguridad a los conductores y pobladores de la zona, además de accidentes de tránsito y problemas con la salud como alergias y daños a la vista a causa de la polvareda, entre otros. Además, la zona de estudio no presenta las condiciones adecuadas para incrementar el desarrollo de la economía y turismo de la provincia de Trujillo.

Evaluando toda esta problemática se determinó una propuesta de diseño vial que abarca lo siguiente: diseño de tránsito, de pavimento flexible, señalización y diseño geométrico; dando así una alternativa de solución para mejorar la transitabilidad y seguridad vial en dicha zona.

## **ABSTRACT**

The present thesis called "Proposal of Road Design of the Metropolitan Avenue comprised from the El Milagro Oval to the 4 Suyos, Province of Trujillo, La Libertad" aims to propose a solution that aims to determine the variables that involve a study of the service of transitivity that presents the Metropolitan Avenue of said section, making a road design proposal, according to the demands of the area.

The problem that is perceived in our area of study is the road and pedestrian traffic of Av. Metropolitana, this is due to the poor condition of the asphalt pavement, the excessive amount of dust, the lack of auxiliary roads, the lack of vertical signage and horizontal, the lack of traffic lights, etc. All this is causing mainly discomfort and lack of safety to drivers and residents of the area, as well as traffic accidents and health problems such as allergies and eye damage due to dust, among others. In addition, the study area does not present the adequate conditions to increase the development of the economy and tourism of the province of Trujillo.

Evaluating all this problem, a road design proposal was determined that includes the following: traffic design, flexible pavement, signaling and geometric design; thus providing an alternative solution to improve traffic and road safety in this area.

## **PRESENTACIÓN**

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, se pone a vuestra consideración el Informe del Trabajo de Investigación titulado “Propuesta de Diseño Vial de la Avenida Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad”, con la convicción de alcanzar una justa evaluación y dictamen en el desarrollo del mismo.

Atentamente,

Br. Stefany Maythe Buchelli Vásquez.

Br. David Alejandro Terán Chávez.

**Trujillo, Setiembre del 2019**

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
ÍNDICE .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Problema de Investigación.....	1
1.1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	1
1.1.2. Descripción del Problema.....	2
1.1.3. Formulación del Problema.....	3
1.2. Objetivos de la Investigación.....	3
1.2.1. Objetivo General.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Justificación del Estudio.....	4
1.3.1. Académica.....	4
1.3.2. Económica.....	4
1.3.3. Social.....	4
II. MARCO DE REFERENCIA.....	5
2.1. Antecedentes del Estudio.....	5
2.2. Marco Teórico.....	10
2.2.1. Clasificación de la Red Vial Urbana.....	10
2.2.2. Pavimento.....	12
2.2.2.1. Clasificación de los Pavimentos.....	13

2.2.2.2. Factores a Considerar en el Diseño de Pavimentos.....	15
2.2.2.3. Transferencia de Carga.....	16
2.2.2.4. Método AASHTO 93.....	16
2.2.3. Transitabilidad.....	19
2.2.3.1. Volúmenes y Niveles de Servicio.....	19
2.2.4. Vía Pública.....	21
2.2.5. Señalización.....	22
2.2.5.1. Señales Verticales.....	22
2.2.5.2. Semáforo.....	26
2.3. Marco Conceptual.....	28
2.3.1. Definiciones de Términos Básicos.....	28
2.4. Hipótesis.....	31
2.5. Variables e Indicadores.....	32
2.5.1. Variables.....	32
2.5.2. Cuadro de Operacionalización de Variables.....	32
III. METODOLOGIA EMPLEADA.....	33
3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	33
3.1.1. Tipo de Investigación.....	33
3.1.2. Nivel de Investigación.....	33
3.2. Población y Muestra de Estudio.....	34
3.2.1. Población de Estudio.....	34
3.2.2. Muestra de Estudio.....	34
3.3. Diseño de Investigación.....	34
3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación.....	35
3.4.1. Técnicas de Investigación.....	35
3.4.2. Instrumentos de Investigación.....	35
3.5. Procesamiento y Análisis de Datos.....	35
3.5.1. Procesamiento de Datos.....	35
3.5.2. Análisis de Datos.....	36
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	37
4.1. Estudio Topográfico.....	37
4.1.1. Ubicación y Delimitación.....	37

4.1.2.	Acceso a la Zona de Estudio.....	38
4.1.3.	Metodología del Trabajo Realizado.....	39
4.1.4.	Relación de Recursos del Levantamiento Topográfico.....	40
4.1.5.	Datos Obtenidos.....	40
4.2.	Estudio de Mecánica de Suelos.....	42
4.2.1.	Exploración de Campo.....	42
4.2.2.	Ensayos de Laboratorio.....	43
4.3.	Estudio de Tráfico Vehicular.....	52
4.3.1.	Conteo Vehicular.....	52
4.3.2.	Cálculo del IMD.....	54
4.3.3.	Cálculo de Tasas de Crecimiento y Proyección y Periodo de Diseño.....	57
4.3.4.	Cálculo del Factor de Crecimiento Acumulado (Fca).....	57
4.3.5.	Cálculo del Factor de Distribución (Fd) y del Factor de Carril (Fc).....	59
4.3.6.	Conteo del Factor Eje Equivalente (E.E) y Factor Vehículo Pesado (Fvp).....	60
4.3.7.	Cálculo del Factor de Ajuste de Presión de Neumático (Fp)..	65
4.3.8.	Cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Ton.....	66
4.4.	Diseño Geométrico Vial Urbano.....	70
4.4.1.	Velocidad de Diseño.....	70
4.4.2.	Características del Flujo.....	70
4.4.3.	Control de Accesos y Relaciones con otras Vías.....	70
4.4.4.	Número de Carriles.....	70
4.4.5.	Alineamiento Horizontal.....	70
4.4.6.	Curva Horizontal.....	71
4.4.7.	Alineamiento Vertical.....	71
4.5.	Diseño del Pavimento Flexible según la Metodología AASHTO 93..	76
4.5.1.	Metodología AASHTO 93.....	76
4.5.2.	Número Estructural de Ejes Equivalentes ( $W_{18}$ ).....	77
4.5.3.	Clasificación del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el Periodo de Diseño.....	77
4.5.4.	CBR de Diseño.....	78

4.5.5. Módulo de Resiliencia ( $M_r$ ).....	79
4.5.6. Confiabilidad (%R).....	79
4.5.7. Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ ).....	80
4.5.8. Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ ).....	82
4.5.9. Índice de Serviciabilidad (PSI).....	82
4.5.10. Coeficientes Estructurales de Capas.....	85
4.5.11. Coeficiente de Drenaje.....	87
4.5.12. Número Estructural y Espesores del Pavimento.....	88
4.6. Diseño de Señalización Vial.....	92
4.6.1. Señalización Horizontal.....	92
4.6.2. Señalización Vertical.....	93
4.6.3. Semáforo.....	95
4.6.4. Diseño.....	96
4.7. Propuesta Arquitectónica en 3D, Planta y Secciones Transversales.....	97
 V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	 98
 CONCLUSIONES.....	 100
RECOMENDACIONES.....	102
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	103
ANEXOS.....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Operacionalización de Variable Independiente.....	32
Tabla 02. Operacionalización de Variable Dependiente.....	33
Tabla 03. Relación de Recursos.....	40
Tabla 04. BM's.....	40
Tabla 05. Área Total del Terreno.....	42
Tabla 06. Coordenadas y Cota Punto Inicial y Final.....	42
Tabla 07. Análisis Granulométrico.....	44
Tabla 08. Límite Líquido.....	45
Tabla 09. Límite Plástico.....	46
Tabla 10. Contenido de Humedad.....	47
Tabla 11. Clasificación SUCS.....	48
Tabla 12. Proctor Modificado.....	49
Tabla 13. Densidad Seca Máxima y Mínima.....	50
Tabla 14. CBR.....	50
Tabla 15. Resumen del Conteo Vehicular por Día (Estación – Óvalo El Milagro).....	52
Tabla 16. Resumen del Conteo Vehicular por Día (Estación – Los 4 Suyos).....	53
Tabla 17. Resumen Promedio del Conteo Vehicular por Día (Av. Metropolitana).....	54
Tabla 18. IMD (Av. Metropolitana).....	54
Tabla 19. IMD (Vías Principales).....	55
Tabla 20. IMD (Vías Auxiliares).....	56

Tabla 21. IMD (Cada Vía Auxiliar).....	56
Tabla 22. Factores de Crecimiento Acumulado (Fca).....	58
Tabla 23. Factores Fd y Fc.....	60
Tabla 24. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes para Pavimentos Flexibles.....	62
Tabla 25. Cálculo del Fvp.....	64
Tabla 26. Factor de Ajuste de Presión de Neumático (Fp).....	66
Tabla 27. Parámetros para el Cálculo de la Carga Vehicular (ESAL).....	67
Tabla 28. E.E. por cada Tipo de Vehículo (Av. Metropolitana – Vías Principales).....	68
Tabla 29. Número de Repeticiones de E.E de 8.2 ton (Av. Metropolitana – Vías Principales).....	68
Tabla 30. E.E. por cada Tipo de Vehículo (Av. Metropolitana – cada Vía Auxiliar).....	69
Tabla 31. Número de Repeticiones de E.E de 8.2 ton (Av. Metropolitana – cada Vía Auxiliar).....	69
Tabla 32. Longitud Mínima de Tangentes.....	71
Tabla 33. Radios Mínimos.....	71
Tabla 34. Pendientes Máximas.....	72
Tabla 35. Ancho de Carriles.....	74
Tabla 36. Bombeo de Calzada.....	74
Tabla 37. Pendientes Máximas de Borde de Calzada.....	74
Tabla 38. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 ton, en el Carril de Diseño.....	78
Tabla 39. Categorías de la Subrasante.....	79

Tabla 40. Valores Recomendados de Nivel de Confiabilidad.....	80
Tabla 41. Coeficiente Estadístico de la Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ ).....	81
Tabla 42. Índice de Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ ).....	82
Tabla 43. Índice de Serviciabilidad Final ( $P_T$ ).....	83
Tabla 44. Diferencial de Serviciabilidad (PSI).....	84
Tabla 45. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a1.....	85
Tabla 46. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a2.....	86
Tabla 47. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento a3.....	86
Tabla 48. Calidad del Drenaje.....	87
Tabla 49. Valores Recomendados del Coeficiente de Drenaje $m_i$ .....	87
Tabla 50. Espesores del Pavimento - Vías Principales.....	91
Tabla 51. Espesores del Pavimento - Cada Vía Auxiliar.....	92
Tabla 52. Señalización Vertical.....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Estructuras de la transmisión de cargas al pavimento.....	12
Figura 02. Transferencia de carga.....	16
Figura 03. Ecuación de diseño del método AASHTO 93.....	17
Figura 04. Ejemplo de orientación de los 3 tipos de señales.....	22
Figura 05. Señales de prioridad.....	23
Figura 06. Señales de restricción.....	23
Figura 07. Señales de prohibición.....	23
Figura 08. Señales de obligación.....	24
Figura 09. Señales preventivas-curvatura horizontal.....	24
Figura 10. Señales preventivas por características de la superficie de rodadura.....	25
Figura 11. Señales preventivas por restricciones físicas de la vía.....	25
Figura 12. Señales de pre señalización en carriles de solo salida o deceleración.....	26
Figura 13. Ejemplo de disposición estándar de los indicadores semáforos.....	27
Figura 14. Perú.....	37
Figura 15. Departamento La Libertad.....	37
Figura 16. Provincia de Trujillo.....	37
Figura 17. Delimitación de la zona de estudio.....	38
Figura 18. Planta general AutoCAD Civil 3D.....	38
Figura 19. Configuración de ejes.....	61
Figura 20. Pesos y medidas máximas permitidas.....	63

Figura 21. Ecuación de diseño del método AASHTO 93.....	76
Figura 22. Diagrama AASHTO para calcular los coeficientes de SN (Vía Principal).....	89
Figura 23. Diagrama AASHTO para calcular los coeficientes de SN (Cada Vía Auxiliar).....	90
Figura 24. Semáforos.....	96

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de Investigación**

#### **1.1.1. Descripción de la Realidad Problemática**

En las grandes ciudades del mundo en crecimiento, los tiempos empleados en viajes son generalmente altos y van en aumento. Los destinos accesibles dentro del tiempo dado están disminuyendo. Por consiguiente, “como respuesta al desarrollo de grandes ciudades y el cambio de uso del suelo, surgen altos problemas de tránsito que deterioran la calidad de la vía, aumentan el congestionamiento y exceden la capacidad de vía para la cual fue planificada” (Núñez y Villanueva, 2014, p. 8). A medida de esto, los sistemas de transporte de todo el mundo están empezando a despertar al hecho de que se debe mejorar esta problemática con soluciones y propuestas eficientes.

La situación caótica del estado de las vías y del tránsito vehicular y peatonal es uno de los principales problemas que afecta a la población en el Perú, ya que se emplea mucho tiempo en movilizarse y que en dichas vías están presentes numerosas fallas. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2012, p. 8): “El sistema vial del Perú, concentrado en atender la demanda de servicios de transportes y necesidades de interconexión de grandes ciudades del país, no llega a satisfacer los requerimientos que garanticen óptimas condiciones de accesibilidad, transitabilidad, confiabilidad y seguridad”.

En el departamento de La Libertad se tiene numerosos problemas en la calidad del servicio brindado por los sistemas de transporte, ya que la realidad de la transitabilidad e infraestructura vial es preocupante porque no ofrece el servicio adecuado para los conductores y peatones de la región, además que éstos tienen una mala cultura vial. Un claro ejemplo es que en el departamento de La Libertad se registra el mayor

número de accidentes ocurridos en comparación de otras regiones del país.

Este trabajo de investigación tiene su ubicación geográfica en la región de la costa del Perú, específicamente en la Av. Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta el Sector de Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad. La zona presenta una topografía plana, la provincia de Trujillo se encuentra a una altitud de 34 m.s.n.m., y cuenta con una superficie territorial de 1,779 km. Según los datos estadísticos del INEI, acerca del último censo nacional 2017 del Perú, la población actual de la provincia de Trujillo es de 970, 016 habitantes.

### **1.1.2. Descripción del Problema**

En la actualidad, en nuestra zona de estudio contamos con una problemática en la transitabilidad vial y peatonal de la Av. Metropolitana, tanto por el mal estado del pavimento asfáltico (grietas y hundimiento), la falta de señalización vial vertical y horizontal, la excesiva cantidad de polvo, la falta de vías auxiliares y puentes peatonales y vehiculares, la carencia de semáforos, la ausencia de policías de tránsito, etc. Esta problemática en la zona de estudio viene ocasionando principalmente incomodidad y falta de seguridad a los conductores y peatones, accidentes de tránsito, problemas con la salud de las personas que se encuentran en la zona (alergias y daños a la vista) a causa de la polvareda, entre otros. Por lo que también, el espacio de investigación no presenta las condiciones adecuadas para el desarrollo de la economía y turismo de la provincia de Trujillo.

De tal manera, enfocamos el trabajo de investigación para plantear una solución que pretende determinar las variables que involucran un estudio del servicio de transitabilidad que presenta la Av. Metropolitana de dicho tramo, realizando una propuesta de diseño vial, acorde a las solicitudes de la zona.

### **1.1.3. Formulación del Problema**

¿Cuál es el diseño que mejora el servicio de transitabilidad vial y peatonal de la Av. Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad?

## **1.2. Objetivos de la Investigación**

### **1.2.1. Objetivo General**

Elaborar la propuesta de diseño vial de la Av. Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Elaborar el estudio de tráfico en la zona de estudio, obteniendo datos con los que se realizará la proyección futura de la carga vehicular de acuerdo a los ejes equivalentes que transitarán sobre el tramo de la Av. Metropolitana.
- Realizar los estudios básicos de ingeniería; entre ellos, el levantamiento topográfico y el estudio de mecánica de suelos, para conocer las configuraciones físicas del terreno y las propiedades físicas y mecánicas del suelo para fines de pavimentación.
- Diseñar el pavimento según el método AASHTO 93 con los resultados del estudio de suelos y tránsito vehicular, definiendo las variables de diseño y los espesores para las distintas capas que componen el pavimento.
- Desarrollar el diseño geométrico vial urbano en planta, perfil, sección transversal y planos de detalles generales de la Av.

Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta el Sector de Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad.

- Clasificar la vía proyectada y elaborar el diseño de señalización vial (horizontal y vertical), mediante un modelamiento geométrico.

### **1.3. Justificación del Estudio**

#### **1.3.1. Académica**

Este trabajo de investigación se justifica académicamente porque permite hacer uso de lo aprendido en nuestra casa de estudio, presentando la metodología AASHTO 93 para el diseño estructural del pavimento y la comparación de las normas de suelos y pavimentos para el cumplimiento de los estudios de suelos y tráfico. Para el cumplimiento de una correcta señalización nos orientamos con el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. También para el diseño geométrico urbano adecuado nos guiamos de la comparación de Normas Nacionales del Diseño Vial Urbano e incluso con apoyo de programas de ingeniería, para el cumplimiento de una vía óptima.

#### **1.3.2. Económica**

Económicamente se justifica porque tiene como fin optimizar los tiempos de recorrido de los vehículos y a la vez poder disminuir cualquier tipo de accidentes de tránsito, como también incrementar las perspectivas turísticas presentando una adecuada condición de transitabilidad vial para el flujo vehicular y peatonal.

#### **1.3.3. Social**

Este trabajo de investigación se justifica socialmente por la necesidad de dar solución a las deficiencias que presenta la Av.

Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta el Sector de Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad. Así como, la de brindar una infraestructura y señalización vial en óptimas condiciones a los pobladores de la zona. Además de eso, se justifica por la necesidad de ofrecer una seguridad vial y que se evite problemas de salud como alergias y daños a la vista por causa de la polvareda que existe en la zona de estudio por el concurrido flujo vehicular.

## II. MARCO DE REFERENCIA

### 2.1. Antecedentes del Estudio

Realizando una pesquisa bibliográfica de tesis internacionales, nacionales y locales, se destacó información importante relacionada al trabajo de investigación, de lo cual se menciona lo siguiente:

- **Salamanca y Zuluaga (2014) en su investigación “Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible por medio de los Métodos Invias, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la Vía la Ye - Santa Lucia Barranca Lebrija entre las Abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el Departamento del Cesar”**, se propuso diseñar las estructuras de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS para medios y altos volúmenes de tránsito, AASHTO 93 e INSTITUTO DEL ASFALTO para la vía La Ye - Santa Lucia – Barranca Lebrija entre las abscisas K19+250 A K25+750 ubicada en el Departamento del Cesar. En la investigación se concluyó que la capacidad portante de la subrasante donde estará apoyada la estructura de pavimento presenta dos condiciones, unos suelos con CBR en condición sumergida menores a 3% con potencial de hinchamiento alto y marginal que se encuentran en los Tramos homogéneos 1,3 y 5 y otra con CBR Método 1 al 95% de la densidad máxima mayor a 6% que corresponden a los sectores 2 y 4. Las estructuras de pavimento diseñadas para la vía la Ye Santa Lucia Barranca Lebrija están en la capacidad de soportar las solicitudes

generadas por un tráfico esperado de 0.51 millones de ejes equivalentes de 8.2 ton bajo unas características de suelos de tipo limo-arcillosos y areno- limosos, para un periodo de diseño de 10 años contados a partir del año 2014 según los requerimientos de cada método.

El principal aporte al trabajo de investigación es que la estructura recomendada para la construcción en los 6.5 km de vía evaluados es la obtenida mediante el Método del Instituto del Asfalto debido que se optimizaron los espesores definidos por el Método AASHTO 93 y se validó el cumplimiento de los parámetros de fatiga de la subrasante y de la capa asfáltica. Debido a la presencia de suelos expansivos entre los tramos del K19+250 a K20+250 y del K22+250 a K22+750 se debe incluir entre la capa de base y subbase granular una geomalla biaxial. Para los sectores con características de suelos finos como los presentes en los tramos homogéneos 1, 3 y 5 se debe incluir un geotextil no tejido de separación entre la subbase y la subrasante.

- **Rojas, F. (2017) en su investigación “Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Av. César Vallejo, Tramo cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con Cementerio, en el Distrito de Villa El Salvador, Provincia de Lima, Departamento de Lima”**, se propuso resolver las inadecuadas condiciones de transitabilidad existentes en la zona de influencia. En la investigación se concluyó que el proyecto de la vía en estudio se desarrolló a nivel de Estudio Definitivo de Ingeniería, también que la propuesta de solución de diseño geométrico urbano de la vía a intervenir se fijara con las características geométricas viables para un buen fluido vehicular y que la mejor metodología para la zona es el Método AASHTO 93 y se validó el cumplimiento de los parámetros establecidos. Además, el ESAL calculado está proyectado a 20 años.

El principal aporte al trabajo de investigación es que para realizar un proyecto a nivel de Estudio Definitivo de Ingeniería se deben tomar en cuenta muchos aspectos señalados, entre ellos elaborar un presupuesto de obra, también señala que para desarrollar un buen diseño geométrico y estructural es recomendable usar el Método AASHTO 93. Además, en una intervención de mayor amplitud se debe considerar un sistema de drenaje, mejorar el sistema de seguridad vial, el urbanismo y paisajismo de la vía.

- **Rengifo, K. (2014) en su investigación “Diseño de Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)”**, se propuso realizar el diseño del pavimento flexible bajo las metodologías AASHTO e Instituto del Asfalto como también el diseño del pavimento rígido bajo metodologías AASHTO y PCA. En la investigación se concluyó que el Índice Medio Diario Anual hallado a partir de los datos proporcionados por el MTC era 8,702 vehículos por día. Por otro lado, el número de ejes equivalentes de diseño es  $4.1E+07$  para el pavimento flexible y  $6.6E+07$  para el pavimento rígido, todo ello bajo características de con una subrasante era una arcilla de baja plasticidad (CL) según SUCS o A-6 (9) según AASHTO, con un índice de plasticidad de 12, un porcentaje pasante de la malla -200 de casi 84% y un valor de CBR de 7%.

El principal aporte al trabajo de investigación es que al comparar los métodos en el pavimento flexible que se diseñó, por AASHTO 93 se obtiene un número estructural menor que el método del Instituto del Asfalto, lo que por consiguiente se entendería que los espesores de las capas del pavimento son menores. Se podría esperar diseños similares para futuros pavimentos en zonas de estudio donde el tráfico vehicular como la composición de la subrasante sea parecida, se puede establecer que el método AASHTO 93 es más económico.

- **Albino y Cisneros (2017) en su investigación “Diagnóstico de la Transitabilidad Vial y Propuesta del Diseño Estructural del Pavimento en las Calles 5 y 9 del Centro Poblado Alto Trujillo – Trujillo - La Libertad”**, se propuso diagnosticar la transitabilidad vial para definir la estructura de pavimento más favorable en las calles 5 y 9 del centro poblado Alto Trujillo – El Porvenir – Trujillo – La Libertad. En la investigación se concluyó que, mediante el estudio realizado el tránsito vehicular de las vías en cuestión tiene como mayor influencia vehicular entre las 6 am. y 2 pm. (debido a la existencia de instituciones educativas, áreas recreacionales, centros de salud, etc.), siendo las horas pico el ingreso y salida de los participantes de dichas instituciones, lo cual genera congestión en las principales intersecciones, impidiendo que exista un tránsito fluido. El resto del día hay un gran decrecimiento, debido a la solicitud de la zona. El diseño de la estructura del pavimento flexible, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.

El principal aporte al trabajo de investigación es que, dentro del diseño del Pavimento Flexible, siguiendo las recomendaciones del método AASTHO -93, se tiene la siguiente estructura: Carpeta = 5cm, Base =20cm, Sub base = 15cm. El sistema de drenaje de aguas pluviales en proyectos carreteros es necesario ya que los objetivos básicos de estas obras son la preservación de la carretera. Dada su importancia se requiere la realización de estudios del clima, suelo, hidrología, geología y ecológicos, a fin de prevenir el impacto negativo al ambiente. Cabe resaltar, que lo propuesto es a medida de prevención, por lo tanto, su construcción dependerá de la continuidad de precipitaciones pluviales, ya que actualmente la zona de estudio cuenta con un bajo índice de éstas. El estudio realizado

en el centro del Centro Poblado Alto Trujillo (vías de estudio), nos muestra la carencia de señalización y la eminente necesidad de colocarla, para que cumpla su objetivo y contribuya a disminuir la cantidad de accidentes de tránsito que por estas causas se producen.

- **Torres y Pérez (2017) en su investigación “Diseño de Pavimento Flexible para Mejorar la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el AA.HH. Ampliación Túpac Amaru, Distrito de Chiclayo, Provincia Chiclayo, Región Lambayeque 2017”**, se propuso elaborar el Diseño del Pavimento Flexible, para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del AA.HH. Ampliación Túpac Amaru. En la investigación se concluyó que el C.B.R. de diseño se ha definido empleando los métodos estadísticos (porcentuales), en función de representatividad de los suelos y así se ha obtenido un valor CBR de diseño al 95% de la Densidad Máxima Seca de Proctor Modificado, realizado en el laboratorio y según la Clasificación General indica como una subrasante regular. El estrato presenta características de consistencia media, de baja plasticidad, húmeda de color marrón claro, con presencia de algunas gravas aisladas y de arena fina pobremente graduada. De acuerdo al informe topográfico, se tiene una topografía plana de relieve semiplano, presentando pequeñas ondulaciones y con una pendiente leve. Con respecto al estudio de impacto ambiental, se concluye que los impactos ambientales que tendrían lugar por la ejecución del “Proyecto Diseño de Pavimento Flexible para mejorar la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el AA.HH. Ampliación Túpac Amaru.” varían de acuerdo a las fases del proceso constructivo del mismo, siendo los positivos, los más importantes, variando desde baja hasta los de alta significancia, estos últimos se presentarían principalmente en la fase de operación. Por ejemplo, la alteración de la calidad del aire en el área por la emisión de material particulado (polvo) se daría en todas las fases de construcción, situación que afectaría al personal y a la población cercana y sería controlado

mediante el riego permanente, a la alteración de la calidad del aire por la emisión de olores en el área, se produciría principalmente en la etapa de operación de movimientos de tierras y excavaciones. En resumen, el proyecto “Diseño de Pavimento flexible para mejorar la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el AA.HH. Ampliación Túpac Amaru” es ambientalmente viable, siempre y cuando se respeten y cumplan las prescripciones técnicas contenidas en el Informe técnico del proyecto y las prescripciones ambientales que se plantean en el Plan de Manejo Ambiental, el cual forma parte del estudio de impacto ambiental.

El principal aporte al trabajo de investigación es que debemos tener en cuenta que el C.B.R. de diseño se define empleando los métodos estadísticos (porcentuales), en función de representatividad de los suelos, además que el estudio topográfico es muy necesario para conocer los niveles del terreno y así elaborar un buen diseño del pavimento de la zona de estudio. Otro punto importante es que cuando un proyecto llegue a ejecutarse no se debe olvidar los aspectos ambientales que trae consigo y los valiosos que éstos pueden ser.

## **2.2. Marco Teórico**

### **2.2.1. Clasificación de la Red Vial Urbana**

La estructura del sistema vial se plantea acorde a las previsiones de desarrollo de la ciudad, atendiendo a los principios de especialización y jerarquización de la vía y/o canales de circulación, para lograr eficiencia y economía” (Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, 2005, p. 4-8).

Según la función de ofrecer mayor fluidez o mayor accesibilidad, las vías se han clasificado en:

- ❖ **Vías Expresas:** Las vías expresas establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino distantes entre sí). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad y bajas condiciones de accesibilidad. Facilitan una movilidad óptima para el tráfico directo. El acceso a las propiedades adyacentes debe realizarse mediante pistas de servicio laterales.
- ❖ **Vías Semi-expresas:** Tienen las mismas características que las V. Expresas, pero admiten algunas intersecciones semaforizadas.
- ❖ **Vías Arteriales:** Las vías arteriales permiten ligaciones interurbanas, con media o alta fluidez, baja accesibilidad y relativa integración con el uso del suelo colindante. Estas vías deben ser integradas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a las vías colectoras y locales. Se recomienda que estas vías cuenten con pistas de servicio laterales para el acceso a las propiedades.
- ❖ **Vías Colectoras:** Las vías colectoras sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes.
- ❖ **Vías Locales:** Su función principal es proveer acceso a los predios o lotes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Por ellas transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y existe tránsito peatonal irrestricto. Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras.

- ❖ **Vías de Diseño Especial:** Son aquellas cuyas características no se ajustan a la clasificación establecida anteriormente. Se puede mencionar, sin carácter restrictivo, los siguientes tipos:

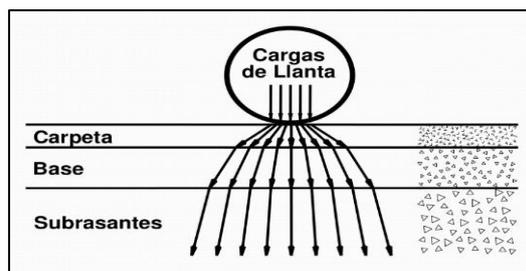
- Pasajes peatonales.
- Paseos.
- Túneles.
- Malecones.
- Vías peatonales de acceso a frentes de lote.
- Vías que forman parte de parques, plazas o plazuelas.

### 2.2.2. Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y compactados. Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento” (Montejo, 2002, p. 1).

El objetivo final de la estructura es transmitir las cargas de la llanta de tal manera que no se sobrepase la capacidad portante de la subrasante.

Figura 01. Estructuras de la transmisión de cargas al pavimento.



Fuente: Ingeniería de Pavimentos:  
Fundamentos, estudios básicos y diseño.

### 2.2.2.1. Clasificación de los Pavimentos

#### ❖ Pavimentos flexibles

“Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase. No obstante, puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de cada obra” (Montejo, 2002, p. 2).

Funciones de las capas de un pavimento Flexible:

#### ➤ La subbase granular

-Función económica.

-Capa de transición, la subbase bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y, por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen menoscabando su calidad.

-Disminución de las deformaciones, algunos cambios volumétricos, como contenido de agua o a cambios extremos de temperatura pueden absorberse con la capa subbase, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento.

-Resistencia, la subbase debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidos a un nivel adecuado a la subrasante .

-Drenaje, En muchos casos la subbase debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar.

#### ➤ La base granular

-Función económica.

-Resistencia, consiste en proporcionar un elemento resistente que

transmita a la subbase y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.

### ➤ **Carpeta**

-Superficie de rodamiento, La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito.

-Impermeabilidad, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.

-Resistencia, Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

### ❖ **Pavimentos rígidos**

“Son aquellos que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. Además, como el concreto es capaz de resistir, en cierto grado, esfuerzos a la tensión, el comportamiento de un pavimento rígido es suficientemente satisfactorio aun cuando existan zonas débiles en la subrasante” (Montejo, 2002, p. 5).

### ❖ **Pavimentos articulados**

“Están compuestos por una capa de rodadura que está elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa de base granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de ésta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circularán por dicho pavimento” (Montejo, 2002, p. 7).

## 2.2.2.2. Factores a Considerar en el Diseño de Pavimentos

### ❖ El Tránsito

“Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje esperadas en el carril de diseño durante el periodo de diseño adoptado. La repetición de las cargas del tránsito y la acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zonas de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc.” (Montejo, 2002, p. 8).

### ❖ La Subrasante

“De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento, sea éste flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento-retracción). Otra forma de enfrentar estos problemas es mediante la estabilización de este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestro medio los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal” (Montejo, 2002, p. 9).

### ❖ El Clima

Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura.

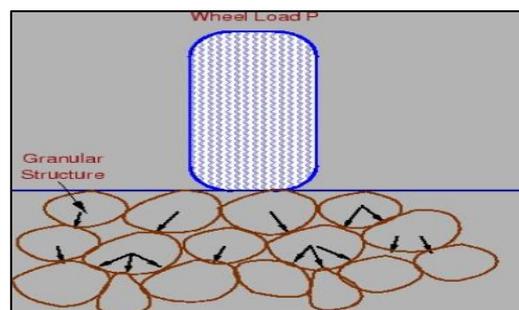
“En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía” (Montejo, 2002, p. 9).

### 2.2.2.3. Transferencia de Carga

Las cargas son transmitidas de “grano a grano” a través de la estructura granular del pavimento. Ya que es flexible tiene menor capacidad portante, y esta actúa como una capa elástica. La carga de la llanta se distribuye de la zona de contacto a un área mucho más amplia a través de las capas.

Las deformaciones ocurridas en las capas bajas se reflejan en la superficie (ondulaciones, huecos, etc.).

Figura 02. Transferencia de carga.



Fuente: Ingeniería de Pavimentos:  
Fundamentos, estudios básicos y diseño.

### 2.2.2.4. Método AASHTO 93

Típicamente el diseño de los pavimentos es mayormente influenciado por dos parámetros básicos:

**-Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento:** “Están expresadas en ESALs, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-kN o

8.2 ton, que se denominan Ejes Equivalentes (EE). Las sumatorias de ESALs durante el periodo de diseño es referida como ( $W_{18}$ ) y también como el Número de Repeticiones de EE de 8.2 ton” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 128).

**-Las características de la sub rasante sobre las que se asienta el pavimento:** “Están definidas en seis categorías de sub rasante, en base a su capacidad de soporte CBR” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 130).

“El diseño del pavimento, utilizando el método AASHTO 1993, consiste en determinar el Número Estructural (SN) en función del Módulo Resiliente de la subrasante ( $M_r$ ), número de ejes standard anticipado (N), Confiabilidad (R%), Desviación Standard total ( $S_o$ ), pérdida de serviciabilidad (PSI) e índices estructurales del pavimento” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 131-140). Los valores del número estructural se determinan mediante la siguiente ecuación de diseño:

Figura 03. Ecuación de diseño del método AASHTO 93.

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

#### ❖ **Módulo de Resiliencia ( $M_r$ )**

Es una medida de la rigidez del suelo de la sub rasante, el cual, para su cálculo, deberá determinarse mediante un ensayo de resiliencia determinado de acuerdo al método AASHTO 93.

#### ❖ **Confiabilidad (R%)**

La confiabilidad es la probabilidad de que una sección del pavimento diseñada mediante el método indicado se comporte

satisfactoriamente durante el periodo de diseño bajo las condiciones de tráfico determinadas.

❖ **Desviación Estándar Normal (Zr)**

Es un coeficiente estadístico que representa el valor de la Confiabilidad seleccionada, para un conjunto de datos en una distribución normal.

❖ **Desviación Estándar Combinada (So)**

La guía AASHTO recomienda adoptar valores de So entre 0.40 y 0.50. En el Manual se adopta el valor de 0.45.

❖ **Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)**

Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario. Su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica y por el contrario un valor de 0 refleja el peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece.

❖ **Capacidad Soporte de la Subrasante**

La capacidad de soporte de la subrasante está representada por los valores de CBR determinados en los ensayos de laboratorio realizados con las muestras de suelos obtenidas en el campo.

- Para los CBR < 10%                       $Mr=1500 \cdot CBR$  (psi)
- Para los CBR de 10 % a 20 %       $Mr=3000 \cdot CBR^{0.65}$  (psi)
- Para los CBR > 20%                     $Mr=4326 \cdot \ln CBR + 241$  (psi)

❖ **Número de Ejes Equivalentes para el Periodo de Diseño**

El número de repeticiones de ejes equivalentes a 18,000 lbs fue

calculado en el estudio de tráfico que forma parte del presente estudio.

### ❖ **Número Estructural Propuesto (SN)**

Una vez obtenido el número estructural del pavimento, se calcula el espesor de cada una de las capas del pavimento con la fórmula siguiente:

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Donde:

- SN = Número estructural requerido.
- $a_{1,2,3}$  = Coeficiente de equivalencia de espesor de las capas del pavimento.
- $m_{2,3}$  = Coeficiente de drenaje para las capas de base y sub base.
- $D_{1,2,3}$  = Espesores de capas del pavimento.

### **2.2.3. Transitabilidad**

“Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 123).

#### **2.2.3.1. Volúmenes y Niveles de Servicio**

“Acorde a la teoría de Capacidad de Carreteras, cuando el volumen del tránsito es del orden de la capacidad de la carretera, las condiciones de operación son malas, aun cuando el tránsito y el camino presenten características ideales. Es necesario, que el volumen de demanda sea menor que la capacidad de la carretera, para que ésta proporcione al usuario un nivel de servicio aceptable. La demanda máxima que permite un cierto nivel o calidad de servicio es lo que se define como

Volumen de Servicio” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 123).

La metodología desarrollada por el TRB define cuatro Niveles de Servicio (A, B, C y D) que permiten condiciones de operación superior a las antes descritas. Cuando la carretera opera a capacidad se habla de Nivel E y cuando se tiene flujo forzado se le denomina Nivel F.

- ❖ **Nivel A:** Corresponde a las condiciones de libre flujo vehicular. Las maniobras de conducción no son afectadas por la presencia de otros vehículos y están condicionadas por las características geométricas de la carretera y las decisiones del conductor.
- ❖ **Nivel B:** Indica condiciones buenas de libre circulación, aunque la presencia de vehículos que van a menor velocidad pueden influir en los que se desplazan más rápido. Los conductores tienen menor libertad de maniobra.
- ❖ **Nivel C:** En este nivel, la influencia de la densidad de tráfico en la circulación vehicular determina un ajuste de la velocidad. La capacidad de maniobra y las posibilidades de adelantamiento, se ven reducidas por la presencia de grupos de vehículos.
- ❖ **Nivel D:** La capacidad de maniobra se ve restringida, debido a la congestión del tránsito que puede llegar a la detención.
- ❖ **Nivel E:** La intensidad de la circulación vehicular se encuentra cercana a la capacidad de la carretera. Los vehículos son operados con un mínimo de espacio entre ellos, manteniendo una velocidad de circulación uniforme formándose colas.
- ❖ **Nivel F:** El flujo se presenta forzado y de alta congestión, lo que ocurre cuando la intensidad del flujo vehicular (demanda) llega a ser mayor que la capacidad de la carretera. Bajo esto, se forman colas en periodos cortos de movimientos seguidos de paradas.

#### 2.2.4. Vía Pública

“Es el sistema integrado por carreteras, caminos, calles, sendas, plazas, parques, etc., de dominio común y público, necesario para la circulación de peatones, conductores y vehículos” (Reglamento General de Circulación, 2003, p. 10). En pocas palabras, es el espacio público destinado para el tránsito vehicular y peatonal.

##### ❖ Clasificación de la Vía Pública

- **Vías Urbanas:** “Es toda vía que transcurre por dentro de las ciudades o pueblos” (Reglamento General de Circulación, 2003, p. 22).
  
- **Vías Interurbanas:** “Es toda vía que transcurre por fuera de las ciudades o pueblos” (Reglamento General de Circulación, 2003, p. 26).

##### ❖ Componentes de la Vía Pública

- **Autopistas:** Vías expresas de alta velocidad vehicular.
- **Avenida:** Vías principales de una ciudad.
- **Vías Laterales o Colectoras:** Vías que desembocan en las avenidas.
- **Vías Secundarias:** Calles comunes, jirones o pasajes.
- **Límite de Propiedad:** Extremos laterales de las vías que separa a la propiedad privada.
- **Vereda o Acera:** Espacio para el tránsito peatonal.
- **Sardinell:** Estructura que divide las bermas y/o jardines.
- **Calzada:** Vías para el tránsito vehicular pavimentadas.
- **Carril:** Espacio para el tránsito de un solo vehículo.
- **Berma Central:** Espacio central de la vía que divide las vías laterales.

- **Berma Lateral:** Espacio entre la vereda y las vías laterales, que sirve para el estacionamiento de los vehículos.
- **Jardín.**
- **Ciclovía.**
- **By Pass:** Cruce a desnivel.
- **Intercambio Vial:** Vías de interconexión a otras vías de distintos niveles.

## 2.2.5. Señalización

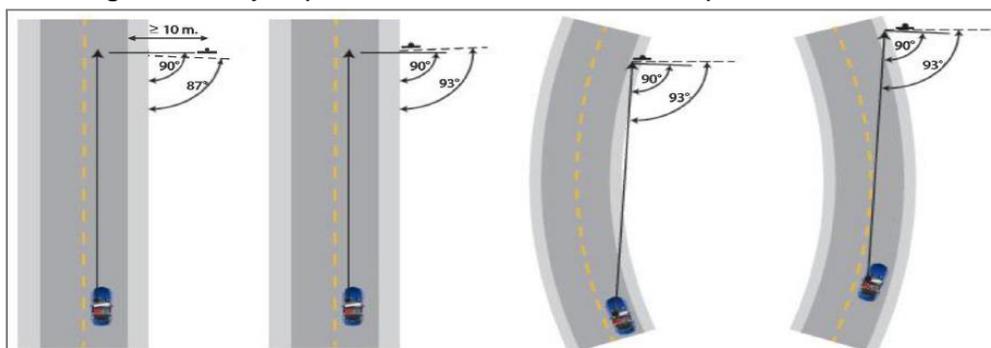
### 2.2.5.1. Señales Verticales

“Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos. Asimismo, es importante el uso frecuente de señales informativas de identificación y destino, a fin de que los usuarios de la vía conozcan oportunamente su ubicación y destino” (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 17).

#### ❖ Clasificación de las Señales Verticales

- Señales Regulatoras o de Reglamentación.
- Señales de Prevención.
- Señales de Información.

Figura 04. Ejemplo de orientación de los 3 tipos de señales.



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

## ➤ Señales Regulatoras o de Reglamentación

“Tienen por objeto notificar a los usuarios, las limitaciones, restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones existentes que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación a las disposiciones contenidas en el RNT vigente; así como a otras normas del MTC” (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 25).

Se clasifican en señales de:

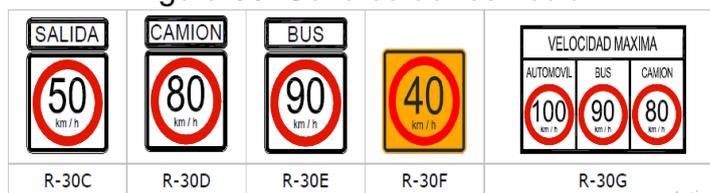
- Prioridad.
- Prohibición.
- Restricción.
- Obligación.
- Autorización.

Figura 05. Señales de prioridad.



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

Figura 06. Señales de restricción.



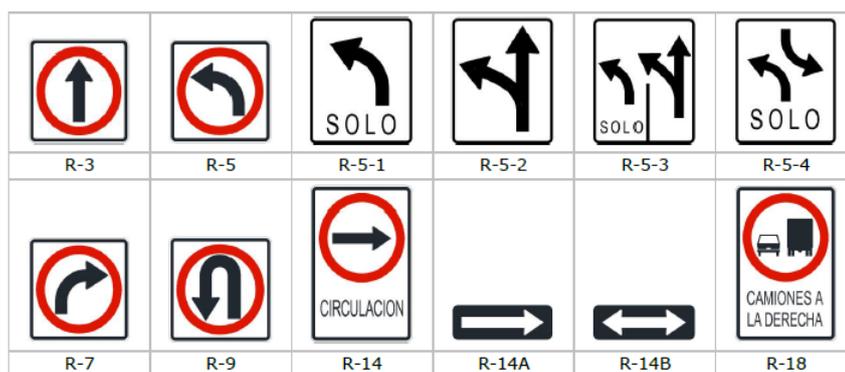
Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

Figura 07. Señales de prohibición.



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

Figura 08. Señales de obligación.



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

### ➤ Señales de Prevención

“Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal” (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 32).

Se clasifican teniendo en consideración lo siguiente:

- Características Geométricas de la vía.
- Características de la superficie de rodadura.
- Restricciones físicas de la vía e intersecciones con otras vías.

Figura 09. Señales preventivas - curvatura horizontal.



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

Figura 10. Señales preventivas por características de la superficie de rodadura.

					
P-31	P-31A	P-33A	P-33B	P-34	P-34A

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

Figura 11. Señales preventivas por restricciones físicas de la vía.

					
P-17A	P-17B	P-17C	P-18A	P-18B	P-21
					
P-21A	P-21B	P-22C	P-62	P-38	P-39

Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

### ➤ Señales de Información

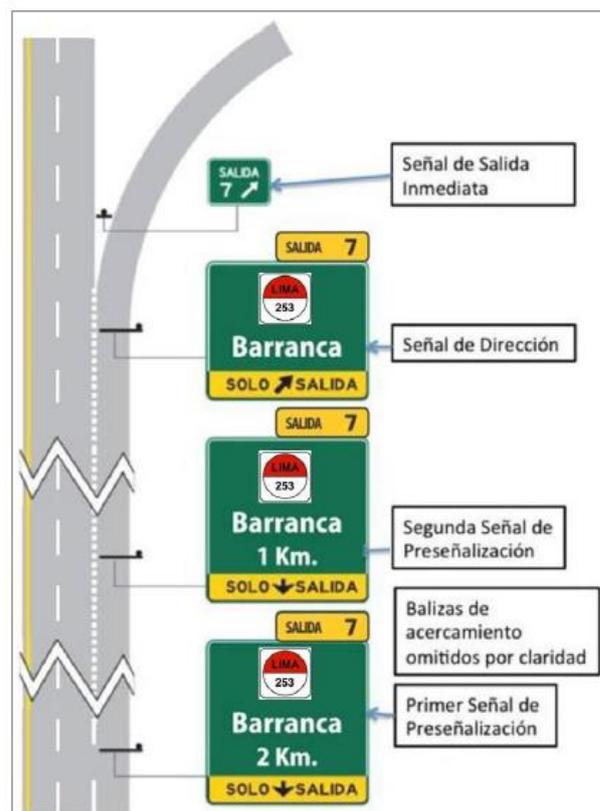
“Tienen la función de informar a los usuarios, sobre los principales puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos existentes en la vía y su área de influencia y guiarlos para llegar a sus destinos, en la forma más directa posible” (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 41).

Se clasifican en:

- Señales de pre señalización.
- Señales de dirección.

- Balizas de acercamiento.
- Señales de salida inmediata.
- Señales de confirmación.
- Señales de identificación vial.
- Señales de localización.
- Señales de servicios generales.
- Señales de interés turístico.

Figura 12. Señales de pre señalización en carriles de solo salida o deceleración.



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

### 2.2.5.2. Semáforo

“Son dispositivos de control del tránsito que tienen por finalidad regular y controlar el tránsito vehicular motorizado y no motorizado, y peatonal, a través de las indicaciones de luces de color rojo, verde y amarillo o ámbar” (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 369).

Las luces que emiten los indicadores de los semáforos son los siguientes:

**-Luz circular verde fijo:** los vehículos que reciben una luz circular verde fijo pueden continuar de frente, girar a la derecha o izquierda.

**-Luz flecha verde fija:** los vehículos que reciben una flecha verde pueden continuar con precaución únicamente en la dirección de la flecha y desde el carril que esta flecha controla.

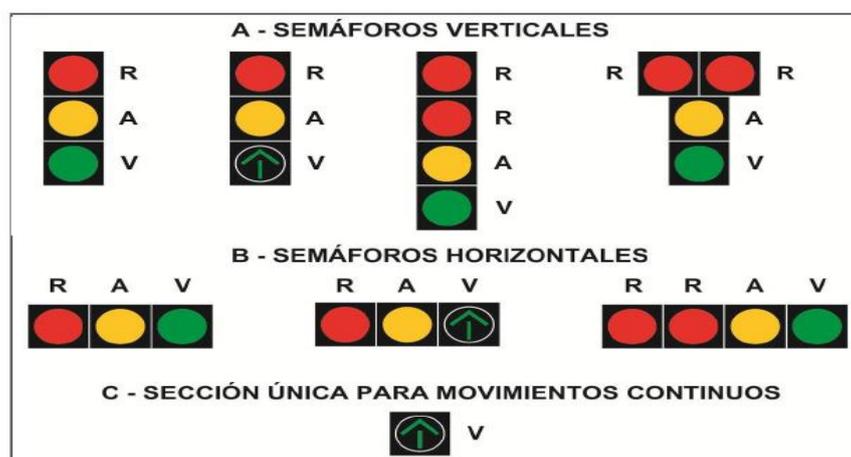
**-Luz circular amarilla fija:** los vehículos que reciben una luz circular amarilla fija deben parar.

**-Luz flecha amarilla fija:** los vehículos que reciben una flecha amarilla fija deben parar.

**-Luz circular roja fija:** los vehículos que reciben una luz circular roja fija están prohibidos de pasar.

**-Luz flecha roja fija:** los vehículos que reciben una flecha roja fija están prohibidos de pasar.

Figura 13. Ejemplo de disposición estándar de los indicadores de semáforos.



Fuente: Manual de dispositivos de control de tránsito para calles y carreteras.

## 2.3. Marco Conceptual

### 2.3.1. Definiciones de Términos Básicos

**-Volumen de tránsito:** El volumen de tráfico se define como el número de vehículos que pasan por un punto en una vía, ya sea por un sentido de vía, un cruce o intersección durante un intervalo de tiempo específico. “Los volúmenes diarios son empleados para establecer modas a través del tiempo con fines de planificación” (Molinero y Sánchez, 1997, p. 156).

**-Velocidad de diseño:** “Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 96).

**-Dispositivo para el control de tránsito:** Se busca controlar el tránsito para asignar a los conductores el derecho de paso, facilitar la vialidad y garantizar el movimiento ordenado y predecible de la vía. Este control se puede alcanzar mediante semáforos, letreros, marcas que regulen, guían, canalizan el tránsito a la vez. “De la amplia variedad de dispositivos existentes en el mercado para garantizar el control de tránsito en diferentes niveles, es de interés particular para este documento describir los semáforos. Las intersecciones en estudio cuentan con dispositivos semaforicos” (Jiménez, 1996, p. 213).

**-Vía pública:** “Se define como uso dotacional para la vía pública el de los espacios de dominio y uso público destinados a posibilitar el movimiento de los peatones, los vehículos y los medios de transporte, así como la estancia de peatones y el estacionamiento de vehículos en dichos espacios” (Norma CE.010, 2010, p. 38).

**-Bombeo:** “Es la inclinación transversal mínima que deben tener las calzadas, ya sea en tramos en tangente o en curvas en contraperalte;

con la finalidad de evacuar las aguas superficiales” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 195).

**-Berma:** “Es una franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 192).

**-Carretera:** “Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del MTC” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 10).

**-Peralte:** “Es la inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 196).

**-Calzada o superficie de rodadura:** “Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye berma” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 190).

**-Índice medio diario Anual (IMDA):** “Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Los valores de IMDA proporcionan al proyectista, la información necesaria para determinar las características de diseño de la carretera, su clasificación y desarrollar los programas de mejoras y mantenimiento” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 92).

**-Carril:** “Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos” (Norma CE.010, 2010, p. 39).

**-Sección Transversal:** “Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 11).

**-Sub-rasante:** “Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno)” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 20).

**-CBR:** “CBR (California Bearing Ratio), es el valor soporte o resistencia al esfuerzo cortante del suelo, que estará referido al 95% de la Máxima Densidad Seca y a una penetración de carga de 2.54mm” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 35).

**-Serviciabilidad:** “La serviciabilidad de un pavimento se define como la idoneidad que tiene el mismo para servir a la clase de tránsito que lo va a utilizar” (Montejo, 2002, p. 265).

**-Confiabilidad:** “Se entiende por confiabilidad de un proceso diseño- comportamiento de un pavimento a la probabilidad de que una sección diseñada, se comportará satisfactoriamente bajo las condiciones de tránsito y ambientales durante el periodo de diseño” (Montejo, 2002, p. 263).

**-Pavimento:** “Está conformada por las siguientes capas: Base, sub-base y capa de rodadura. Su objetivo es resistir y distribuir esfuerzo originados por los vehículos” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 21).

**-Periodo de diseño:** “Es el tiempo, expresado en años, transcurrido entre la construcción (denominada año cero) y el momento de la rehabilitación del pavimento” (Norma CE.010, 2010, p. 44).

**-Sub-base:** “Es una capa de material especificado y con un espesor

de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 21).

**-Base:** “Es la capa inferior a la capa de rodadura del pavimento, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 21).

**-Tránsito promedio diario:** “Es el volumen de tránsito durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días del periodo. Según el periodo utilizado para medir el volumen de tránsito, el TPD puede ser anual, mensual o semanal” (Montejo, 2002, p. 18).

**-Volumen horario de diseño (VHD):** “El patrón de tráfico en cualquier carretera, muestra una variación en los volúmenes de tránsito, durante las distintas horas del día y de cada hora durante todo el año. El VHD deberá obtenerse a partir de un ordenamiento decreciente, de los mayores volúmenes horarios registrados a lo largo de todo un año” (Manual de Carreteras - DG, 2018, p. 94).

**-Señales Verticales:** “Son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios” (Manuel de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016, p. 13).

## 2.4. Hipótesis

Con el diseño vial propuesto se mejorará el servicio de transitabilidad vial y peatonal de la Av. Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad.

## 2.5. Variables e Indicadores (Cuadro de Operacionalización de Variables)

### 2.5.1. Variables

❖ **Independiente:** Servicio de Transitabilidad de la Av. Metropolitana.

❖ **Dependiente:** Propuesta de Diseño Vial.

### 2.5.2. Cuadro de Operacionalización de Variables

Tabla 01. Operacionalización de Variable Independiente.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Servicio de la Transitabilidad de Av. Metropolitana.</b>	<i>Indica analizar las características de la problemática existente del servicio de transitabilidad, entre ellos, el mal estado del pavimento asfáltico (grietas y hundimiento), la falta de señalización, la excesiva cantidad de polvo, la falta de vías auxiliares y puentes peatonales, la ausencia de policías de tránsito, etc.</i>	<i>Operacionalmente para que una vía urbana presente buenas condiciones se deben tener en cuenta la calidad de la estructura del pavimento, así como una buena señalización y un apto diseño geométrico para brindar seguridad y comodidad a la población. Por eso se debe hacer un diagnóstico de la zona para identificar los problemas que ésta presenta.</i>	Fallas del Pavimento	Hundimiento	Ficha de Recolección de Datos
				Grietas	Ficha de Recolección de Datos
				Deterioro	Ficha de Recolección de Datos
			Falta de Señalización	Falta de Señalización horiz. y vert.	Ficha de Recolección de Datos
				Falta de semáforos	Ficha de Recolección de Datos
			Carencia de un buen Diseño Geométrico	Falta de vía auxiliar	Ficha de Recolección de Datos y Lev. Top.
				No se define bermas	Ficha de Recolección de Datos y Lev. Top.
				No existen puentes peatonales	Ficha de Recolección de Datos y Levant. Topográfico
				No presenta control de accesos	Ficha de Recolección de Datos y Levant. Topográfico
				Carencia de dispositivos de control de tránsito	Ficha de Recolección de Datos y Levant. Topográfico

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 02. Operacionalización de Variable Dependiente.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Propuesta de Diseño Vial</b>	Indica guiarse de normas y manuales actualizados para poder diseñar y desarrollar una buena propuesta para el bien de los beneficiarios.	Operacionalmente para diseñar una vía con un largo periodo de años y tenga una buena transitabilidad y durabilidad del pavimento. Se necesita aplicar métodos y diseños acorde a la zona de estudio. Por ello que el desarrollo de este coleccionable se centra en realizar una propuesta basándose en la normativa para una mejor calidad de vida en la infraestructura vial y transitabilidad de la misma.	Método de Diseño AASTHO 93	Estructura del Pavimento	Tablas AASHTO
				El suelo	Proctor
			Diseño de Señalización	Señalización horizontal	Registro de datos de campo y Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor
				Señalización vertical	
				Semáforos	
			Diseño Geométrico	Velocidad de Diseño	Norma teórica
				Clasificación de la red vial urbana	Norma teórica
				Diseño horizontal	Software de Ingeniería
				Diseño vertical	Software de Ingeniería
				Diseño de perfil y sección transversal	Software de Ingeniería
Control de accesos	Norma teórica				

Fuente: Elaboración Propia.

### III. METODOLOGÍA EMPLEADA

#### 3.1. Tipo y Nivel de Investigación

##### 3.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es Aplicada.

##### 3.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación es Descriptiva.

## 3.2. Población y Muestra de Estudio

### 3.2.1. Población de Estudio

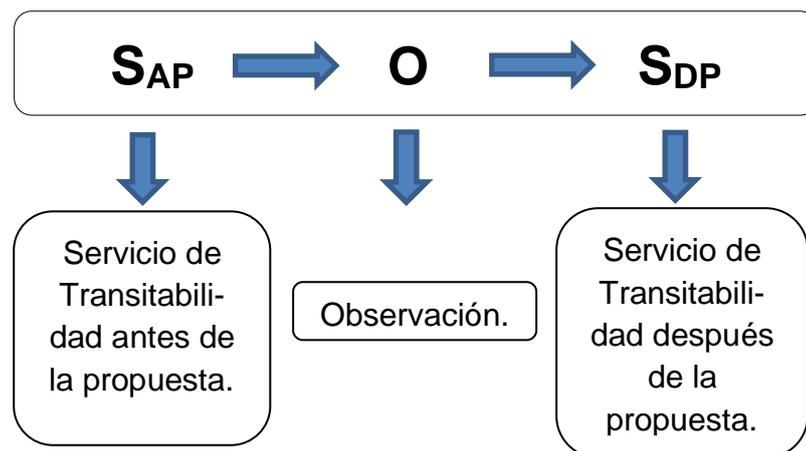
En el trabajo de investigación la población de estudio fue el Sistema Vial Urbano de la Provincia de Trujillo, La Libertad.

### 3.2.2. Muestra de Estudio

La muestra de estudio fue la Avenida Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta el Sector de Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad.

## 3.3. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es De Campo, por lo que se planteó el esquema de la siguiente manera:



Dónde:

- ❖ **S<sub>AP</sub>**: Representó el servicio de transitabilidad de la Av. Metropolitana antes de realizar la propuesta de diseño vial.
- ❖ **O**: Representó la información que se adquiere del levantamiento de observaciones.

- ❖ **SDP:** Representó un diseño vial para una correcta transitabilidad vial y peatonal de la Av. Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta el Sector de Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, La Libertad.

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de Investigación**

#### **3.4.1. Técnicas de Investigación**

- Observación y conteo del tráfico vehicular.
- Levantamiento topográfico del área a evaluar.
- Sacar muestras al suelo de la zona de estudio para poder obtener así las características técnicas y mecánicas del suelo.
- Recolección de datos y conteo vehicular para el diseño de la estructura del pavimento.
- Recolección de datos para el diseño geométrico.

#### **3.4.2. Instrumentos de Investigación**

- Formatos para el estudio de tráfico.
- Equipos topográficos y de laboratorio para las características técnicas y mecánicas del suelo.
- Libros y normas para el diseño de la estructura del pavimento y para el diseño geométrico.
- Notas de campo para la señalización vial.
- Software computacional.
- Guías de observaciones donde se ubicó la falta de señalización y así se diseñó la señalización vial.

### **3.5. Procesamiento y Análisis de Datos**

#### **3.5.1. Procesamiento de Datos**

- Se hizo un formato de apuntes del conteo para el estudio de tráfico.

- Se utilizó los equipos topográficos adecuados para el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Se utilizó los equipos e instrumentos necesarios para poder obtener muestras del suelo para el estudio de mecánica de suelos.
- Se realizó el diseño del pavimento, teniendo en cuenta los espesores del pavimento según normas y manuales y los parámetros de diseño según metodología AASHTO 93.
- Se realizó el diseño geométrico, con softwares especializados en ingeniería ya mencionados al inicio del informe de investigación.
- Se hizo un formato de apuntes de la observación para el diseño de señalización vial.

### **3.5.2. Análisis de Datos**

- Para el estudio de tránsito vehicular los datos se analizaron mediante un conteo de vehículos, donde se observó las horas puntas del tráfico en la zona. Además, se clasificó el tipo de vehículos según las categorías del Manual de Dispositivos del Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016 y del Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos, 2014).
- El estudio topográfico se realizó haciendo un levantamiento a la zona con los equipos de estación total, prismas y miras. Y mediante el uso del software de ingeniería y Excel se analizaron los datos tomados en campo.
- Para el estudio del suelo se tomaron muestras de la zona de investigación y se analizaron las muestras obtenidas en un laboratorio de suelos, guiándonos mediante el Manual de Carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos, 2014).
- Para el diseño del pavimento se usó el método AASHTO 93, guiándonos todo lo que corresponde a este método.

- El diseño geométrico vial urbano del tramo de estudio de la Av. Metropolitana, se realizó mediante programas especializados en ingeniería ya mencionados al inicio del trabajo de investigación.
- La señalización vial se elaboró mediante las observaciones realizadas en la vía urbana y juicio experto.

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Estudio Topográfico

#### 4.1.1. Ubicación y Delimitación

El trabajo de investigación tiene su ubicación geográfica en la región de la costa del Perú, específicamente en la Av. Metropolitana comprendida desde el Óvalo El Milagro hasta el Sector de Los 4 Suyos, Provincia de Trujillo, Departamento de La Libertad. La zona en estudio está delimitada por el norte con la conexión de la Panamericana Norte y por el sur con el Distrito de la Esperanza.

Figura 14. Perú



Fuente: Google Maps.

Figura 15. Dpto. La Libertad



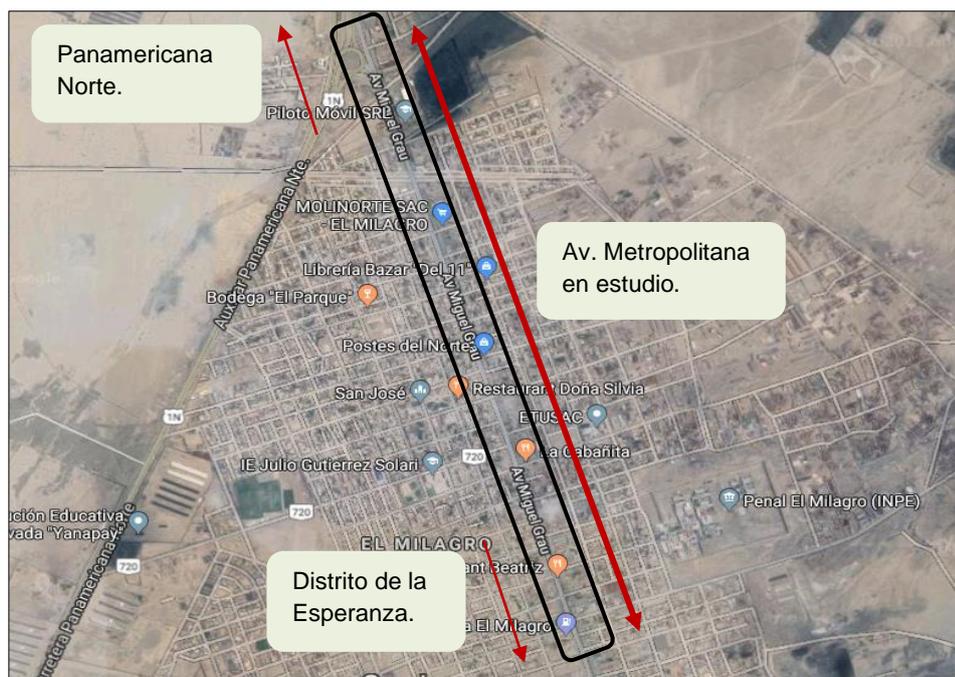
Fuente: Google Maps.

Figura 16. Provincia de Trujillo.



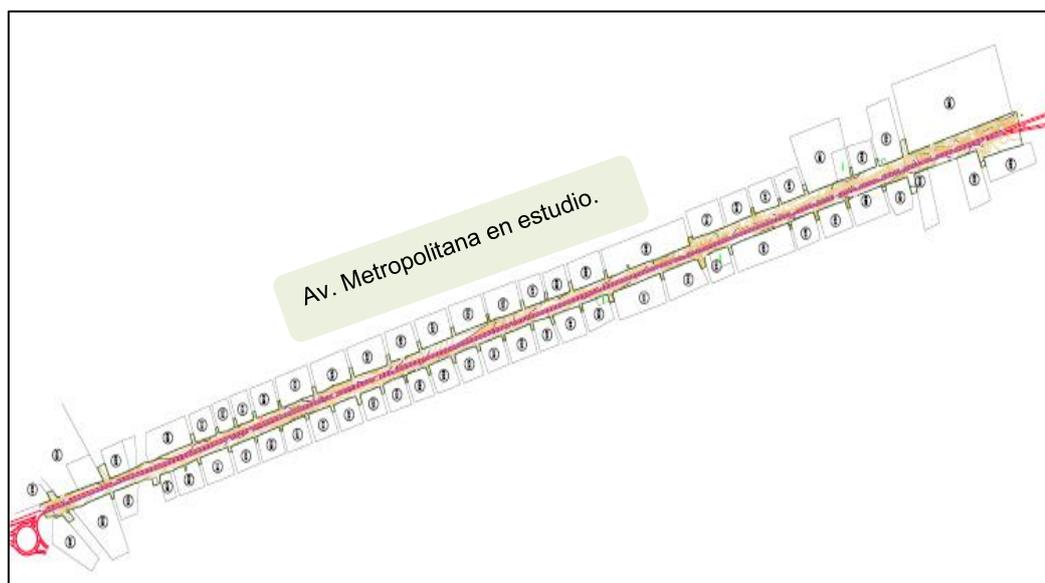
Fuente: Google Maps.

Figura 17. Delimitación de la zona de estudio.



Fuente: Google Maps.

Figura 18. Planta general AutoCAD Civil 3D.



Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.1.2. Acceso a la Zona de Estudio

El acceso a la Av. Metropolitana comienza del Óvalo El Milagro (entrada de la Provincia de Trujillo) hasta el sector de Los 4 Suyos - La Esperanza, siendo un recorrido total de 4.370 km.

### 4.1.3. Metodología del Trabajo Realizado

#### ❖ Trabajo de Campo

Se realizó el levantamiento topográfico con el fin de obtener el detalle del terreno, para posteriormente realizar nuestro Diseño Geométrico. El trabajo se ha realizado en el sistema de coordenadas UTM con el DATUM WGS 84 y en la ZONA 17 SUR (*ver anexo 01*).

Se llevó a cabo lo siguiente:

- Se hizo un recorrido de la zona para la ubicación de puntos base con la Estación Total Leyca TS09.
- Se procedió poner puntos de control o geo-referenciales en ambos extremos de la avenida metropolitana cada 100 a 120 metros.
- Puestos las estacas de los puntos geo-referenciales se procedió a realizar el levantamiento topográfico.

#### ❖ Trabajo de Gabinete

Una vez realizado el levantamiento topográfico con la estación total en campo, se procedió a procesar la información, descargando las coordenadas obtenidas de la estación total. Se exportó al formato Excel, delimitándolas por coma en el siguiente orden: Punto, Norte, Este, Elevación y Descripción; para el reconocimiento del software AutoCAD Civil 3D. En el software AutoCAD Civil 3D, se realizó lo siguiente (*ver anexo 01*):

- Importación de los puntos para la generación de la superficie del proyecto.
- Generación de Curvas de nivel mayores y menores.
- Se realizó el alineamiento de la avenida.
- Se generó el perfil longitudinal de la avenida.
- Se obtuvieron las secciones transversales.

#### 4.1.4. Relación de Recursos del Levantamiento Topográfico

Tabla 03. Relación de Recursos.

EQUIPO	PERSONAL	MATERIAL
-Estación Total Leyca TS09. -GPS Etrex Hc Naveg. -Trípode de aluminio. -Mira taquimétrica. -2 bastones telescópicos de 3.50 metros con sus prismas. -Cámara digital LG.	-Ingeniero Civil. -01 topógrafo. -02 tesistas. -03 ayudantes.	-Estacas. -Chalecos de trabajo. -01 Comba. -Clavos de acero. -Spray naranja.

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.1.5. Datos Obtenidos

##### ❖ Puntos de Control

Tabla 04. BM's.

BM	ESTE	NORTE	COTA
1	714024.85	9110275.74	125.95
2	714119.47	9109954.57	126.00
3	714111.10	9110046.74	128.41
4	714026.28	9110160.29	125.84
5	714077.92	9110167.93	127.26
7	713996.95	9110271.11	125.98
8	714033.43	9110285.99	126.43
9	713954.74	9110412.78	126.12
10	713987.78	9110418.60	126.31
11	713919.12	9110522.56	126.01
12	713957.20	9110532.84	126.38
13	713884.62	9110648.80	126.58
14	713947.31	9110530.98	126.08
15	713911.97	9110649.78	126.19
16	713871.84	9110779.30	126.56
17	713835.76	9110783.58	126.27
18	713805.88	9110895.71	126.02
19	713765.19	9111016.79	125.85
20	713793.04	9111032.19	125.99
21	713715.04	9111170.36	125.93
22	713750.92	9111184.28	126.24
23	713651.33	9111359.66	127.85

24	713692.69	9111364.38	128.72
25	713642.27	9111510.10	129.50
26	713605.62	9111511.65	129.10
27	713594.91	9111665.52	130.32
28	713566.55	9111652.77	129.78
29	713500.06	9111837.81	129.88
30	713456.92	9111990.79	131.75
31	713545.79	9111850.49	130.82
32	713495.40	9111998.80	132.12
33	713453.14	9112133.17	134.84
34	713416.24	9112116.93	134.34
35	713366.65	9112263.65	134.61
36	713402.01	9112286.91	135.51
37	713331.41	9112392.38	136.07
38	713365.43	9112407.26	136.43
39	713321.93	9112532.12	137.15
40	713280.12	9112521.08	136.46
41	713229.09	9112673.91	136.49
42	713273.73	9112688.75	137.16
44	713192.06	9112786.80	136.28
45	713236.83	9112808.86	137.48
46	713169.69	9113005.52	137.15
47	713119.53	9113009.48	136.46
48	713124.44	9113138.94	137.59
49	713083.61	9113120.79	136.49
51	713049.36	9113273.71	137.31
52	713077.19	9113281.33	137.35
53	713031.10	9113420.67	138.05
54	712988.16	9113414.23	137.45
55	712946.92	9113540.78	137.25
56	712985.58	9113565.81	137.83
57	712942.32	9113690.51	138.42
58	712906.70	9113681.86	137.31
59	712891.44	9113861.08	137.71
60	712853.59	9113851.56	137.56
61	712809.42	9113994.51	137.44
62	712786.75	9114053.76	137.81
63	712821.01	9114065.03	138.43
64	712842.45	9113996.66	138.15
65	714066.27	9110034.37	126.24
66	714145.38	9109931.29	126.73
67	714101.99	9109925.10	125.50
68	714127.15	9109798.68	125.48
69	714182.63	9109813.19	127.20
70	713823.09	9110940.56	126.11
71	713555.59	9111751.87	130.98
72	713485.32	9111985.53	131.72
73	713388.36	9112292.21	135.36

74	713337.86	9112447.24	136.61
75	713183.56	9112924.76	136.82
76	713059.81	9113323.74	137.83
77	712924.08	9113725.08	138.47

Fuente: Elaboración Propia.

#### ❖ Área del Terreno

Tabla 05. Área Total del Terreno.

Descripción	Área total del Terreno
De acuerdo con el Levantamiento Topográfico.	305 900 m2.

Fuente: Elaboración Propia.

#### ❖ Punto Inicial y Final del Área

Tabla 06. Coordenadas y Cota Punto Inicial y Final.

PTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	714024.85	9110275.74	125.95	A
77	712924.08	9113725.08	138.47	B

Fuente: Elaboración Propia.

## 4.2. Estudio de Mecánica de Suelos

### 4.2.1. Exploración de Campo

Se llevó a cabo la ejecución de pozos exploratorios (calicatas) a cielo abierto de 1,5 m de profundidad, se excavaron un total de 16 calicatas cada 250 metros según el requerimiento de nuestro diseño del pavimento flexible (*ver anexo 02*), de las cuales solo se encontró 4 muestras distintas representativas tal como a continuación se lo expone:

#### ❖ Calicata N°03

Grava Limosa bien graduada GW–GM. Su clasificación AASHTO es A-1a. No se presentó nivel freático al 1.50m de profundidad.

Relleno Inorgánico	De 0 a 0.30 m
Grava Limosa bien graduada (GW-GM)	De 0.30 a 1.50 m

❖ **Calicata N°12**

Arena Uniforme SP. Su clasificación AASHTO es A-3. No se presentó nivel freático al 1.50m de profundidad.

Relleno Inorgánico	De 0 a 0.50 m
Arena Uniforme (SP)	De 0.50 a 1.50 m

❖ **Calicata N°13**

Grava Bien Graduada GW. Su clasificación AASHTO es A-1a. No se presentó nivel freático al 1.50m de profundidad.

Relleno Orgánico	De 0 a 0.20 m
Relleno Inorgánico	De 0.20 a 0.70 m
Grava Bien Graduada (GW)	De 0.70 a 1.50 m

❖ **Calicata N°16**

Arena Limosa Uniforme SP-SM. Su clasificación AASTHO es A-2-4. No se presentó nivel freático al 1.50m de profundidad.

Relleno Inorgánico	De 0 a 0.25 m
Arena Limosa Uniforme (SP-SM)	De 0.25 a 1.50 m

**4.2.2. Ensayos de Laboratorio**

Una vez recogida las muestras de campo, se realizó los siguientes ensayos para una clasificación y descripción del comportamiento del suelo de la zona en estudio.

❖ **Análisis Granulométrico (MTC E107-ASTM D-422)**

Este ensayo se realizó para determinar cuantitativamente la distribución de los diferentes tamaños de partículas que contiene nuestro suelo, por separación a través de tamices dispuestos sucesivamente de mayor a menor abertura.

Tabla 07. Análisis Granulométrico.

<b>N° DE CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>% GRAVA (3" a #4)</b>	<b>% ARENA (#4 a #200)</b>	<b>% FINO (Menor a #200)</b>
C-1	M-1	60.12%	33.98%	5.91%
C-1	M-2	57.88%	38.67%	3.45%
C-2	M-1	59.59%	34.11%	6.30%
C-3	M-1	59.77%	34.09%	6.14%
C-4	M-1	59.58%	32.79%	7.64%
C-5	M-1	59.49%	32.90%	7.60%
C-6	M-1	59.53%	32.78%	7.70%
C-7	M-1	59.00%	33.05%	7.96%
C-8	M-1	58.46%	33.40%	8.14%
C-9	M-1	58.26%	33.07%	8.67%
C-10	M-1	57.27%	33.84%	8.89%
C-11	M-1	59.13%	33.81%	7.06%
C-12	M-3	0.00%	95.56%	4.44%
C-13	M-2	57.60%	38.44%	3.96%
C-14	M-1	59.55%	33.88%	6.57%
C-14	M-2	57.21%	38.48%	4.31%
C-15	M-1	59.74%	32.51%	7.75%
C-15	M-2	57.48%	38.23%	4.29%
C-16	M-4	0.00%	92.56%	7.44%

Fuente: Elaboración Propia.

### ❖ Límite Líquido (MTC E 110/ASTM D-4318)

Este ensayo se realizó para determinar el mayor contenido de humedad que puede tener un suelo sin pasar del estado plástico al líquido. El estado líquido se define como la condición en la que la resistencia al corte del suelo es tan baja que un ligero esfuerzo lo hace fluir.

Tabla 08. Límite Líquido.

N° DE CALICATA	MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO
C-1	M-1	13.41%
C-1	M-2	NP
C-2	M-1	17.56%
C-3	M-1	14.11%
C-4	M-1	17.61%
C-5	M-1	17.74%
C-6	M-1	17.97%
C-7	M-1	22.98%
C-8	M-1	20.19%
C-9	M-1	22.14%
C-10	M-1	15.22%
C-11	M-1	13.42%
C-12	M-3	NP
C-13	M-2	NP
C-14	M-1	14.16%
C-14	M-2	NP
C-15	M-1	17.81%
C-15	M-2	NP
C-16	M-4	19.24%

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Límite Plástico (MTC E 111/ASTM D-4318)**

Este ensayo se realizó para determinar la mínima cantidad de humedad con la cual el suelo se vuelve a la condición de plasticidad. Es decir, el suelo no admite deformaciones sin rotura.

Tabla 09. Límite Plástico.

N° DE CALICATA	MUESTRA	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
C-1	M-1	10.09%	3.32%
C-1	M-2	NP	NP
C-2	M-1	14.34%	3.23%
C-3	M-1	10.35%	3.77%
C-4	M-1	13.88%	3.73%
C-5	M-1	14.76%	2.98%
C-6	M-1	14.67%	3.30%
C-7	M-1	19.23%	3.75%
C-8	M-1	17.33%	2.86%
C-9	M-1	20.30%	1.84%
C-10	M-1	12.89%	2.33%
C-11	M-1	10.71%	2.71%
C-12	M-3	NP	NP
C-13	M-2	NP	NP
C-14	M-1	11.55%	2.62%
C-14	M-2	NP	NP
C-15	M-1	15.23%	2.58%
C-15	M-2	NP	NP
C-16	M-4	17.24%	2.00%

Fuente: Elaboración Propia.

### ❖ Contenido de Humedad (MTC E108/ASTM D-2216)

Este ensayo se realizó para determinar el contenido de humedad de una muestra de suelo. Saber el grado de humedad es importante ya que la resistencia de los suelos, en especial los finos, se encuentran directamente asociadas con condiciones de humedad y densidad, para explicar el comportamiento de este, por ejemplo, cambios de volumen, cohesión, estabilidad mecánica.

Tabla 10. Contenido de Humedad.

N° DE CALICATA	MUESTRA	CONTENIDO DE HUMEDAD
C-1	M-1	0.87
C-1	M-2	1.23
C-2	M-1	0.50
C-3	M-1	1.05
C-4	M-1	0.75
C-5	M-1	0.69
C-6	M-1	0.77
C-7	M-1	0.65
C-8	M-1	0.69
C-9	M-1	0.88
C-10	M-1	0.74
C-11	M-1	0.65
C-12	M-3	0.45
C-13	M-2	0.89
C-14	M-1	0.65
C-14	M-2	1.21
C-15	M-1	0.85
C-15	M-2	0.85
C-16	M-4	0.50

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Clasificación SUCS - Sistema Unificado Clasificación de Suelos (ASTM D-2487)**

Este ensayo se realizó para determinar las características de los suelos, según las pruebas anteriores, se podrá estimar el comportamiento aproximado del suelo en estudio especialmente con el ensayo de granulometría.

Tabla 11. Clasificación SUCS.

<b>N° DE CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>CLASIFICACIÓN SUCS</b>
C-1	M-1	GW-GM
C-1	M-2	GW
C-2	M-1	GW-GM
C-3	M-1	GW-GM
C-4	M-1	GW-GM
C-5	M-1	GW-GM
C-6	M-1	GW-GM
C-7	M-1	GW-GM
C-8	M-1	GW-GM
C-9	M-1	GW-GM
C-10	M-1	GW-GM
C-11	M-1	GW-GM
C-12	M-3	SP
C-13	M-2	GW
C-14	M-1	GW-GM
C-14	M-2	GW
C-15	M-1	GW-GM
C-15	M-2	GW
C-16	M-4	SP-SM

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **Proctor Método Modificado (MTC E115/ASTM D-1557)**

Este ensayo se realizó para determinar la densidad seca máxima de un suelo en relación con su grado de humedad, a una determinada compactación.

Tabla 12. Proctor Modificado.

N° DE CALICATA	MUESTRA	PROCTOR	
		DSM(g/cc)	OCH (%)
C-1	M-1	2.01	8.31
C-2	M-1	2.01	8.31
C-3	M-1	2.01	8.31
C-4	M-1	2.01	8.31
C-5	M-1	2.01	8.31
C-6	M-1	2.01	8.31
C-7	M-1	2.01	8.31
C-8	M-1	2.01	8.31
C-9	M-1	2.01	8.31
C-10	M-1	2.01	8.31
C-11	M-1	2.01	8.31
C-12	M-3	1.97	8.68
C-14	M-1	2.01	8.31
C-15	M-1	2.01	8.31
C-16	M-4	1.97	8.68

Fuente: Elaboración Propia.

La muestra 2 por ser una Grava bien graduada (GW), se le realizó el ensayo de densidad seca máxima y densidad seca mínima, como se muestra a continuación:

Tabla 13. Densidad Seca Máxima y Mínima.

N° DE CALICATA	MUESTRA	DENSIDAD SECA MÁXIMA	DENSIDAD SECA MÍNIMA
C-1	M-2	1.91	1.69
C-13	M-2	1.91	1.69
C-14	M-2	1.91	1.69
C-15	M-2	1.91	1.69

Fuente: Elaboración Propia.

❖ **CBR - California Bearing Ratio (MTC E132/ASTM D-1883)**

Este ensayo se realizó para determinar la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo y poder determinar la calidad del terreno para el diseño del pavimento.

Tabla 14. CBR.

N° DE CALICATA	MUESTRA	CBR (95%)
C-1	M-1	60
C-1	M-2	56
C-2	M-1	60
C-3	M-1	60
C-4	M-1	60
C-5	M-1	60
C-6	M-1	60
C-7	M-1	60
C-8	M-1	60
C-9	M-1	60
C-10	M-1	60
C-11	M-1	60
C-12	M-3	42

C-13	M-2	56
C-14	M-1	60
C-14	M-2	56
C-15	M-1	60
C-15	M-2	56
<b>C-16*</b>	<b>M-4</b>	<b>42</b>

Fuente: Elaboración Propia.

### 4.3. Estudio del Tráfico Vehicular

#### 4.3.1. Conteo Vehicular

En las siguientes tablas N° 15 y 16, se aprecia el resumen de los conteos vehiculares para cada tipo de vehículo, que se realizaron durante 7 días (24 horas cada día), desde el 29/04/2019 al 05/05/2019, para ambas estaciones o puntos de control (*ver anexo 03*):

Tabla 15. Resumen de Conteo Vehicular por Día (Estación - Óvalo El Milagro).

DÍA	FECHA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler		
		AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICRO BÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3
LUNES	29/04/2019	5821	2850	1969	1372	399	107	19	611	489	32	3	74	394
MARTES	30/04/2019	6021	2936	2099	1530	477	125	29	713	559	48	6	90	438
MIÉRCOLES	01/05/2019	5862	2848	1790	1208	342	106	14	527	480	32	2	75	379
JUEVES	02/05/2019	6031	2942	2342	1857	608	145	40	924	665	74	6	102	503
VIERNES	03/05/2019	6106	2991	2239	1748	584	148	37	863	695	65	2	103	500
SÁBADO	04/05/2019	5606	2733	1990	1354	405	138	30	598	690	58	4	94	518
DOMINGO	05/05/2019	5066	2418	1298	822	243	90	12	354	452	26	1	66	353

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16. Resumen del Conteo Vehicular por Día (Estación - Los 4 Suyos).

DÍA	FECHA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler		
		AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICRO BÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3
LUNES	29/04/2019	11276	5454	1928	1585	497	114	17	756	511	29	2	38	221
MARTES	30/04/2019	11570	5586	2099	1789	589	128	25	899	555	42	5	54	259
MIÉRCOLES	01/05/2019	11152	5368	1778	1478	477	107	12	722	496	26	4	40	208
JUEVES	02/05/2019	11792	5700	2282	1959	655	158	34	986	706	57	7	64	316
VIERNES	03/05/2019	11766	5695	2203	2059	733	162	31	1108	750	57	3	69	338
SÁBADO	04/05/2019	11310	5461	2003	1638	535	131	32	809	631	63	3	55	317
DOMINGO	05/05/2019	10728	5125	1365	1091	359	114	12	552	539	23	2	28	164

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N°17, se muestra el resumen promedio de los conteos vehiculares para cada tipo de vehículo que se realizaron en ambas estaciones de control:

Tabla 17. Resumen Promedio del Conteo Vehicular por Día (Av. Metropolitana).

DÍA	FECHA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler		
		AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICRO BÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3
LUNES	29/04/2019	8549	4152	1949	1479	448	111	18	684	500	31	3	56	308
MARTES	30/04/2019	8796	4261	2099	1660	533	127	27	806	557	45	6	72	349
MIÉRCOLES	01/05/2019	8507	4108	1784	1343	410	107	13	625	488	29	3	58	294
JUEVES	02/05/2019	8912	4321	2312	1908	632	152	37	955	686	66	7	83	410
VIERNES	03/05/2019	8936	4343	2221	1904	659	155	34	986	723	61	3	86	419
SÁBADO	04/05/2019	8458	4097	1997	1496	470	135	31	704	661	61	4	75	418
DOMINGO	05/05/2019	7897	3772	1332	957	301	102	12	453	496	25	2	47	259

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3.2. Cálculo del IMD

En la tabla N°18, se calcula el IMD por vehículo, que resulta siendo el promedio de vehículos por tipo contabilizados durante la semana.

Tabla 18. IMD (Av. Metropolitana).

VOLUMEN VEHICULAR DIARIO													IMD
Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			
AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3	
8579	4151	1956	1535	493	127	25	745	587	45	4	68	351	18666

Fuente: Elaboración Propia.

En nuestro trabajo de investigación se plantea realizar dos diseños de pavimento flexible según el método AASHTO 93, uno corresponde para las **vías principales** y otra corresponde para **cada vía auxiliar** presentes en nuestra propuesta de diseño vial de la Av. Metropolitana.

En la tabla N° 19, se asume por criterio un 80% de los valores de la tabla N° 18, que es del promedio de vehículos por tipo contabilizados durante la semana, que corresponderá solamente para el diseño del pavimento flexible para las **dos vías principales** de nuestra propuesta de diseño vial de la Av. Metropolitana y se muestra a continuación:

Tabla 19. IMD (Vías Principales).

VOLUMEN VEHICULAR DIARIO													IMD
Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			
AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3	
6863	3321	1565	1228	394	102	20	596	470	36	3	54	281	14933

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N° 20, se asume por criterio un 20% de los valores de la tabla N° 18, que es del promedio de vehículos por tipo contabilizados durante la semana, que corresponde para las dos vías auxiliares de nuestra propuesta de diseño vial de la Av. Metropolitana y se muestra a continuación:

Tabla 20. IMD (Vías Auxiliares).

VOLUMEN VEHICULAR DIARIO													IMD
Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			
AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3	
1716	830	391	307	99	25	5	149	117	9	1	14	70	3733

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla N° 21, se asume por criterio la mitad o un 50% de los valores de la tabla N° 20, que corresponderá solamente para el diseño del pavimento flexible para **cada vía auxiliar** de nuestra propuesta de diseño vial de la Av. Metropolitana y se muestra a continuación:

Tabla 21. IMD (Cada Vía Auxiliar).

VOLUMEN VEHICULAR DIARIO													IMD
Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			
AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3	
858	415	196	154	49	13	3	75	59	5	0	7	35	1867

Fuente: Elaboración Propia.

#### 4.3.3. Cálculo de Tasas de Crecimiento y Proyección y Periodo de Diseño

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014-MTC/14, establece:

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando la siguiente fórmula por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga:

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

Donde:

- ❖  $T_n$ = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día.
- ❖  $T_o$ = Tránsito actual (año base o) en veh/día.
- ❖  $n$ = Número de años del periodo de diseño.
- ❖  $r$ = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

“El periodo de diseño a ser empleado para el presente manual de diseño para pavimentos flexibles será hasta 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodo de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de diseño en una etapa de 20 años. El ingeniero de diseño de pavimentos puede ajustar el periodo de diseño según las condiciones específicas del proyecto y lo requerido por la entidad” (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 131).

En este trabajo de investigación, se hará dos diseños para pavimento flexible mediante el método AASHTO 93, ya sea para las **vías principales** y para **cada vía auxiliar**, por lo que nuestro periodo de diseño será de 20 años para ambos casos.

#### 4.3.4. Cálculo del Factor de Crecimiento Acumulado (Fca)

De acuerdo al Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - R.D. N° 10-2014-MTC/14, la tasa anual del crecimiento del tránsito "r", se asocia con la tasa anual de crecimiento poblacional

y con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el PBI; así que para nuestro caso será referente a la Provincia de Trujillo. Por lo tanto, según los factores de tasas de crecimiento, corresponde un valor para "r" anual del:

$r_{vp} =$	4.00%	Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros)
$r_{vc} =$	3.00%	Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (para vehículos de carga)

<b>r=</b>	<b>4%</b>
-----------	-----------

El diseño del pavimento flexible de la Av. Metropolitana para las **vías principales** y para **cada vía auxiliar**, se hizo para un periodo de:

<b>t=</b>	<b>20</b>
-----------	-----------

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014-MTC/14, establece:

Tabla 22. Factores de Crecimiento Acumulado (Fca).

**Factores de Crecimiento Acumulado (Fca)  
Para el Cálculo de Número de Repeticiones de EE**

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	5.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00			29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Dichos valores mostrados en la tabla N° 22, resultan de la siguiente fórmula:

$$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

- ❖ r= Tasa anual de crecimiento.
- ❖ n= Periodo de diseño.

De esta manera, para los **dos diseños del pavimento flexible**, obtuvimos para el Fca un valor de:

<b>Fca=</b>	<b>29.78</b>
-------------	--------------

#### 4.3.5. Cálculo del Factor de Distribución (Fd) y del Factor de Carril (Fc)

Para obtener los valores Fd y Fc, se tuvo en cuenta el número de calzadas que se desea diseñar para el pavimento flexible, así como el número de sentidos para las calzadas y el número de carriles por sentido.

En nuestro diseño, para las **vías principales**, se va a realizar 2 calzadas con separador central, de 2 sentidos, con 3 carriles por sentido.

Y para **cada vía auxiliar**, se va a realizar 1 calzada, de 1 sentido, con 2 carriles por sentido.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014MTC/14, establece los valores para Fd y Fc, que se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 23. Factores Fd y Fc.

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

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

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

De tal forma, para las **vías principales** obtuvimos para el factor de distribución direccional (Fd) y para el factor de distribución carril (Fc) valores de:

<b>Fd=</b>	<b>0.50</b>
<b>Fc=</b>	<b>0.60</b>

Y para **cada vía auxiliar**, obtuvimos para el factor de distribución direccional (Fd) y para el factor de distribución carril (Fc) valores de:

<b>Fd=</b>	<b>1.00</b>
<b>Fc=</b>	<b>0.80</b>

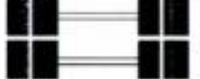
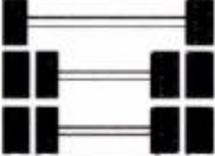
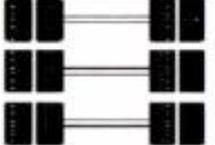
**4.3.6. Conteo del Factor Eje Equivalente (E.E) y Factor Vehículo Pesado (Fvp)**

El Factor E.E. es el factor destructivo de los vehículos pesados. Las distintas cargas que actúan sobre la estructura del pavimento dependen del tipo de eje y número de neumáticos del vehículo pesado.

Del conteo vehicular realizado, se definió a los distintos tipos de vehículos pesados que transitaban por la zona de estudio. Por lo cual, corresponde una configuración vehicular específica para cada tipo de vehículo pesado encontrado.

Para determinar el Factor E.E. se estableció la configuración de ejes que poseen los vehículos pesados, como la relación de cargas por eje para pavimento flexible. Del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014MTC/14, se tiene la siguiente figura:

Figura 19. Configuración de ejes.

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de 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	

**Nota:**

RS : Rueda Simple

RD: Rueda Doble

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Para el cálculo de los EE, se utilizará la siguiente relación simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de la tabla del apéndice D de la Guía AASHTO 93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento.

Por lo tanto, del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - R.D. N° 10-2014MTC/14, se tiene la siguiente tabla:

Tabla 24. Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes para Pavimentos Flexibles.

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

Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

"El Factor Vehículo Pesado (Fvp), se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes (E.E.) entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado" (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 68).

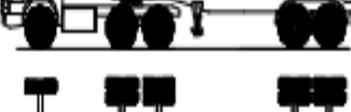
El cálculo del Factor Vehículo Pesado (Fvp), debe realizarse utilizando las cargas reales por eje de los vehículos pesados encuestados en el censo de cargas y en concordancia con el Reglamento Nacional de Vehículos (RNV) vigente.

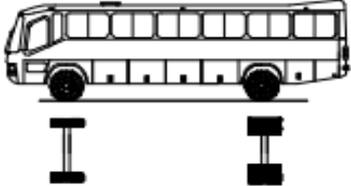
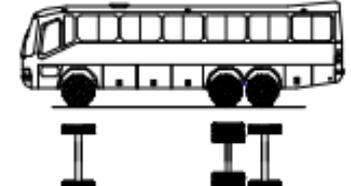
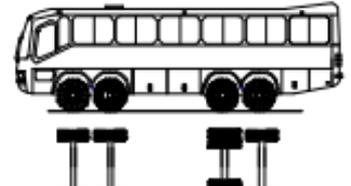
A tal razón y según el Anexo IV del RNV para calcular el Fvp y el factor E.E, se muestra en la figura los pesos y medidas máximas permitidas de los tipos de vehículos pesados encontrados en el conteo vehicular de nuestra zona de estudio:

Figura 20. Pesos y medidas máximas permitidas.

**ANEXO IV : PESOS Y MEDIDAS**

**1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS**

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. ( m )	Peso máximo ( t )				Peso bruto máx. ( t )	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1°	2°	3°		4°
C2		12,30	7	11	---	---	---	18
C3		13,20	7	18	---	---	---	25
C4		13,20	7	23 <sup>(1)</sup>	---	---	---	30
T2S1		20,50	7	11	11	---	---	29
T3S2		20,50	7	18	18	---	---	43
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 <sup>(2)</sup>

B2		13,20	7	11	--	--	--	18
B3-1		14,00	7	16	--	--	--	23
B4-1		15,00	7+7 <sup>(B)</sup>	16	--	--	--	30

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos.

En la tabla N° 25, según las fórmulas a usarse en este punto tanto para el diseño de las **vías principales** y de **cada vía auxiliar**, se muestra el total del factor camión para cada tipo de vehículo pesado encontrado en el conteo vehicular de nuestra zona de estudio:

Tabla 25. Cálculo del Fvp.

TIPO DE VEHÍCULO		TIPO EJE	NUMERO LLANTAS	CARGA EJE Tn	Fvp (tipo eje)	Fvp total
Vehículos Ligeros	Autos	SIMPLE	2	1	0.000527	0.001054
		SIMPLE	2	1	0.000527	
	Camionetas	SIMPLE	2	1	0.000527	0.001054
		SIMPLE	2	1	0.000527	
	Combi	SIMPLE	2	1	0.000527	0.001054
		SIMPLE	2	1	0.000527	
	Microbús	SIMPLE	2	1	0.000527	0.001054
		SIMPLE	2	1	0.000527	
Buses	B2	SIMPLE	2	7	1.265367	4.503654
		SIMPLE	4	11	3.238287	
	B3-1	SIMPLE	2	7	1.265367	2.631311
		TANDEM	6	16	1.365945	
	B4-1	SIMPLE	2	7	1.265367	3.896678
		SIMPLE	2	7	1.265367	
TANDEM		6	16	1.365945		

Camiones	C2	SIMPLE	2	7	1.265367	4.503654
		SIMPLE	4	11	3.238287	
	C3	SIMPLE	2	7	1.265367	3.284580
		TANDEM	8	18	2.019213	
	C4	SIMPLE	2	7	1.265367	2.773550
		TRIDEM	10	23	1.508184	
Semi Tráiler y/o Tráiler	T2S1	SIMPLE	2	7	1.265367	7.741941
		SIMPLE	4	11	3.238287	
		SIMPLE	4	11	3.238287	
	T3S2	SIMPLE	2	7	1.265367	5.303794
		TANDEM	8	18	2.019213	
		TANDEM	8	18	2.019213	
	T3S3	SIMPLE	2	7	1.265367	4.990606
		TANDEM	8	18	2.019213	
		TRIDEM	12	25	1.706026	

Fuente: Elaboración Propia.

Cabe resaltar que se asume para todos los **vehículos ligeros** una carga de 1 ton por eje, ya que es un valor estimado del peso máximo que estos vehículos puedan soportar.

#### 4.3.7. Cálculo del Factor de Ajuste de Presión de Neumático (Fp)

"El factor de ajuste de presión de neumáticos, computa el efecto adicional de deterioro que se produce en las presiones de los neumáticos sobre el pavimento flexible" (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 73).

Siguiendo las recomendaciones del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014MTC/14, se utilizó como presión inicial 80 psi para un pavimento flexible, lo cual nos dio un valor de  $F_p = 1.00$ , y éste se utilizará para las **vías principales** y para **cada vía auxiliar** a diseñar.

<b>Fp=</b>	<b>1.00</b>
------------	-------------

Tabla 26. Factor de Ajuste de Presión de Neumático (Fp).

**FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (F<sub>p</sub>) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)**

Espeso de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contaco del Neumático (PCN) en psc PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (pai)						
	80	100	110	120	130	140	
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

**Nota:**

- EE = Ejes Equivalentes
- Presión de inflado del neumático (Pin): esta referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Presión de Contacto del neumático (PCN): igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículos pesado.
- Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica, se aplicará el factor de ajuste igual al espesor de 50 mm.

**Fuente:** Elaboración propia, en base a correlaciones con la figura IV-4 EAL Adjustment Factor for Tire Pressures del Manula MS-1 del Instituto de Asfalto

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

#### 4.3.8. Cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 Ton

Para el cálculo se necesita los Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día para el carril de diseño. Y también se conoce que: "Para el cálculo del Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 ton, en el periodo de diseño, se usará la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la sumatoria de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados" (Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos, 2014, p. 73). Para todo ello, se tiene la siguiente fórmula:

$$\underline{\underline{N_{rep} \text{ de EE}_{8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365]}}$$

Donde, el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014MTC/14, establece lo siguiente:

Tabla 27. Parámetros para el Cálculo de la Carga Vehicular (ESAL).

Parámetros	Descripción
<b>Nrep de EE 8.2t</b>	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
<b>EE<sub>día-carril</sub></b>	<p><b>EE<sub>día-carril</sub></b> = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> <p><b>EE<sub>día-carril</sub></b> = <math>IMD_p \times F_d \times F_c \times F_{vp} \times F_p</math></p> <p>donde:</p> <p>IMD<sub>p</sub>: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>F<sub>d</sub>: Factor Direccional, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>F<sub>c</sub>: Factor Carril de diseño, según Cuadro N° 6.1.</p> <p>F<sub>vp</sub>: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>F<sub>p</sub>: Factor de Presión de neumáticos, según Cuadro N° 6.13.</p>
<b>Fca</b>	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según <a href="#">cuadro 6.2</a> )
<b>365</b>	Número de días del año
<b>Σ</b>	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Por lo tanto, se muestra el valor obtenido de multiplicar el IMD resultante del vehículo pesado del conteo de vehículos, también el Factor Direccional, Factor Carril, Factor Vehículo Pesado y Factor de Ajuste Por Presión de Neumático obtenidos anteriormente para cada vía.

Finalmente se obtuvo el número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.2 ton, que representa el parámetro que deseamos saber para el diseño del pavimento flexible de las **vías principales** y de **cada vía auxiliar**, y para esto se necesitó el factor de crecimiento acumulado obtenido anteriormente multiplicado por 365 días del año y por el E.E. día-carril.

Tabla 28. E.E. por cada Tipo de Vehículo (**Av. Metropolitana - Vías Principales**).

VEHÍCULOS	IMD	Fd	F. carril	F. Camión en EALS	Fp	Fca	Anual	E.E
<b>AUTOS</b>	6863	0.5	0.6	0.0011	1	29.78	365	<b>23589.55</b>
<b>CAMIONETAS</b>	3321	0.5	0.6	0.0011	1	29.78	365	<b>11413.95</b>
<b>COMBIS</b>	1565	0.5	0.6	0.0011	1	29.78	365	<b>5378.39</b>
<b>MICROBÚS</b>	1228	0.5	0.6	0.0011	1	29.78	365	<b>4220.77</b>
<b>BUS (B2)</b>	394	0.5	0.6	4.5037	1	29.78	365	<b>5792162.11</b>
<b>BUS (B3-1)</b>	102	0.5	0.6	2.6313	1	29.78	365	<b>871775.68</b>
<b>BUS (B4-1)</b>	20	0.5	0.6	3.8967	1	29.78	365	<b>254134.33</b>
<b>CAMION (C2)</b>	596	0.5	0.6	4.5037	1	29.78	365	<b>8752861.61</b>
<b>CAMION (C3)</b>	470	0.5	0.6	3.2846	1	29.78	365	<b>5029754.31</b>
<b>CAMION (C4)</b>	36	0.5	0.6	2.7736	1	29.78	365	<b>325594.73</b>
<b>T2S1</b>	3	0.5	0.6	7.7419	1	29.78	365	<b>80786.47</b>
<b>T3S2</b>	54	0.5	0.6	5.3038	1	29.78	365	<b>940858.54</b>
<b>T3S3</b>	281	0.5	0.6	4.9906	1	29.78	365	<b>4569716.31</b>
Sum=								<b>26'662,246.8</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 29. Número de Repeticiones de E.E. de 8.2 ton (**Av. Metropolitana - Vías Principales**).

Vías Principales	Nº Rep. E.E 8.2 Tn (EAL)
Tráfico de Diseño	<b>26'662,246.8</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30. E.E. por cada Tipo de Vehículo (**Av. Metropolitana - Cada Vía Auxiliar**).

VEHÍCULOS	IMD	Fd	F. carril	F. Camión en EALS	Fp	Fca	Anual	E.E
<b>AUTOS</b>	858	1	0.8	0.0011	1	29.78	365	<b>7863.18</b>
<b>CAMIONETAS</b>	415	1	0.8	0.0011	1	29.78	365	<b>3804.65</b>
<b>COMBIS</b>	196	1	0.8	0.0011	1	29.78	365	<b>1792.80</b>
<b>MICROBÚS</b>	154	1	0.8	0.0011	1	29.78	365	<b>1406.92</b>
<b>BUS (B2)</b>	49	1	0.8	4.5037	1	29.78	365	<b>1930720.70</b>
<b>BUS (B3-1)</b>	13	1	0.8	2.6313	1	29.78	365	<b>290591.89</b>
<b>BUS (B4-1)</b>	3	1	0.8	3.8967	1	29.78	365	<b>84711.44</b>
<b>CAMION (C2)</b>	75	1	0.8	4.5037	1	29.78	365	<b>2917620.54</b>
<b>CAMION (C3)</b>	59	1	0.8	3.2846	1	29.78	365	<b>1676584.77</b>
<b>CAMION (C4)</b>	5	1	0.8	2.7736	1	29.78	365	<b>108531.58</b>
<b>T2S1</b>	0	1	0.8	7.7419	1	29.78	365	<b>26928.82</b>
<b>T3S2</b>	7	1	0.8	5.3038	1	29.78	365	<b>313619.51</b>
<b>T3S3</b>	35	1	0.8	4.9906	1	29.78	365	<b>1523238.77</b>
Sum=								<b>8'887,415.6</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31. Número de Repeticiones de E.E. de 8.2 ton (**Av. Metropolitana - Cada Vía Auxiliar**).

Cada Vía Auxiliar	N° Rep. E.E 8.2 Tn (EAL)
Tráfico de Diseño	<b>8'887,415.6</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### **4.4. Diseño Geométrico Vial Urbano**

El Según la clasificación de Vías Urbanas, nuestra propuesta está clasificada como Vía colectoras. A continuación, los parámetros tomados para nuestro diseño según el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas:

##### **4.4.1. Velocidad de Diseño**

Entre 40 y 60 Km/hora. Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.

##### **4.4.2. Características del Flujo**

Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.

##### **4.4.3. Control de Accesos y Relaciones con otras Vías**

Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o locales.

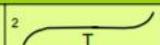
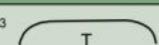
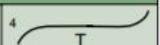
##### **4.4.4. Número de Carriles**

Unidireccionales 2 ó 3 carriles, Bidireccionales 1 ó 2 carriles/sentido.

##### **4.4.5. Alineamiento Horizontal**

Se tiene la siguiente tabla:

Tabla 32. Longitud Mínima de Tangentes.

VELOCIDAD DIRECTRIZ		LONGITUD MÍNIMA DE TANGENTES PARA EL DISEÑO GEOMÉTRICO			
		EXPRESAS Y ARTERIALES		COLECTORAS Y LOCALES	
		1 	2 	3 	4 
Km/h	m/s	Metros	Metros	Metros	Metros
30	8.33	---	---	15	20
40	11.11	---	---	20	25
50	13.88	35	50	25	30
60	16.66	45	60	30	35
80	22.22	60	80	--	---

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

#### 4.4.6. Curva Horizontal

Se tiene la siguiente tabla:

Tabla 33. Radios Mínimos.

V(Km/hr)	Coef.Fricción Transversal f max	Valor Real de R Mínimo con p max deseable		Valor Práctico de R Mínimo con p max deseable	
		p max 4%	p max 6%	p max 4%	p max 6%
20	0.18	14.32	13.12	15	15
30	0.17	33.75	30.81	35	30
40	0.17	59.99	54.78	60	55
50	0.16	98.43	89.48	100	90
60	0.15	149.19	134.98	150	135
70	0.14	214.35	192.91	215	195
80	0.14	279.97	251.97	280	250
90	0.13	375.17	335.68	375	335
100	0.12	492.13	437.45	490	435
110	0.11		560.44		560
120	0.09		755.91		755
130	0.08		950.51		950

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

#### 4.4.7. Alineamiento Vertical

##### ❖ El Perfil Longitudinal

Es una línea que se emplea en el diseño para representar

gráficamente la disposición vertical de la vía respecto del terreno. Esta línea suele estar asociada al Eje del trazo definido en la planta, identificándose a lo largo de su desarrollo las variaciones de las cotas del terreno y de la rasante de la vía (*Ver anexo 01*).

Los elementos de diseño del Perfil Longitudinal son las Tangentes Verticales más conocidas como Pendiente y las Curvas Verticales, las uniones de ambos forman la Rasante de la vía.

➤ **Tangentes Verticales**

Tabla 34. Pendientes Máximas.

TIPO DE VÍA	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso
Vía Expresa	3%	4%	4%
Vía Arterial	4%	5%	7%
Vía Colectora	6%	8%	9%
Vía Local	Según topografía	10%	10%
Rampas de acceso o salidas a vías libres de Intersecciones	6% - 7%	8% - 9%	8% - 9%

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

➤ **Curvas Verticales**

-Las curvas verticales convexas son aquellas que siguiendo el sentido de tráfico se pasa de una pendiente a otra menor, en este caso el diseño se debe centrar en otorgar al conductor la distancia de visibilidad suficiente para lograr detenerse al observar un objeto más adelante en el eje de su carril.

Caso 1:  $L > D_p$

$$L = \frac{A \cdot D_p^2}{100(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2})^2}$$

Caso 2:  $D_p < L$

$$L = 2D_p - \frac{200(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{A}$$

Siendo:

L= Longitud horizontal de la curva vertical (m)

$D_p$ = Distancia de visibilidad de parada (m)

A= Valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje.

-Las curvas cóncavas son aquellas que siguiendo el sentido del tráfico se pasa de una pendiente a una mayor. En este caso la longitud de la curva vertical puede estar influenciada por dos situaciones: la iluminación de la vía, el confort o la presencia de obstáculos que reduzcan la visibilidad.

Caso 1:  $L > D_p$

$$L = \frac{A D_p^2}{120 + 3.5 D_p}$$

Caso 2:  $D_p < L$

$$L = 2D_p - \frac{120 + 3.5 D_p}{A}$$

Siendo:

L= Longitud horizontal de la curva vertical (m)

$D_p$ = Distancia de visibilidad de parada (m)

A= Valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes en porcentaje.

## ❖ Secciones Transversales

### ➤ Número de Carriles Ancho de las Calzadas

La determinación del número de carriles y consecuentemente del

ancho de la calzada, en un principio, se define en los estudios de planificación de la red vial y de transporte urbano. El número mínimo de carriles en una calzada con sentido único es lógicamente uno y el máximo sugerido es cuatro.

➤ **Ancho de Carriles**

Tabla 35. Ancho de Carriles.

CLASIFICACION DE VIAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3)	Ancho Mínimo de Carril único del tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de dos carriles juntos (mts) (5)
	LOCAL	30 A 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
	ARTERIAL	COLECTORA	40 A 50	3.30	3.00	3.50 (4)
		50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
		60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75
		70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.0
EXPRESAS		80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 a 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

➤ **Bombeo y Peralte**

Tabla 36. Bombeo de Calzada.

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts) (2, 3) 2.75	Bombeo %	
	Precipitación < 500 mm/año	Precipitación > 500 mm/año
Pavimento superior	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5 (1)	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5 (1)	3.0 – 4.9

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

Tabla 37. Pendientes Máximas de Bordes de Calzada.

TIPO DE MAXIMO	PENDIENTE MÁXIMA EN PORCENTAJE PARA VELOCIDADES DE DISEÑO EN KM/HR							
	30	40	50	60	70	80	90	100
NORMAL	0.80	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
ABSOLUTO	1.80	1.50	1.20	1.00	0.80	0.70	0.60	0.50

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005.

## ➤ **Separadores o Bermas Centrales**

Los anchos de bermas centrales se adecuarán a los siguientes criterios del Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas:

-Si la función es únicamente la de separar flujos el ancho no será menor a 1.0 metros.

-Si la función, además de separar flujos, es la de servir como islas de refugio para el cruce peatonal, entonces el ancho no será menor a 2.0 metros.

-Si se ha previsto el empleo de estos para alojar en ellos pistas de giro el ancho mínimo será de 5.0 metros.

-Si se ha previsto que los separadores puedan alojar los ensanches de calzada destinados a paraderos, entonces el mínimo será de 6.0 metros.

-La pendiente transversal de los separadores o bermas centrales se adecuará a las necesidades de compatibilización altimétrica de las calzadas adyacentes.

-En las vías arteriales y colectores, estos separadores pueden ser reducidos, por problemas de limitación de espacio, a un ancho mínimo de 2 y 1 metro, respectivamente, manteniéndose los dispositivos de seguridad y protección necesarios.

## ➤ **Bermas Laterales**

Son franjas emplazadas hacia uno o ambos lados de las calzadas cuya función básica es disponer suficiente espacio, fuera de la calzada de circulación, para que los vehículos, por razones de emergencia, puedan salir de la corriente normal del tráfico sin causar perjuicio en el nivel de operación de la vía.

No deben tener obstáculos y se recomienda que sea pavimentadas o tratadas superficialmente. En el caso de 3 o menos carriles este tipo de bermas podrá tener anchos del orden de 1.0 mts

mientras que, en el caso de más de 3 carriles, los anchos recomendados son similares a los de las bermas laterales exteriores.

#### 4.5. Diseño del Pavimento Flexible según la Metodología AASHTO 93

##### 4.5.1. Metodología AASHTO 93 (American Associations of State Highway and Transportation Officials)

El método AASHTO 93 permite calcular los espesores de cada capa de la estructura del pavimento necesarios para satisfacer un valor o número estructural requerido (SN). Dicho valor (SN), afirma que los espesores deben ser construidos sobre la subrasante (S) para soportar las cargas vehiculares con aceptable serviciabilidad durando el periodo de diseño establecido en nuestro trabajo de investigación.

Este método proporciona una expresión analítica que, para efectos prácticos es reemplazada por nomogramas. Sin embargo, para efectos de cálculos computarizados la solución matemática es sumamente útil. Por lo que, se tiene la siguiente ecuación básica:

Figura 21. Ecuación de diseño del método AASHTO 93.

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

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Dónde, se tienen las siguientes variables:

- $W_{18}$ : Número esperado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton.

- $Z_R$ : Desviación estándar.

- $S_o$ : Desviación estándar del error combinado en la predicción del tráfico y comportamiento de la estructura.

- $\Delta PSI$ : Diferencia entre serviciabilidad inicial ( $P_o$ ) y la final ( $P_f$ )

- $M_R$ : Módulo de resiliente de la subrasante.

- $SN$ : Número estructural requerido.

A continuación, se muestra la fórmula del número estructural requerido (SN):

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Dónde:

- $a_{1,2,3}$  = Coeficiente de equivalencia de espesor de las capas del pavimento.

- $m_{2,3}$  = Coeficiente de drenaje para las capas de base y sub base.

- $D_{1,2,3}$  = Espesores de capas del pavimento.

#### 4.5.2. Número Estructural de Ejes Equivalentes ( $W_{18}$ )

De acuerdo a nuestra investigación en la zona de estudio de la Av. Metropolitana, para las **vías principales** se obtuvo un valor de **26'662,246.75 EE acumulados**. Y para **cada vía auxiliar** se obtuvo un valor de **8'887,415.58 EE acumulados**, ambos valores representados por vehículos pesados encontrados en la recolección de datos.

#### 4.5.3. Clasificación del Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el Periodo de Diseño

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014MTC/14, para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles, se definen tres rangos o categorías, dentro de las cuales se usará la categoría b mostrado en la tabla N° 38 (corresponde a caminos que tienen un tránsito de 1'000,001 EE hasta 30'000,000 EE), para los dos diseños presentes en este trabajo de investigación, ya sea para las **vías principales** y para **cada vía auxiliar**.

Para las **vías principales** corresponde el tipo de tráfico pesado (EE):

26'662,246.75 EE=	T <sub>P14</sub>
-------------------	------------------

Y para **cada vía auxiliar** corresponde el tipo de tráfico pesado (EE):

<b>8'887,415.58 EE=</b>	<b>T<sub>P9</sub></b>
-------------------------	-----------------------

Tabla 38. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2 ton, en el Carril de Diseño.

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

#### 4.5.4. C.B.R. de Diseño

Este valor se obtiene a través del estudio de suelos que se hizo en la zona de estudio. Es el primer dato de ingreso al análisis del tipo de estructura a plantear en combinación con parámetros propios de cada material conformante. Se toma como valor de diseño el mínimo establecido en la subrasante el cual corresponde al CBR (diseño), que en nuestro caso es el **42%**, por lo que se obtiene en la tabla N° 39 la **categoría S<sub>5</sub>** para ambos diseños de pavimento flexible.

Tabla 39. Categorías de la Sub-rasante.

CATEGORÍAS DE SUB RASANTE	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

#### 4.5.5. Módulo de Resiliencia (M<sub>R</sub>)

El método AASHTO propone una fórmula de correlación del Módulo de Resiliencia con el CBR que para todos los casos es:

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

De tal manera, para las **vías principales** y para **cada vía auxiliar**, se obtuvo un valor **M<sub>R</sub> = 27,942.83 psi**, ya que ambos casos estuvieron en función a un CBR del **42%**, el cual pertenece a una subrasante de excelente calidad. Cabe señalar que se eligió el valor mínimo de CBR para condiciones más desfavorables.

<b>M<sub>R</sub> (psi)=</b>	<b>27,942.83</b>
-----------------------------	------------------

#### 4.5.6. Confiabilidad (%R)

A mayor nivel de confiabilidad se incrementará el espesor de la estructura del pavimento a diseñar.

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014MTC/14, establece los valores para los diferentes rangos de tráfico en la siguiente tabla:

Tabla 40. Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad.

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

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Para el diseño de las **vías principales** corresponde un valor de confiabilidad de:

<b>%R=</b>	<b>95%</b>
------------	------------

Y para el diseño de **cada vía auxiliar** corresponde un valor de confiabilidad de:

<b>%R=</b>	<b>90%</b>
------------	------------

#### 4.5.7. Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )

El Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - R.D. N° 10-2014MTC/14, indica en la siguiente tabla:

Tabla 41. Coeficiente Estadístico de la D. Estándar Normal ( $Z_R$ ).

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

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL ( $Z_R$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P0}$	75,000	150,000	-0.385
	$T_{P1}$	150,001	300,000	-0.524
	$T_{P2}$	300,001	500,000	-0.674
	$T_{P3}$	500,001	750,000	-0.842
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	$T_{P5}$	1,000,001	1,500,000	-1.036
	$T_{P6}$	1,500,001	3,000,000	-1.036
	$T_{P7}$	3,000,001	5,000,000	-1.036
	$T_{P8}$	5,000,001	7,500,000	-1.282
	$T_{P9}$	7,500,001	10'000,000	-1.282
	$T_{P10}$	10'000,001	12'500,000	-1.282
	$T_{P11}$	12'500,001	15'000,000	-1.282
	$T_{P12}$	15'000,001	20'000,000	-1.645
	$T_{P13}$	20'000,001	25'000,000	-1.645
	$T_{P14}$	25'000,001	30'000,000	-1.645
$T_{P15}$		>30'000,000	-1.645	

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

De acuerdo a la zona de estudio, para el diseño de las **vías principales**, se tomó un valor de:

$Z_R =$	<b>-1.645</b>
---------	---------------

Y para el diseño de **cada vía auxiliar**, se tomó un valor de:

$Z_R =$	<b>-1.282</b>
---------	---------------

#### 4.5.8. Desviación Estándar Combinada ( $S_o$ )

De acuerdo a la zona de estudio y ya que se trata del diseño para pavimento flexible el cual está sujeto a muchas variaciones, tanto para las **vías principales** como para **cada vía auxiliar**, se tomó un valor recomendado de:

$S_o=$	0.45
--------	------

#### 4.5.9. Índice de Serviciabilidad (PSI)

##### ❖ Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ )

Es la condición de una vía recientemente construida. En la siguiente tabla, se indican los índices de servicio inicial para los diferentes tipos de tráfico:

Tabla 42. Índice de Serviciabilidad Inicial ( $P_i$ ).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_i$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	$T_{P1}$	150,001	300,000	3.80
	$T_{P2}$	300,001	500,000	3.80
	$T_{P3}$	500,001	750,000	3.80
	$T_{P4}$	750,001	1,000,000	3.80
Resto de Caminos	$T_{P5}$	1,000,001	1,500,000	4.00
	$T_{P6}$	1,500,001	3,000,000	4.00
	$T_{P7}$	3,000,001	5,000,000	4.00
	$T_{P8}$	5,000,001	7,500,000	4.00
	$T_{P9}$	7,500,001	10'000,000	4.00
	$T_{P10}$	10'000,001	12'500,000	4.00
	$T_{P11}$	12'500,001	15'000,000	4.00
	$T_{P12}$	15'000,001	20'000,000	4.20
	$T_{P13}$	20'000,001	25'000,000	4.20
	$T_{P14}$	25'000,001	30'000,000	4.20
	$T_{P15}$		>30'000,000	4.20

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Para el diseño de las **vías principales**, se tomó un valor  $P_i$  de:

$P_i =$	4.20
---------	------

Y para el diseño de **cada vía auxiliar**, se tomó un valor  $P_i$  de:

$P_i =$	4.00
---------	------

#### ❖ **Serviciabilidad Final o Terminal ( $P_T$ )**

Es la condición de una vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción. En la siguiente tabla, se indican los índices de serviciabilidad final para los diferentes tipos de tráfico:

Tabla 43. Índice de Serviciabilidad Final ( $P_T$ ).

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL ( $P_T$ )
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	TP1	150,001	300,000	2.00
	TP2	300,001	500,000	2.00
	TP3	500,001	750,000	2.00
	TP4	750,001	1,000,000	2.00
Resto de Caminos	TP5	1,000,001	1,500,000	2.50
	TP6	1,500,001	3,000,000	2.50
	TP7	3,000,001	5,000,000	2.50
	TP8	5,000,001	7,500,000	2.50
	TP9	7,500,001	10'000,000	2.50
	TP10	10'000,001	12'500,000	2.50
	TP11	12'500,001	15'000,000	2.50
	TP12	15'000,001	20'000,000	3.00
	TP13	20'000,001	25'000,000	3.00
	TP14	25'000,001	30'000,000	3.00
	TP15		>30'000,000	3.00

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Para el diseño de las **vías principales**, se tomó un valor  $P_T$  de:

$P_T =$	<b>3.00</b>
---------	-------------

Y para el diseño de **cada vía auxiliar**, se tomó un valor  $P_T$  de:

$P_T =$	<b>2.50</b>
---------	-------------

#### ❖ Variación de Serviabilidad ( $\Delta PSI$ )

Es la diferencia entre la serviabilidad inicial y terminal asumida para el proyecto en desarrollo. En la siguiente tabla, se indica la diferencial de serviabilidad para los diferentes tipos de tráfico:

Tabla 44. Diferencial de Serviabilidad ( $\Delta PSI$ ).

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Para el diseño de las **vías principales**, corresponde un valor de:

<b><math>\Delta</math>PSI=</b>	<b>1.20</b>
--------------------------------	-------------

Y para el diseño de **cada vía auxiliar**, corresponde un valor de:

<b><math>\Delta</math>PSI=</b>	<b>1.50</b>
--------------------------------	-------------

#### 4.5.10. Coeficientes Estructurales de Capas

Según AASHTO la ecuación SN no tiene una solución única, es decir, hay muchas combinaciones de espesores de cada capa que dan una solución satisfactoria. A tal razón, se debe decidir por la alternativa que presente los mejores valores de niveles de servicio, funcionales y estructurales, menores a los admisibles, en relación al tránsito que debe soportar la calzada. A continuación, se establecen los valores:

Tabla 45. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento  $a_1$ .

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Para el diseño de las **vías principales** y para **cada vía auxiliar** (para carpeta asfáltica en caliente), les corresponde un valor de:

$$a_1 = 0.170 / \text{cm} = 0.43 \text{ pulg.}$$

Tabla 46. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento  $a_2$ .

BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 10'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	$a_2$	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 10'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	$a_{2a}$	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2b}$	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm <sup>2</sup> )	$a_{2c}$	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Para el diseño de las **vías principales** (para agregados de CBR= 80%), corresponde un valor de:

$$a_2 = 0.054 / \text{cm} = 0.14 \text{ pulg.}$$

Y para el diseño de **cada vía auxiliar** (para agregados de CBR= 100%), corresponde un valor de:

$$a_2 = 0.052 / \text{cm} = 0.13 \text{ pulg.}$$

Tabla 47. Coeficientes Estructurales de las Capas del Pavimento  $a_3$ .

SUBBASE			
Subbase Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	$a_3$	0.047 / cm	Capa de Subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de Tráfico

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Para el diseño de las **vías principales** y para **cada vía auxiliar** (para agregados de CBR= 40%), les corresponde un valor de:

$a_3=$	$0.047 / \text{cm} =$	$0.12 \text{ pulg.}$
--------	-----------------------	----------------------

#### 4.5.11. Coeficiente de Drenaje

La ecuación SN de AASHTO, también requiere del coeficiente de drenaje de las capas granulares de base y subbase. Este coeficiente tiene por finalidad tomar en cuenta la influencia del drenaje en la estructura del pavimento. Por lo tanto, se tienen las siguientes tablas:

Tabla 48. Calidad del Drenaje.

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014.

Tabla 49. Valores Recomendados del Coeficiente de Drenaje  $m_i$ .

#### Valores recomendados del Coeficiente de Drenaje $m_i$ Para Bases y SubBases granulares no tratadas en Pavimentos Flexibles

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

Fuente: Manual de Carreteras - Sección Suelos y Pavimentos 2014

Debido a que la zona de estudio presenta una calidad pobre de drenaje y cuenta con muy poca presencia de precipitaciones pluviales, se considera para los dos diseños del pavimento, tanto para las **vías principales** y para **cada vía auxiliar**, un coeficiente de drenaje = **1.15**.

#### 4.5.12. Número Estructural y Espesores del Pavimento

Para trabajar el material de la subbase y base es necesario tomar un CBR de acuerdo a las especificaciones del MTC el cual establece un mínimo de 30% y 80% respectivamente.

Datos para calcular en el monograma los valores SN:

❖ **Vías principales:**

$$W_{18} = 26.7 * 10^6$$

$$R = 95\%$$

$$S_o = 0.45$$

$$PSI = 1.20$$

$$Mr_{subr} = 27.9 * 10^3 \text{ psi}$$

$$Mr_{subb} = 22.5 * 10^3 \text{ psi}$$

$$Mr_{base} = 42.2 * 10^3 \text{ psi}$$

❖ **Cada Vía auxiliar:**

$$W_{18} = 8.9 * 10^6$$

$$R = 90\%$$

$$S_o = 0.45$$

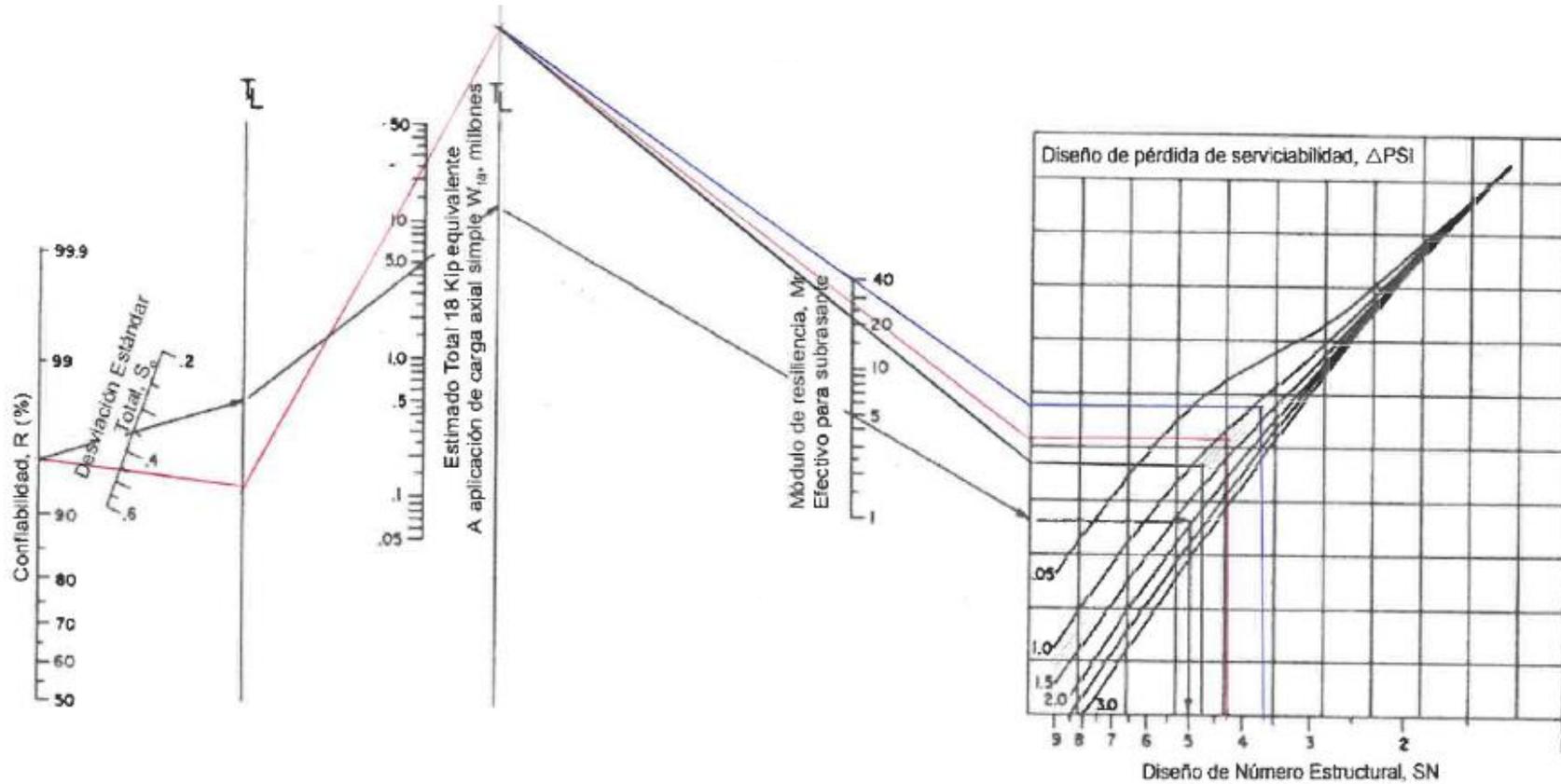
$$PSI = 1.50$$

$$Mr_{subr} = 27.9 * 10^3 \text{ psi}$$

$$Mr_{subb} = 22.5 * 10^3 \text{ psi}$$

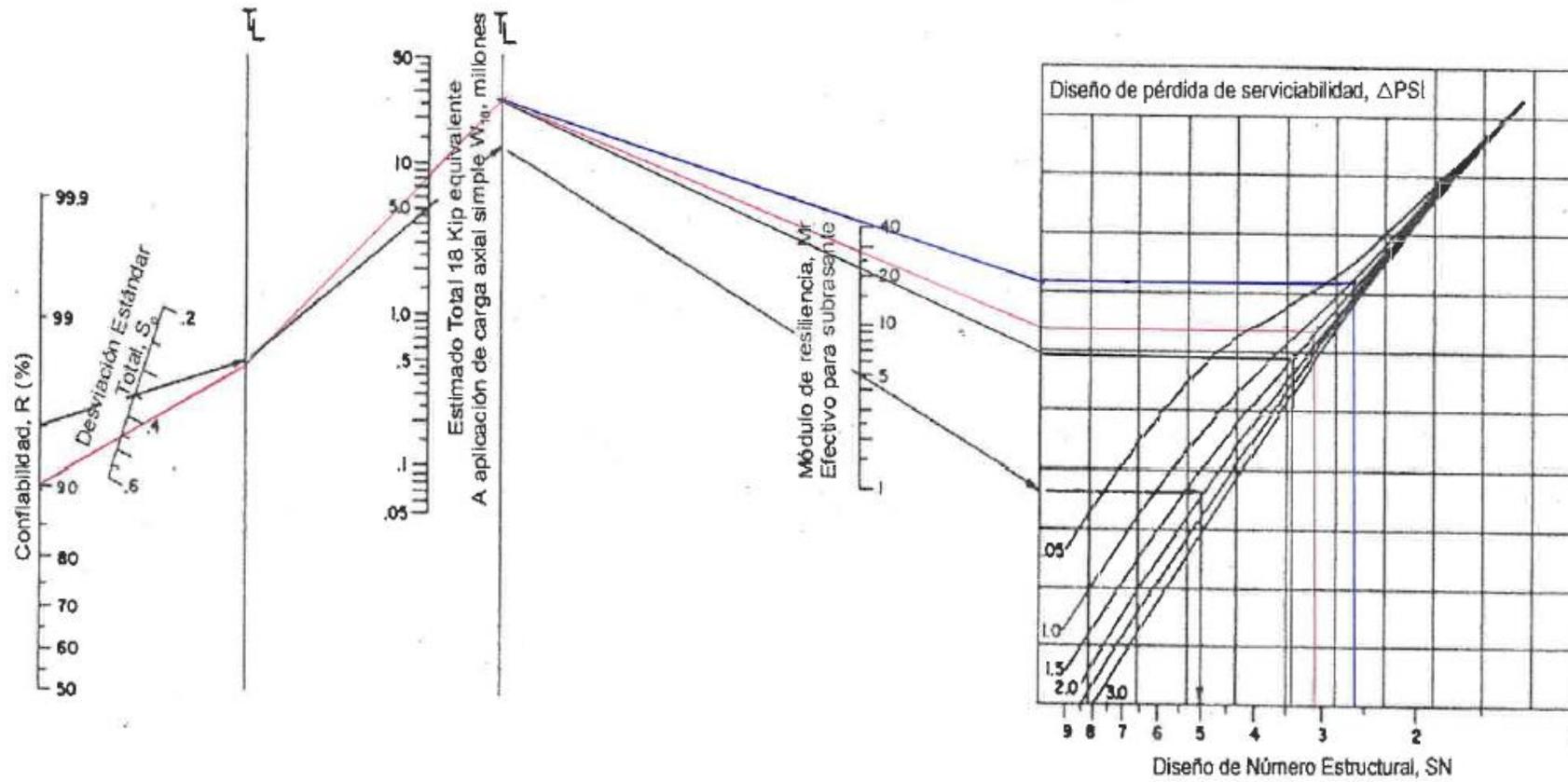
$$Mr_{base} = 42.2 * 10^3 \text{ psi}$$

Figura 22. Diagrama AASHTO para calcular los coeficientes de SN (Vías Principales).



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993.

Figura 23. Diagrama AASHTO para calcular los coeficientes de SN (Cada Vía Auxiliar).



Fuente: Guía para diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993.

Aplicando la ecuación que relaciona al número estructural con los espesores del pavimento para los parámetros indicados y para un periodo de 20 años, se obtiene los siguientes valores de SN:

- ❖ Para el diseño del pavimento flexible de las **vías principales**, se obtuvo un valor de:

<b>SN<sub>1</sub> Base =</b>	<b>3.7 pulg.</b>
<b>SN<sub>2</sub> Subbase =</b>	<b>4.7 pulg.</b>
<b>SN<sub>3</sub> Subrasante =</b>	<b>4.3 pulg.</b>

- ❖ Y para el diseño del pavimento flexible de **cada vía auxiliar**, se obtuvo un valor de:

<b>SN<sub>1</sub> Base =</b>	<b>2.6 pulg.</b>
<b>SN<sub>2</sub> Subbase =</b>	<b>3.4 pulg.</b>
<b>SN<sub>3</sub> Subrasante =</b>	<b>3.1 pulg.</b>

Debido a esto, se llegó a los siguientes espesores respectivos a cada diseño del pavimento flexible:

**Tabla 50. Espesores del Pavimento - Vías Principales.**

<b>Estructura</b>	<b>Espesor del Pavimento</b>
<b>Carpeta Asfáltica en Caliente</b>	<b>5'' = 12 cm</b>
<b>Base Granular</b>	<b>14'' = 35 cm</b>
<b>Subbase Granular</b>	<b>6'' = 15 cm</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 51. Espesores del Pavimento - Cada Vía Auxiliar.**

<b>Estructura</b>	<b>Espesor del Pavimento</b>
<b>Carpeta Asfáltica en Caliente</b>	<b>2" = 5 cm</b>
<b>Base Granular</b>	<b>10" = 25 cm</b>
<b>Subbase Granular</b>	<b>6" = 15 cm</b>

Fuente: Elaboración Propia.

#### **4.6. Diseño de Señalización Vial**

##### **4.6.1. Señalización Horizontal**

Está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes. Con la finalidad de transmitir instrucciones y mensajes, complementado a los dispositivos de control (señales verticales, semáforos y otros).

Se tendrá en cuenta para el diseño vial de nuestra avenida, lo siguiente:

- La línea del borde de calzada es continua, de color blanco cuando por razones de emergencia puede estacionarse en la berma, y de color amarillo cuando está prohibido el estacionamiento.
- Se demarcará con línea amarilla continua al borde de veredas o sardineles, para indicar las zonas o tramos con prohibición de estacionamiento.
- En el caso de un paso peatonal son un conjunto de líneas paralelas que abarcan el ancho de la calzada de una vía y tienen por función indicar el lugar de cruce o paso peatonal. Las líneas de cruce peatonal deben estar precedidas por la "línea de pare" la cual estará ubicada a una distancia mínima de 1.00 m. Las líneas paralelas de cruce peatonal son continuas, de color blanco y de 0.30 m. a 0.50 m. de

ancho cada una, cuya separación es del mismo ancho de la línea de cruce peatonal, tendrá como mínimo 2.00 m. de ancho. Se colocan perpendicularmente al flujo peatonal.

- Se dibujará flechas en el pavimento que indicará las direcciones de la vía.
- Se dibujará la señal de Ciclovía en los extremos para indicar que es exclusivamente para el flujo de bicicletas.

#### **4.6.2. Señalización Vertical**

Para el buen funcionamiento y seguridad de la transitabilidad vial y con el fin de prevenir e informar al usuario sobre la existencia de situaciones particulares en la vía, mediante mensajes oportunos y claros en tiempo real, de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente para cada caso, se dispone del uso de las señales reguladoras, de prevención y de información establecidas en el “Manual de Dispositivos de Control de Tránsito automotor para Calles y Carreteras” del Ministerio de Transportes.

Las señales verticales que se implementaran en la avenida metropolitana son las siguientes:

##### **❖ Señales Reguladoras o de Reglamentación**

-Señales de prioridad:



Señal de PARE significa que el conductor de un vehículo se detenga antes de cruzar una intersección, puesto que hacer caso omiso puede generar una inseguridad en la vía.



Señal de CEDA EL PASO dispone que el conductor de un vehículo que circula por una vía de menor prioridad permita el paso de otro vehículo que circula por una vía de mayor prioridad.

-Señales de Obligación:



Señal de GIRO solamente a la derecha.



Señal CICLOVÍA. Señal que advierte que es una vía exclusiva para bicicletas.



Señal PARADERO. Esta señal establece los lugares autorizados para recoger y dejar pasajeros.

## ❖ Prevención

-Señales de Prevención:



Señal PROXIMIDAD DE BADÉN.



Señal CRUCE PEATONAL. Esta señal indica al conductor de la existencia de un cruce

#### ❖ Información



Señal HOSPITAL. Informa sobre la existencia de un hospital próximo a la vía.

Adicionalmente se colocará en los semáforos una placa con información en código Braille, sobre los nombres y numeración de las calles o vías comprendidas en la intersección para la vista de todos los usuarios.

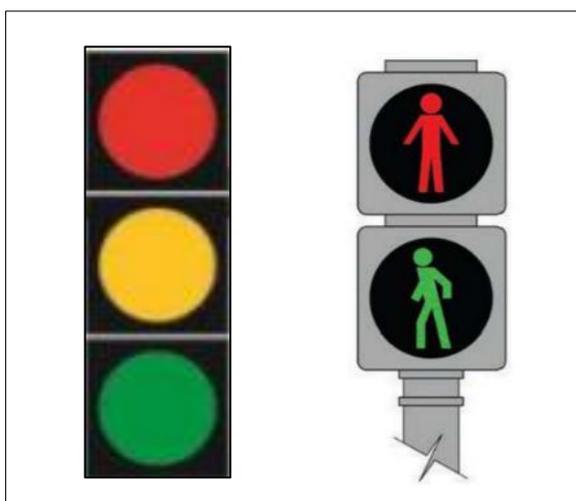
#### 4.6.3. Semáforo

Es un dispositivo de control del tránsito que tiene como fin regular y controlar el tránsito vehicular y peatonal, a través de las indicaciones de luces de color rojo, verde y amarillo o ámbar.

La función de cada color es la siguiente:

- El color y hombre rojo prohíbe el tránsito en una corriente vehicular o peatonal por un tiempo determinado.
- El color y hombre verde permite el tránsito en una corriente vehicular o peatonal por un tiempo determinado.
- El color amarillo o ámbar dispone al Conductor ceder el paso y detener el vehículo, y no ingresar al cruce o intersección vial.

Figura 24. Semáforos.



Fuente: Manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras.

#### 4.6.4. Diseño

La ubicación de la señalización vertical del tramo del Óvalo El Milagro hasta Los 4 Suyos de la Av. Metropolitana, está especificada por progresivas en la siguiente tabla:

Tabla 52. Señalización Vertical.

Señalización Vertical	Progresiva
Señal Ciclovía (R-42)	4+370
Señal proximidad de badén (P-34)	4+200
Señal de Pare (R-1), Señal de Ceda el Paso (R-2), Señal de giro a la derecha (R-7), Señal Ciclovía (R-42), Señal Paradero (R-47), Señal de Cruce Peatonal (P-48B).	4+070
	3+670
	3+300
	2+950
	2+630
	2+150
	1+800
	1+260
	0+868
	0+440
Señal Ciclovía (R-42)	0+000
Señal Hospital (I-14)	0+000

Fuente: Elaboración Propia.

#### **4.7. Propuesta Arquitectónica en 3D, Planta y Secciones Transversales**

La propuesta arquitectónica en 3D, planta y secciones transversales del trabajo de investigación se realizó en base a un buen criterio y a las distintas normas y manuales mencionadas anteriormente en todo el proceso. *(ver anexo 04)*.

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

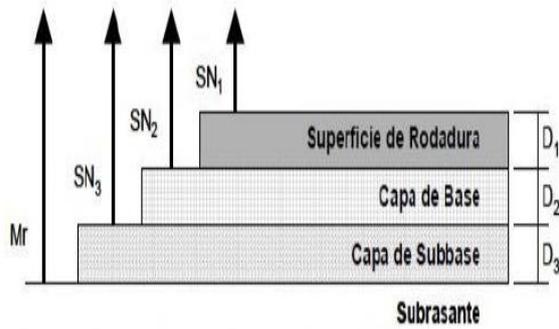
La ejecución del levantamiento topográfico se hizo con el objetivo de obtener el detalle del terreno, dándonos como resultado un terreno llano, la cual hemos clasificado como Vía Colectora mediante la clasificación del Manual de Diseño Geométrico de Vías urbanas para un mejor flujo vehicular, para ello se tomó los siguientes parámetros: velocidad de diseño de 60km/h, bombeo de 2%, vías unidireccionales de 2 carriles (vías auxiliares) y 3 carriles (vías principales) y demás datos tomados de las tablas especificadas en el manual para el diseño.

En el desarrollo del estudio de tráfico, se ha podido observar que en la zona de estudio existe un gran flujo vehicular donde las horas más representativas son en los intervalos de 7:00 am – 8:00 am y 6:00 pm – 7:00pm, alcanzando en promedio el flujo de 980 vehículos por hora, siendo así una vía muy transitada que necesita tener sus vías en óptimas condiciones y una señalización adecuada para evitar cualquier tipo de riesgo.

La obtención de resultados del estudio de tráfico se realizó haciendo el trabajo de campo de contar 7 días en puntos estratégicos, y se tomó como periodo de diseño 20 años; por el gran ancho que cuenta la vía se optó por hacer 2 vías principales y 2 vías auxiliares, y por la cantidad de tipos de vehículos que se visualizó, se decidió por criterio repartir el IMD en 80% para el diseño de las 2 vías principales y 10% para el diseño de cada vía auxiliar, dándonos por resultados valores de EE 26'662,246.8 y EE 8'887,415.6 respectivamente.

Para el estudio de mecánica de suelos se realizó 16 calicatas de 1.50m de profundidad cada 250m donde se encontró 4 muestras predominantes las cuales fueron: Grava Limosa bien graduada (GW-GM), Arena Uniforme (SP), Grava Bien Graduada (GW) y Arena Limosa Uniforme (SP-SM), obteniendo como resultados CBR de diseño 60%, 56%, 42% respectivamente; de la cual se tomó la más desfavorable para nuestro diseño de pavimento.

El diseño del pavimento Flexible se realizó con el método ASSHTO 93, dándonos como resultados los espesores de las dos vías:



**-Vías Principales:**      **-Cada Vía auxiliar:**

5" = 12 cm

2" = 5 cm

14" = 35 cm

10" = 25 cm

6" = 15 cm

6" = 15 cm

## CONCLUSIONES

- ❖ La Avenida Metropolitana se encuentra en mal estado, presentando un pavimento deteriorado, falta de señalización vial e inseguridad, impactando la transitabilidad de los usuarios, lo cual nos impulsó hacer una propuesta de diseño vial para cubrir las necesidades que presenta este espacio, empleando todos los conocimientos adquiridos en nuestra casa de estudio.
- ❖ Con el levantamiento topográfico se concluyó que nuestra zona de estudio es un terreno llano, y de acuerdo al espacio y el nivel de servicio que se quiere alcanzar para un mejor fluido vehicular se clasificó como Vía Colectora (vías principales y auxiliares unidireccionales de 3 y 2 carriles respectivamente), de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Vías urbanas, dándonos los siguientes parámetros para nuestro diseño vial: velocidad de diseño 60 km/h, bombeo de 2%, y demás datos tomados de las tablas especificadas en el manual para el desarrollo del presente diseño.
- ❖ Del estudio de tráfico realizado, se determinó hacer 2 vías principales con separador central de 2 sentidos, con 3 carriles por sentido y 2 vías auxiliares de 2 sentidos, con 2 carriles por sentido. Debido al gran ancho que presenta la vía, para ello se optó por criterio repartir el IMD en 80% para el diseño de las 2 vías principales y 10% para el diseño de cada vía auxiliar con proyección a 20 años con un EAL de EE 26'662,246.8 (**vías principales**) y EE 8'887,415.6 (**cada vía auxiliar**), lo cual indica que el flujo vehicular es representativo y en su mayoría son vehículos de transporte de pasajeros.
- ❖ De acuerdo a los estudios de suelos realizado mediante la ejecución de 16 calicatas se obtuvo 4 muestras representativas: **Calicata 3**, Grava Limosa bien graduada (GW-GM) con un CBR 60%; **Calicata 12**, Arena Uniforme (SP) con un CBR 42%; **Calicata 13**, Grava Bien Graduada (GW) con un CBR 56%; y **Calicata 16** Arena Limosa Uniforme (SP-SM) con un CBR 42%, lo cual nos indica que nuestra zona de estudio muestra un suelo de buena calidad y que influirá positivamente en el diseño y comportamiento de los pavimentos ante la transferencia de cargas vehiculares.

- ❖ Para el diseño de la estructura del pavimento flexible se ha tomado los parámetros del estudio de tráfico (EE) y suelos (CBR), tomando, así como variables las características del tránsito, propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad.
  
- ❖ Concluimos que, de acuerdo a la Metodología AASHTO, se obtuvieron los espesores para las **vías principales**, Carpeta Asfáltica = 12 cm, la capa base = 35 cm y la Capa sub base = 15 cm; y para **cada vía auxiliar**, Carpeta Asfáltica = 5 cm, la capa base = 25 cm y la Capa sub base = 15 cm.
  
- ❖ Por último, para poder establecer seguridad y confort a la vía se realizó una propuesta de señalización vial donde se indica según norma los dispositivos de control como: señalización horizontal y vertical, semáforos, pasos peatonales, bermas laterales, la delimitación de los carriles y simbologías, etc.

## RECOMENDACIONES

- ❖ La señalización vertical y horizontal, semaforización y policías de tránsito deben estar complementadas para poder brindar seguridad y comodidad a los usuarios de la zona.
- ❖ La ejecución del presente proyecto deberá realizarse siguiendo las consideraciones y especificaciones propuestas en el presente proyecto, para lograr un funcionamiento eficiente durante el periodo de vida del diseño.
- ❖ Para complementar el presente proyecto se recomienda la idea de realizar un proyecto de sistema de drenaje para evitar futuros daños a la vía a causas naturales.
- ❖ Se recomienda hacer un mantenimiento periódico para conservar el buen estado de la vía.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albino, Y. & Cisneros, G. (2017). *Diagnóstico de la Transitabilidad Vial y Propuesta del Diseño Estructural del Pavimento en las Calles 5 y 9 del Centro Poblado Alto Trujillo – Trujillo - La Libertad*. (Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo-Perú.
- Instituto de la Construcción y Gerencia - ICG (2005). *Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas*. Lima: VCHI S.A.
- Jiménez, J. (1996). *El Transporte de Autobuses Urbanos: Diseño y Aplicación de Indicadores de Productividad*. Toluca-México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2012). *Plan estratégico sectorial multianual sector transportes y comunicaciones 2012-2016*. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). *Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). *Manual de Disposit. de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras*. Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Manual de Carreteras - Diseño Geométrico. DG – 2018*. Lima: MTC.
- Moliner, A. & Sánchez, L. (1997). *Transporte Público: Planeación, Diseño, Operación y Administración*. Toluca-México: Universidad Autónoma del Estado de México.

Montejo, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño* (3ra ed.). Bogotá-Colombia: Agora Editores.

Núñez, C. & Villanueva, C. (2014). *Solución Vial de la Av. Primavera comprendida entre las Avenidas La Encalada y José Nicolás Rodrigo, Lima-Lima-Surco*. (Proyecto Profesional para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.

*Reglamento General de Circulación* (2003). Madrid-España: Boletín Oficial del Estado.

*Reglamento Nacional de Edificaciones Norma CE.010 Pavimentos Urbanos* (2010). Lima-Perú: Grupo Universitario.

Rengifo, K. (2014). *Diseño de Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el Tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)*. (Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.

Rojas, F. (2017). *Mejoramiento de la Transitabilidad Vehicular y Peatonal de la Av. César Vallejo, Tramo cruce con la Av. Separadora Industrial hasta el cruce con Cementerio, en el Distrito de Villa El Salvador, Provincia de Lima, Departamento de Lima*. (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.

Salamanca, M. & Zuluaga, S. (2014). *Diseño de la Estructura de Pavimento Flexible por medio de los Métodos Invias, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la Vía la Ye - Santa Lucia Barranca Lebrija entre las Abcisas k19+250 a k25+750 ubicada en el Departamento 58 del Cesar* (Trabajo de grado para optar al Título de Especialista en Ing. De Pavimentos). Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C.

Torres, P. & Pérez, D. (2017). *Diseño de Pavimento Flexible para Mejorar la Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el AA.HH. Ampliación Túpac Amaru, Distrito de Chiclayo, Provincia Chiclayo, Región Lambayeque 2017*. (Tesis para obtener el Título de Ingeniero Civil). Universidad César Vallejo, Chiclayo-Perú.

# **ANEXOS**

# **ANEXO N°1**

# **ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

## PANEL FOTOGRÁFICO

### ❖ Situación Actual de la Zona de Estudio

-Entrada de Trujillo (Óvalo El Milagro) - Inicio de la zona de estudio:



-Los 4 Suyos - Fin de la zona de estudio:



-Pavimento deteriorado, no hay bermas laterales, no hay señalización y falta de iluminación provocando inseguridad a conductores y peatones:



-No existe un paradero formal provocando tráfico e inseguridad para los peatones:



-Hundimiento de la calzada y se observa que la tierra está invadiendo la calzada ocasionando que los vehículos levanten polvo y puedan causar enfermedades a la población del sector:



#### ❖ Recolección de Datos

-Fotografía 01:



-Fotografía 02:



# **ANEXO N°2**

# **ESTUDIO DE SUELOS**

## PANEL FOTOGRÁFICO

-Calicata N°01:



-Calicata N°02:



-Calicata N°03:



-Calicata N°04:



-Calicata N°05:



-Calicata N°06:



-Calicata N°07:



-Calicata N°08:



-Calicata N°09:



-Calicata N°10:



-Calicata N°11:



-Calicata N°12:



-Calicata N°13:



-Calicata N°14:



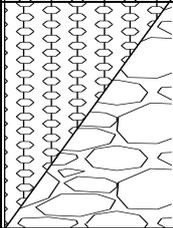
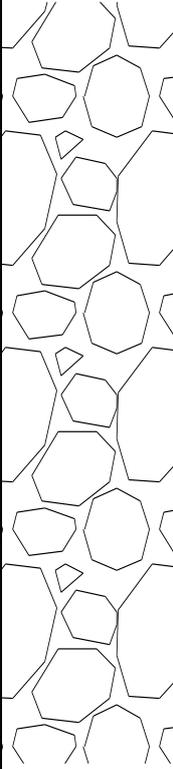
-Calicata N°15:



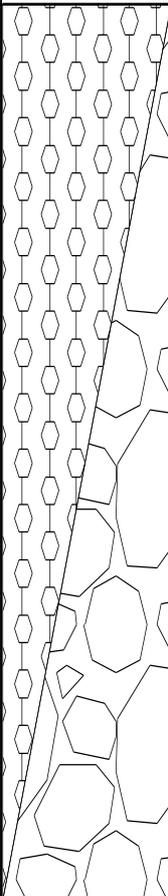
-Calicata N°16:



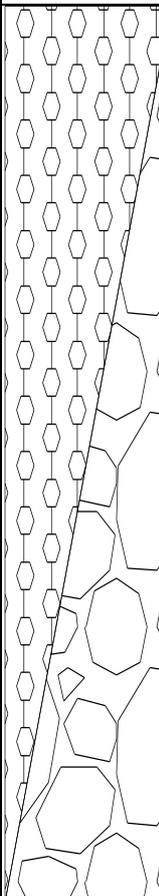
## Perfil Estratigráfico Calicata N°01

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.15	-	RELLENO ORGANICO - R	-	-
	-0.4	0.4	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-0.6	0.95	M-2	GRAVA BIEN GRADUADA - GW	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-0.8					
-1.2						
	-1.4					
	-1.5					
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

## Perfil Estratigráfico Calicata N°02

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SÍMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.3	-	RELLENO INORGANICO - R		-
	-0.4 -0.6 -0.8 -1 -1.2 -1.4 -1.5	1.2	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

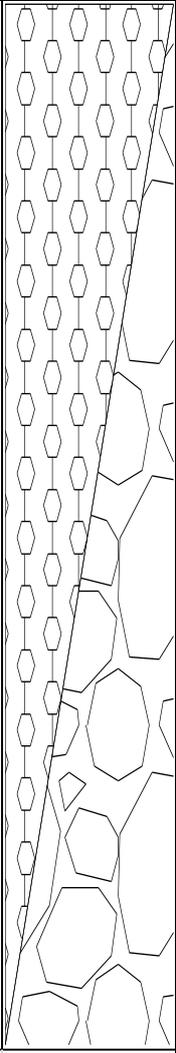
### Perfil Estratigráfico Calicata N°03

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.3	-	Relleno Inorganico - R	-	-
	-0.4 -0.6 -0.8 -1 -1.2 -1.4 -1.5	1.2	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

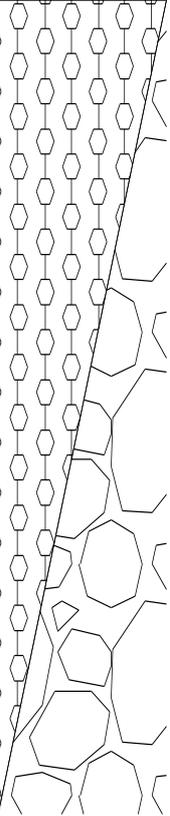
## Perfil Estratigráfico Calicata N°04

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SÍMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.4	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.4					
	-0.6					
	-0.8					
	-1	1.1	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-1.2					
	-1.4					
	-1.5					
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

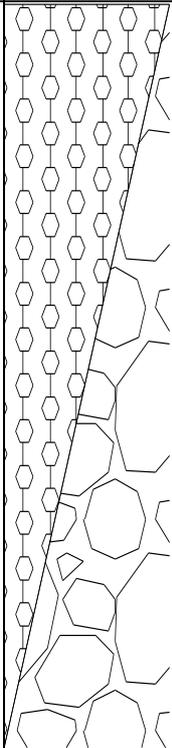
## Perfil Estratigráfico Calicata N°05

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	0.1	0.1	-	RELLENO ORGANICO - R	-	-
	-0.2  -0.4  -0.6  -0.8  -1  -1.2  -1.4  -1.5	1.4	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

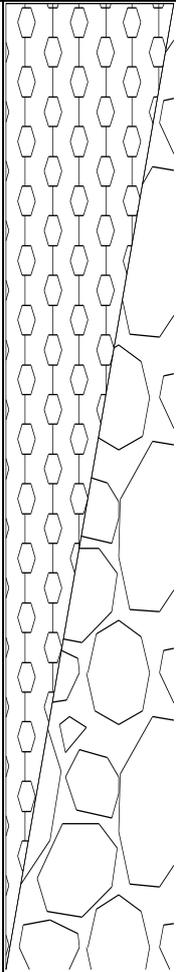
## Perfil Estratigráfico Calicata N°06

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.4	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.4					
	-0.6					
	-0.8					
	-1	1.1	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-1.2					
	-1.4					
	-1.5					
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

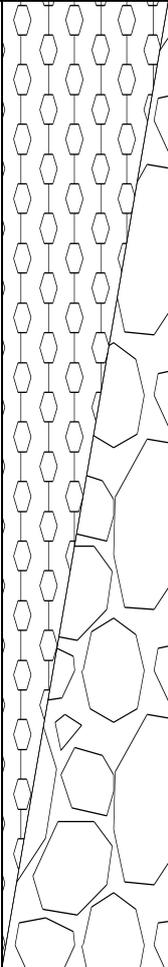
## Perfil Estratigráfico Calicata N°07

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.5	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.4					
	-0.6	1	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-0.8					
	-1.0					
	-1.2					
	-1.4					
	-1.5	NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD				

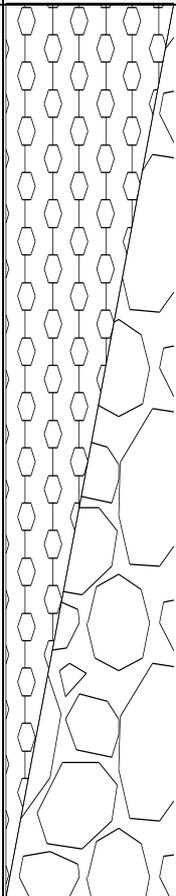
## Perfil Estratigráfico Calicata N°08

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.2	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.4 -0.6 -0.8 -1 -1.2 -1.4 -1.5	1.3	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

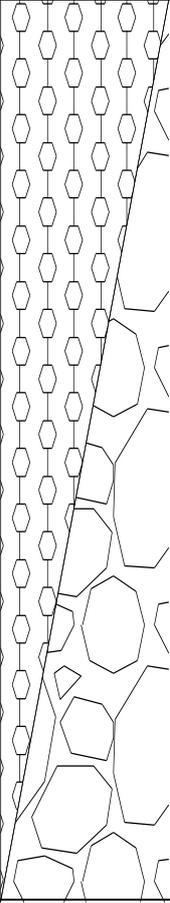
## Perfil Estratigráfico Calicata N°09

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.2	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-1.5	1.3	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

## Perfil Estratigráfico Calicata N°10

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.3	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.4 -0.6 -0.8 -1 -1.2 -1.4 -1.5	1.2	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

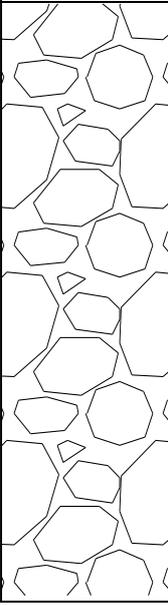
## Perfil Estratigráfico Calicata N°11

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.3	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.4 -0.6 -0.8 -1 -1.2 -1.4 -1.5	1.2	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

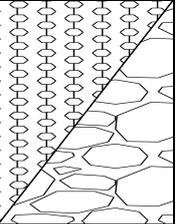
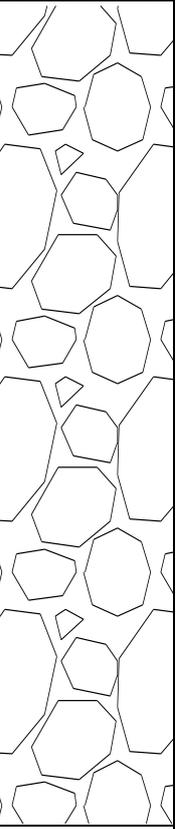
## Perfil Estratigráfico Calicata N°12

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.5	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.4					
	-0.6	1	M-3	ARENA UNIFORME - SP	ARENA FINA - A-3	-
	-0.8					-
	-1					-
	-1.2					-
	-1.4					-
	-1.5					-
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

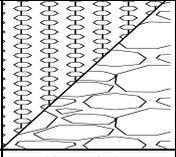
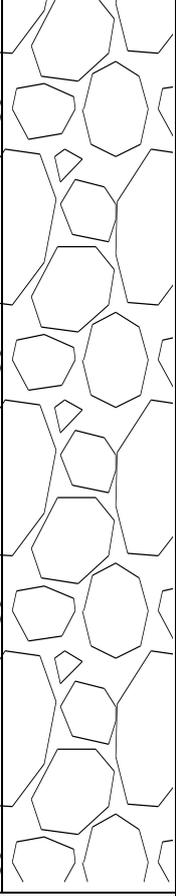
### Perfil Estratigráfico Calicata N°13

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SÍMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.2	-	RELLENO ORGANICO - R	-	-
	-0.4	0.5	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.8	0.8	M-2	GRAVA BIEN GRADUADA - GW	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-1.2					
	-1.4					
	-1.5					
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

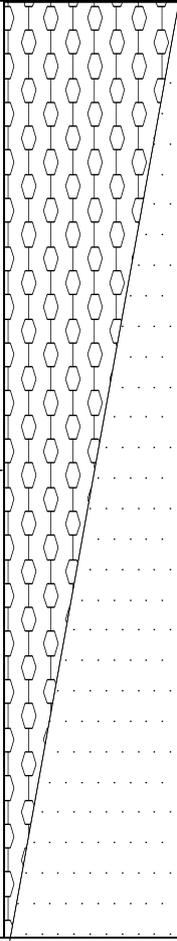
## Perfil Estratigráfico Calicata N°14

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o		0.1	-	RELLENO INORGANICO - R	-	-
	-0.2	0.3	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-0.4	1.1	M-2	GRAVA BIEN GRADUADA - GW	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-0.6					
	-0.8					
	-1					
	-1.2					
	-1.4					
	-1.5					
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

## Perfil Estratigráfico Calicata N°15

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	0.1	0.1	-	RELLENO ORGANICO - R	-	-
	-0.2	0.2	M-1	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA - GW-GM	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
	-0.4 -0.6 -0.8 -1 -1.2 -1.4 -1.5	1.2	M-2	GRAVA BIEN GRADUADA - GW	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA - A-1a	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

### Perfil Estratigráfico Calicata N°16

TIPO EXPLORACIÓN	PROF. (m)	Espesor (m)	MUESTRA	CLASIFICACIÓN SUSCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	SIMBOLO
E x c a v a c i ó n  a  c i e l o  a b i e r t o	-0.2	0.25	-	RELLENO ORGANICO - R		-
	-0.4 -0.6 -0.8 -1 -1.2 -1.4 -1.5	1.25	M-4	ARENA LIMOSA UNIFORME SP-SM	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA A-2-4	
NAF. NO SE PRESENTÒ NIVEL DE AGUA FREÁTICA AL 1.50 m DE PROFUNDIDAD						

# **CALICATA N°01**

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.15 - 0.55

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-1</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

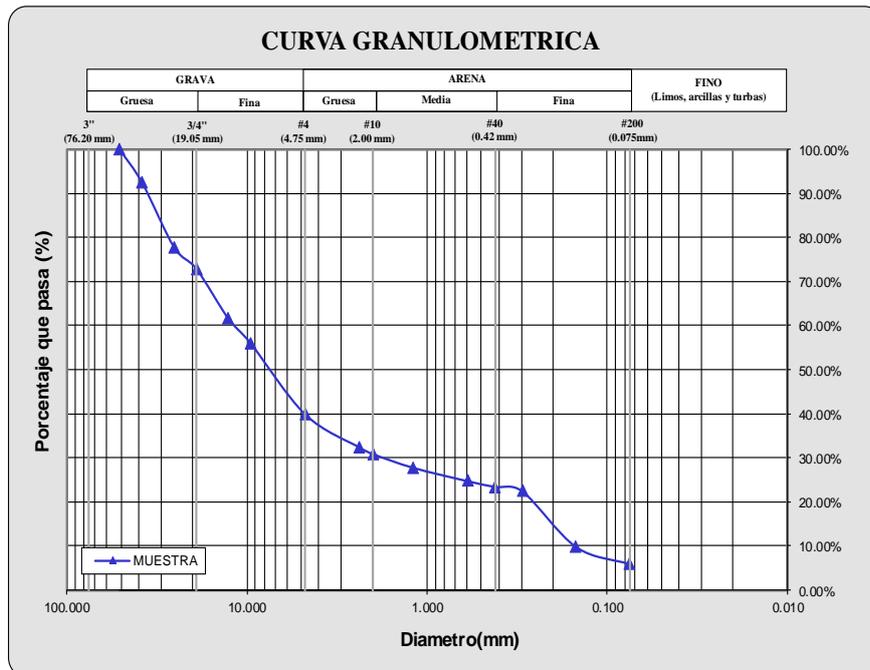
Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		59.06				Límites	
Peso Tamizado (gr)		940.94				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.100	75.95	7.60%	7.60%	92.41%		
1"	25.400	145.51	14.55%	22.15%	77.85%		
3/4"	19.050	49.65	4.97%	27.11%	72.89%		
1/2"	12.700	112.21	11.22%	38.33%	61.67%		
3/8"	9.525	56.65	5.67%	44.00%	56.00%		
No 4	4.750	161.21	16.12%	60.12%	39.88%		
No 8	2.381	74.58	7.46%	67.58%	32.42%		
No 10	2.000	15.22	1.52%	69.10%	30.90%		
No 16	1.191	31.31	3.13%	72.23%	27.77%		
No 30	0.595	30.22	3.02%	75.25%	24.75%		
No 40	0.420	12.96	1.30%	76.55%	23.45%		
No 50	0.296	10.25	1.03%	77.57%	22.43%		
No 100	0.149	126.26	12.63%	90.20%	9.80%		
No 200	0.075	38.96	3.90%	94.09%	5.91%		
Plato		59.06	5.91%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.87</b>	

**OBSERVACIONES:**  
**T. Maximo Nominal:** 1 1/2"  
**Limites de Consistencia:**  
 Limite Liquido: 13.41%  
 Limite Plastico: 10.09%  
 Limite de Contraccion: 9.61%  
 Indice de Plasticidad: 3.32%

**Porcentaje en muestra:**  
 % Grava (3" a #4): **60.12%**  
 % Arena (#4 a #200): **33.98%**  
 % Finos (Menor a #200): **5.91%**

**Características Granulométricas:**  
**D<sub>60</sub> (mm):** 11.77  
**D<sub>50</sub> (mm):** 7.75  
**D<sub>30</sub> (mm):** 1.77  
**D<sub>10</sub> (mm):** 0.15  
**Cu:** **78.47**  
**Cc:** **1.77**

**Clasificación:**  
**SUCS:** **GW-GM**  
**AASHTO:** **A-1a ( 0 )**



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.15 - 0.55  
 Sondaje: C-1  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

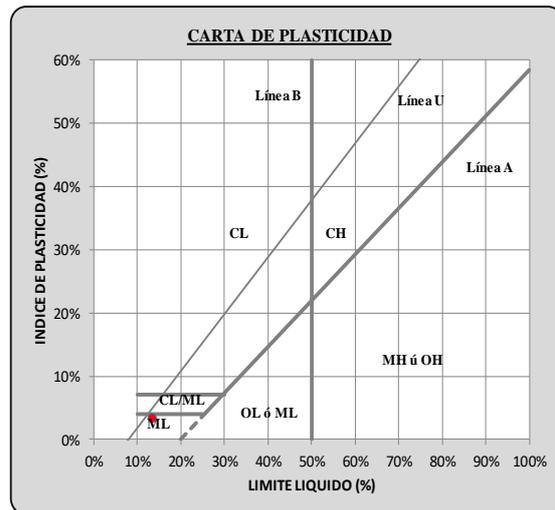
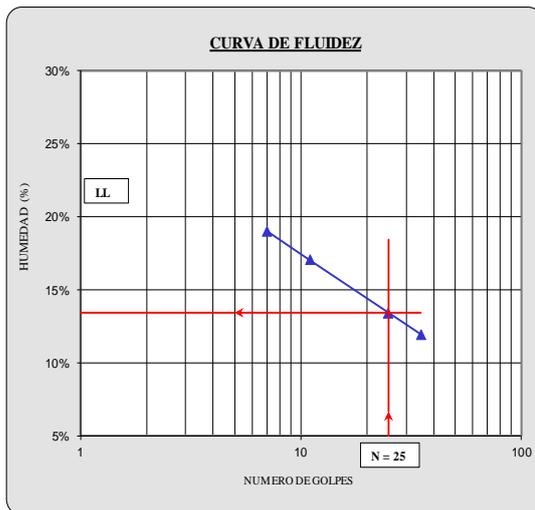
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	60.03	54.48	56.15	56.20
Tara + suelo seco	53.67	49.42	51.91	52.19
Agua	6.37	5.06	4.24	4.01
Peso de la tara	20.20	19.70	20.30	18.60
Peso del suelo seco	33.47	29.72	31.61	33.59
% humedad	19.01%	17.03%	13.41%	11.93%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	13.41%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.48	24.65		
Tara + suelo seco	22.92	24.35		
Agua	0.56	0.30		
Peso de la tara	17.29	21.42		
Peso del suelo seco	5.63	2.93		
% humedad	9.95%	10.24%		
LIMITE PLASTICO	10.09%			

### RESULTADOS:

Limite Liquido:	13.41%
Liquido Plastico:	10.09%
Limite de Contraccion:	9.61%
Indice de Plasticidad:	3.32%



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.55 - 1.50

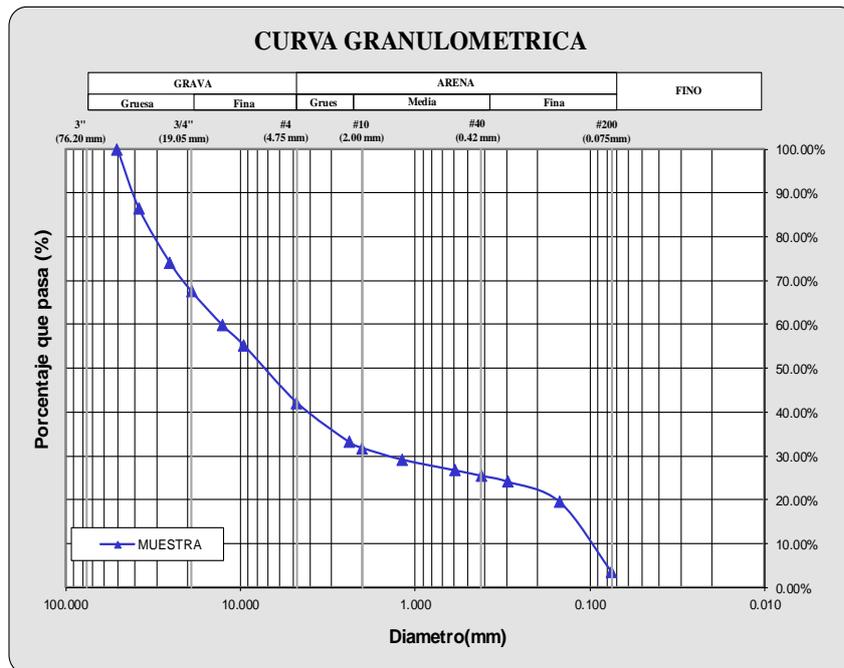
<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-1</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-2</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado(gr)		34.53				Límites		
Peso Tamizado (gr)		965.47				Superior	Inferior	<b>T. Maximo Nominal:</b>
ABERT. MALLA		Peso	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa	<b>Límites de Consistencia:</b>
Pulg/malla	mm							Límite Líquido:
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			NP
1 1/2"	38.100	136.62	13.66%	13.66%	86.34%			NP
1"	25.400	122.21	12.22%	25.88%	74.12%			NP
3/4"	19.050	66.35	6.64%	32.52%	67.48%			NP
1/2"	12.700	76.65	7.67%	40.18%	59.82%			NP
3/8"	9.525	46.69	4.67%	44.85%	55.15%			NP
No 4	4.750	130.26	13.03%	57.88%	42.12%			
No 8	2.381	89.95	9.00%	66.87%	33.13%			
No 10	2.000	13.25	1.33%	68.20%	31.80%			
No 16	1.191	26.26	2.63%	70.82%	29.18%			
No 30	0.595	24.29	2.43%	73.25%	26.75%			
No 40	0.420	12.47	1.25%	74.50%	25.50%			
No 50	0.296	13.69	1.37%	75.87%	24.13%			
No 100	0.149	46.58	4.66%	80.53%	19.47%			
No 200	0.075	160.20	16.02%	96.55%	3.45%			
Plato		34.53	3.45%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>1.23</b>		

**Porcentaje en muestra:**  
 % Grava (3" a #4): **57.88%**  
 % Arena (#4 a #200): **38.67%**  
 % Finos (Menor a #200): **3.45%**

**Características Granulométricas:**  
**D<sub>60</sub>**: (mm): 12.85  
**D<sub>50</sub>**: (mm): 7.64  
**D<sub>30</sub>**: (mm): 1.44  
**D<sub>10</sub>**: (mm): 0.11  
**Cu**: **116.82**  
**Cc**: **1.47**  
**Clasificación:**  
**SUCS:** **GW**  
**AASHTO:** **A-1a** ( 0 )



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA BIEN GRADUADA (GW)

Prof (m) : 0.55 - 1.50  
 Sondaje: C-1  
 Muestra: M-2

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

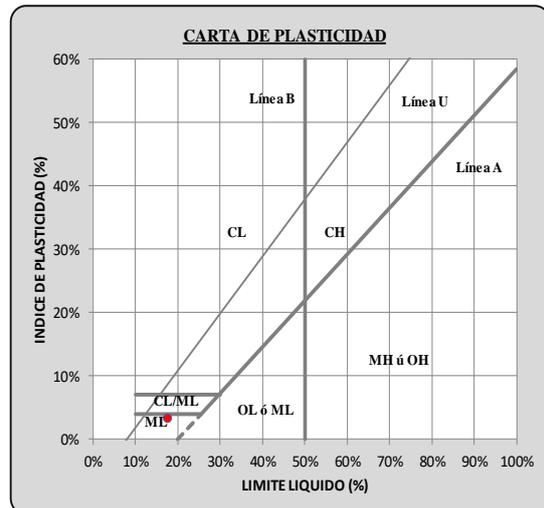
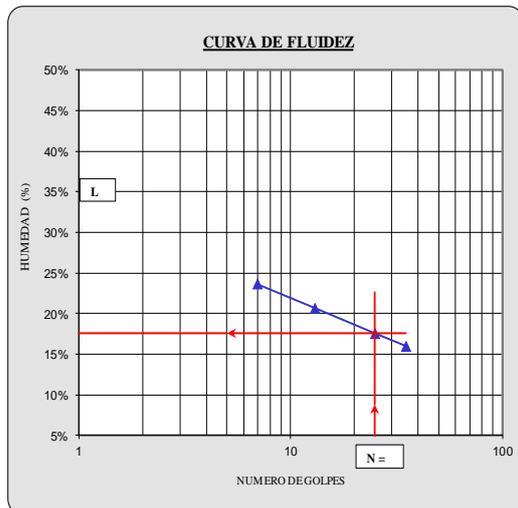
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	56.59	54.99	57.18	56.53
Tara + suelo seco	49.65	49.24	51.67	51.30
Agua	6.94	5.75	5.51	5.23
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	29.45	27.84	31.37	32.70
% humedad	23.58%	20.65%	17.56%	15.98%
No. golpes	7	13	25	35
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	<b>17.56%</b>			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.67	20.56		
Tara + suelo seco	25.27	20.15		
Agua	0.40	0.41		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	2.79	2.86		
% humedad	14.34%	14.34%		
<b>LIMITE PLASTICO</b>	<b>14.34%</b>			

### RESULTADOS:

Limite Liquido:	17.56%
Liquido Plastico:	14.34%
Limite de Contracción:	13.59%
Indice de Plasticidad:	3.23%



# **CALICATA N°02**

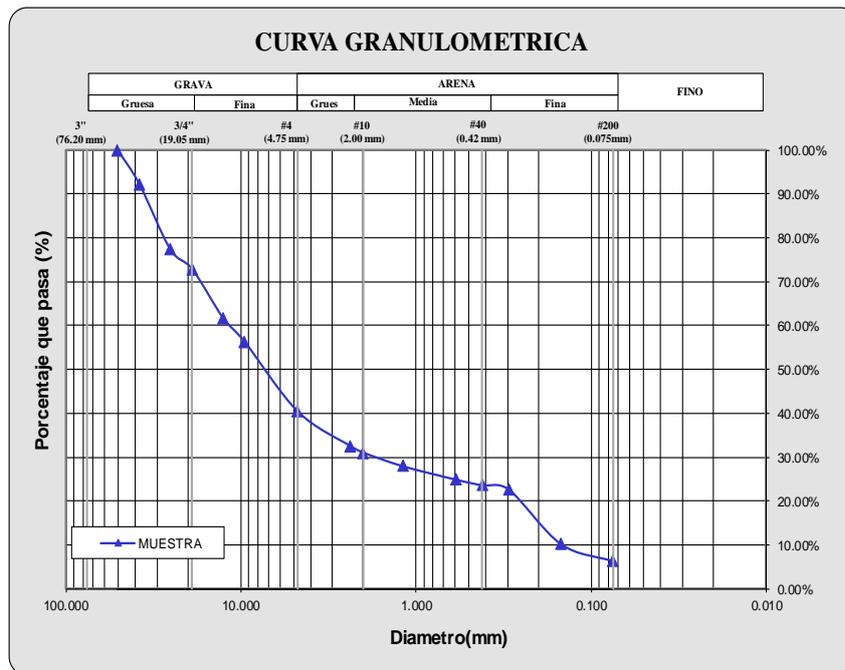
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.15 - 0.55

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-2</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		63.02				Límites		
Peso Tamizado (gr)		936.98				Superior	Inferior	<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2"
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>Límites de Consistencia:</b>
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Liquido: 17.56%
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Limite Plastico: 14.34%
1 1/2"	38.100	78.53	7.85%	7.85%	92.15%			Limite de Contraccion: 13.59%
1"	25.400	148.25	14.83%	22.68%	77.32%			Indice de Plasticidad: 3.23%
3/4"	19.050	44.46	4.45%	27.12%	72.88%			<b>Porcentaje en muestra:</b>
1/2"	12.700	111.37	11.14%	38.26%	61.74%			% Grava (3" a #4): <b>59.59%</b>
3/8"	9.525	54.97	5.50%	43.76%	56.24%			% Arena (#4 a #200): <b>34.11%</b>
No 4	4.750	158.27	15.83%	59.59%	40.42%			% Finos (Menor a #200): <b>6.30%</b>
No 8	2.381	78.39	7.84%	67.42%	32.58%			<b>Características Granulometricas:</b>
No 10	2.000	15.38	1.54%	68.96%	31.04%			<b>D60:</b> (mm): 11.70
No 16	1.191	30.80	3.08%	72.04%	27.96%			<b>D50:</b> (mm): 7.64
No 30	0.595	30.45	3.05%	75.09%	24.91%			<b>D30:</b> (mm): 1.73
No 40	0.420	13.09	1.31%	76.40%	23.60%			<b>D10:</b> (mm): 0.15
No 50	0.296	9.74	0.97%	77.37%	22.63%			<b>Cu:</b> <b>78.00</b>
No 100	0.149	124.30	12.43%	89.80%	10.20%			<b>Cc:</b> <b>1.71</b>
No 200	0.075	38.98	3.90%	93.70%	6.30%			<b>Clasificacion:</b>
Plato		63.02	6.30%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		<b>SUCS:</b> <b>GW-GM</b>
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.50</b>		<b>AASHTO:</b> <b>A-1a ( 0 )</b>



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.15 - 0.55  
 Sondaje: C-2  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

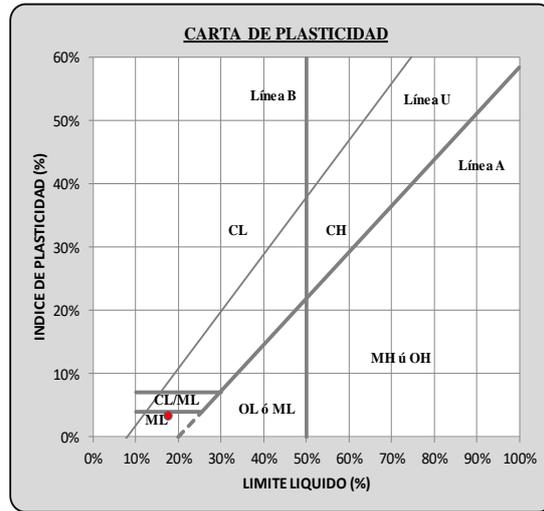
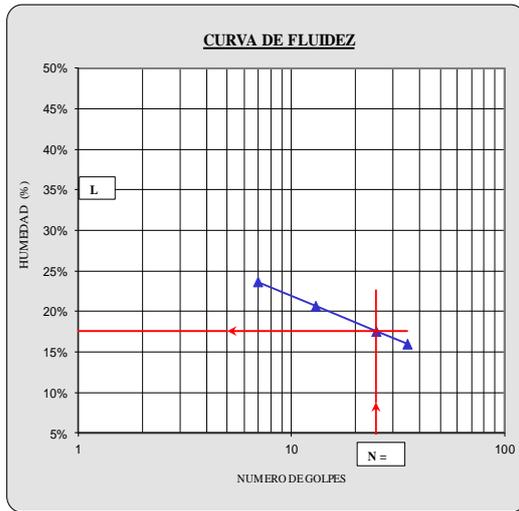
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	56.59	54.99	57.18	56.53
Tara + suelo seco	49.65	49.24	51.67	51.30
Agua	6.94	5.75	5.51	5.23
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	29.45	27.84	31.37	32.70
% humedad	23.58%	20.65%	17.56%	15.98%
No. golpes	7	13	25	35
LIMITE LIQUIDO	17.56%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.67	20.56		
Tara + suelo seco	25.27	20.15		
Agua	0.40	0.41		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	2.79	2.86		
% humedad	14.34%	14.34%		
LIMITE PLASTICO	14.34%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	17.56%
Líquido Plástico:	14.34%
Límite de Contracción:	13.59%
Índice de Plasticidad:	3.23%



# **CALICATA N°03**



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

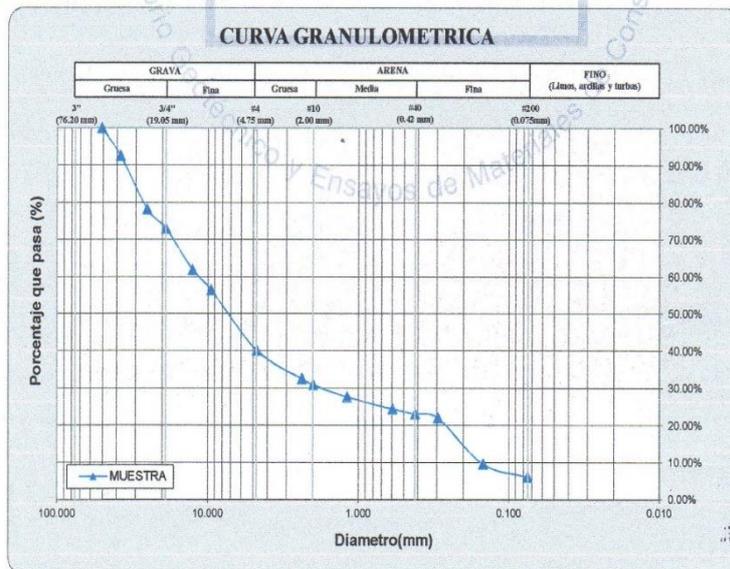
Prof (m) : 0.30 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-3
CLASE DE SUELO:	GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA	Muestra:	M-1

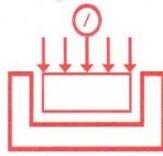
## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)	1000.00				Especificaciones	
	61.39				Límites	
Pérd. por lavado (gr)	938.61				Superior	Inferior
Peso Tamizado (gr)	ABERT. MALLA		% Ret		% Pasa	
Pulg/malla	mm	Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	
1 1/2"	38.100	74.74	7.47%	7.47%	92.53%	
1"	25.400	142.65	14.27%	21.74%	78.26%	
3/4"	19.050	52.52	5.25%	26.99%	73.01%	
1/2"	12.700	111.20	11.12%	38.11%	61.89%	
3/8"	9.525	54.25	5.43%	43.54%	56.46%	
No 4	4.750	162.32	16.23%	59.77%	40.23%	
No 8	2.381	76.62	7.66%	67.43%	32.57%	
No 10	2.000	16.26	1.63%	69.06%	30.94%	
No 16	1.191	32.32	3.23%	72.29%	27.71%	
No 30	0.595	32.25	3.23%	75.51%	24.49%	
No 40	0.420	13.02	1.30%	76.82%	23.18%	
No 50	0.296	11.24	1.12%	77.94%	22.06%	
No 100	0.149	124.26	12.43%	90.37%	9.63%	
No 200	0.075	34.96	3.50%	93.86%	6.14%	
Plato		61.39	6.14%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)
Sumatoria		1000.00	100.00%			1.05

**OBSERVACIONES:**  
 T. Maximo Nominal: 1 1/2"  
**Límites de Consistencia:**  
 Limite Liquido: 14.11%  
 Limite Plastico: 10.35%  
 Limite de Contraccion: 9.79%  
 Indice de Plasticidad: 3.77%  
**Porcentaje en muestra:**  
 % Grava (3" a #4): 59.77%  
 % Arena (#4 a #200): 34.09%  
 % Finos (Menor a #200): 6.14%  
**Características Granulométricas:**  
 D<sub>60</sub> (mm): 11.59  
 D<sub>50</sub> (mm): 7.62  
 D<sub>30</sub> (mm): 1.76  
 D<sub>10</sub> (mm): 0.15  
 C<sub>u</sub>: 77.27  
 C<sub>c</sub>: 1.78  
**Clasificación:**  
 SUCS: GW-GM  
 AASHTO: A-1a [ 0 ]



José Antonio Huertas Martel  
 C.R. 148109



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA

LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO

SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

DESCRIPCION DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.30 - 1.50

Sondaje: C-3

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	53.57	53.46	54.58	57.55
Tara + suelo seco	48.29	48.77	50.34	53.11
Agua	5.28	4.69	4.24	4.44
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	28.09	27.37	30.04	34.51
% humedad	18.80%	17.14%	14.11%	12.88%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	14.11%			

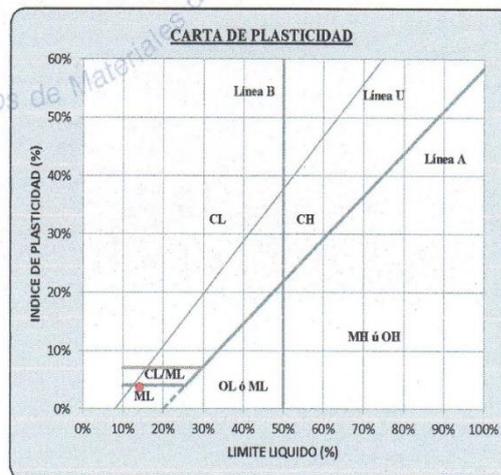
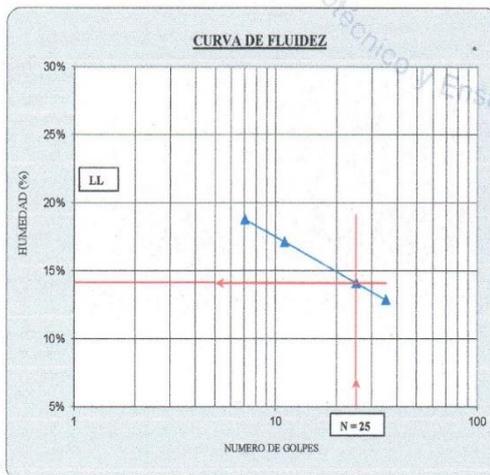
### LIMITE PLASTICO

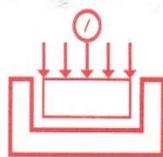
ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.68	20.54		
Tara + suelo seco	24.29	19.35		
Agua	0.19	0.21		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	1.81	2.06		
% humedad	10.50%	10.19%		
LIMITE PLASTICO	10.35%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	14.11%
Líquido Plástico:	10.35%
Límite de Contracción:	9.79%
Índice de Plasticidad:	3.77%

Ing. José Antonio Huertas Martel  
CIP. 148106





# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

### TIPO B

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU (C-3 M-1)  
 GOLPES/CAPA: 5 / 25  
 DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 956.04 cm<sup>3</sup>

DSM(g/cc):	2.01
OCH (%):	8.31

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

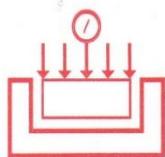
MUESTRA No	1	2	3	4	5
Tara No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	61.95	46.81	60.35	47.51	60.93
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	60.21	44.82	57.29	44.30	56.43
Peso del Agua (gr)	1.74	1.99	3.06	3.21	4.50
Peso tara (gr)	21.21	13.71	20.45	14.15	20.65
Peso Suelo Seco (gr)	39.00	31.11	36.84	30.15	35.78
Contenido de humedad (%)	4.46	6.40	8.31	10.65	12.58

### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	4092	4170	4235	4185	4135
Peso Molde (gr)	2150	2150	2150	2150	2150
Peso Suelo Húmedo (gr)	1942	2020	2085	2035	1985
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.11	2.18	2.13	2.08
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.94	1.99	2.01	1.92	1.84



*(Firma manuscrita)*  
 Ing. José Antonio Huertas  
 CIP. 148106



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

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

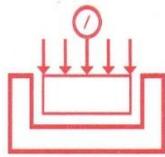
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU (C-3 M-1)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4530		4530		4530	
Condiciones de la Muestra	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de
	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + Molde (gr.)	8800.00		8680.00		8090.00	
Peso del Molde (gr.)	4191.00		4191.00		4191.00	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4609.00		4489.00		3899.00	
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2117.40		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.18		2.12		1.84	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara N°	1		2		3	
Muestra húmeda + Tara (gr.)	47.11		54.34		47.56	
Muestra seca + Tara (gr.)	44.99		51.58		45.44	
Peso del Agua (gr.)	2.12		2.76		2.12	
Peso de la Tara (gr.)	19.00		17.55		17.20	
Muestra Seca (gr.)	25.99		34.03		28.24	
Contenido de humedad (%)	8.16%		8.11%		7.51%	
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	2.01		1.96		1.71	

### DATOS DE EXPANSION

Molde N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
Fecha	Hora	Tiempo (horas)	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.
07-may	9,00 a	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
08-may	9,00 a	24	2.16	0.2160	3.80	0.3800	3.76	0.3760
09-may	9,00 a	48	3.89	0.3890	4.92	0.4920	4.12	0.4120
10-may	9,00 a	72	3.89	0.3890	4.92	0.4920	4.12	0.4120

  
 Ing. José Antonio Huertas Márquez  
 CIP. 148106



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

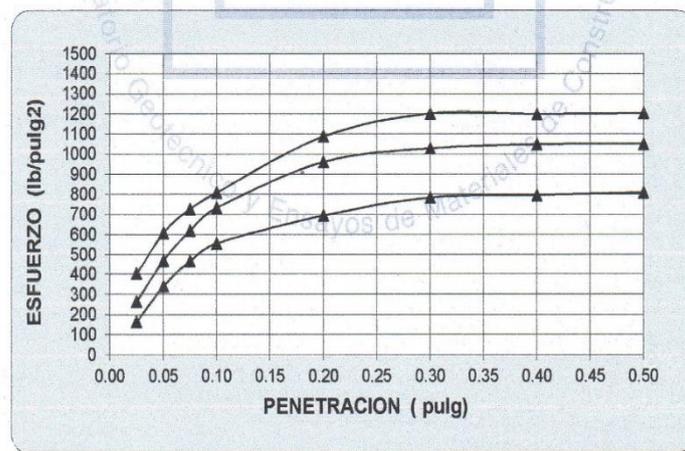
## ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		320.00	1216.00	405.33	210.00	798	266.00	130.00	494.00	164.67
0.050		482.00	1831.60	610.53	372.00	1413.6	471.20	270.00	1026.00	342.00
0.075		575.00	2185.00	728.33	490.00	1862	620.67	370.00	1406.00	468.67
0.100		640.00	2432.00	810.67	580.00	2204	734.67	440.00	1672.00	557.33
0.200		860.00	3268.00	1089.33	760.00	2888	962.67	550.00	2090.00	696.67
0.300		950.00	3610.00	1203.33	813.00	3089.4	1029.80	620.00	2356.00	785.33
0.400		948.00	3602.40	1200.80	829.00	3150.2	1050.07	630.00	2394.00	798.00
0.500		952.00	3617.60	1205.87	830.00	3154	1051.33	640.00	2432.00	810.67

56 CBR (0.1")  $\frac{810.67 \times 100}{1000} = 81.07\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{1089.333 \times 100}{1500} = 72.62\%$

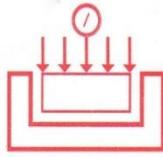
25 CBR (0.1")  $\frac{734.6667 \times 100}{1000} = 73.47\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{962.67 \times 100}{1500} = 64.18\%$

12 CBR (0.1")  $\frac{557.3333 \times 100}{1000} = 55.73\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{696.6667 \times 100}{1500} = 46.44\%$



GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	81.07%	73.47%	55.73%
	0.2	72.62%	64.18%	46.44%

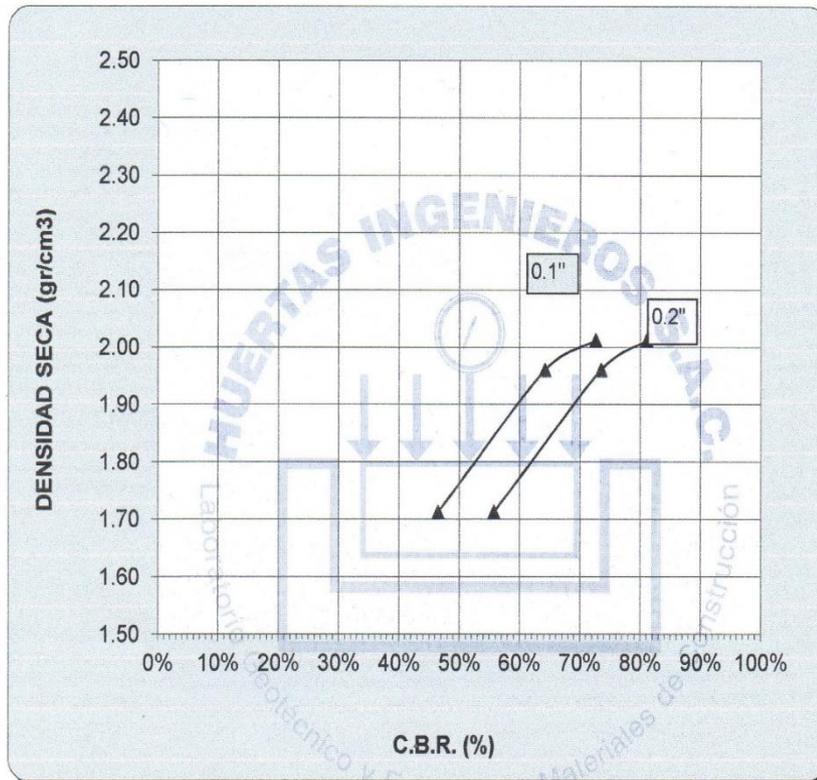
  
 Ing. José Antonio Huertas Marti  
 CIP. 148106



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

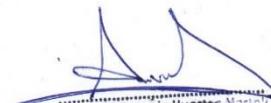
## CURVA DENSIDAD SECA - CBR



### VALORES PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 2.01  
HUMEDAD OPTIMA (%): 8.31

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 1.91  
C.B.R. (%): 60.00

  
Ing. José Antonio Huertas Martel  
CIP 148105

# **CALICATA N°04**

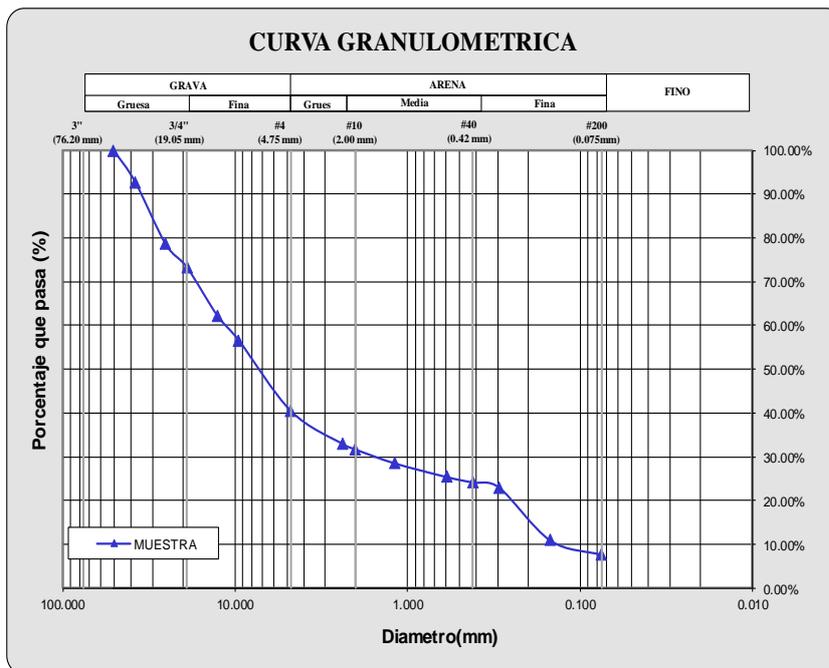
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.40 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-4</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		76.35				Límites		
Peso Tamizado (gr)		923.65				Superior	Inferior	<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2"
ABERT. MALLA	Peso	% Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa	<b>Límites de Consistencia:</b>
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Liquido: 17.61%
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Limite Plastico: 13.88%
1 1/2"	38.100	72.55	7.26%	7.26%	92.75%			Limite de Contraccion: 13.06%
1"	25.400	141.52	14.15%	21.41%	78.59%			Indice de Plasticidad: 3.73%
3/4"	19.050	53.65	5.37%	26.77%	73.23%			<b>Porcentaje en muestra:</b>
1/2"	12.700	110.25	11.03%	37.80%	62.20%			% Grava (3" a #4): <b>59.58%</b>
3/8"	9.525	56.56	5.66%	43.45%	56.55%			% Arena (#4 a #200): <b>32.79%</b>
No 4	4.750	161.25	16.13%	59.58%	40.42%			% Finos (Menor a #200): <b>7.64%</b>
No 8	2.381	74.85	7.49%	67.06%	32.94%			<b>Características Granulométricas:</b>
No 10	2.000	12.69	1.27%	68.33%	31.67%			D <sub>60</sub> (mm): 11.46
No 16	1.191	31.31	3.13%	71.46%	28.54%			D <sub>50</sub> (mm): 7.59
No 30	0.595	31.22	3.12%	74.59%	25.42%			D <sub>30</sub> (mm): 1.57
No 40	0.420	12.45	1.25%	75.83%	24.17%			D <sub>10</sub> (mm): 0.13
No 50	0.296	11.28	1.13%	76.96%	23.04%			<b>Cu: 88.15</b>
No 100	0.149	121.21	12.12%	89.08%	10.92%			<b>Cc: 1.65</b>
No 200	0.075	32.86	3.29%	92.37%	7.64%			<b>Clasificación:</b>
Plato	76.35	7.63%	100.00%	0.00%		Contenido de humedad (%)		<b>SUCS: GW-GM</b>
Sumatoria	1000.00	100.00%				<b>0.75</b>		<b>AASHTO: A-1a ( 0 )</b>



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.40 - 1.50  
 Sondaje: C-4  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

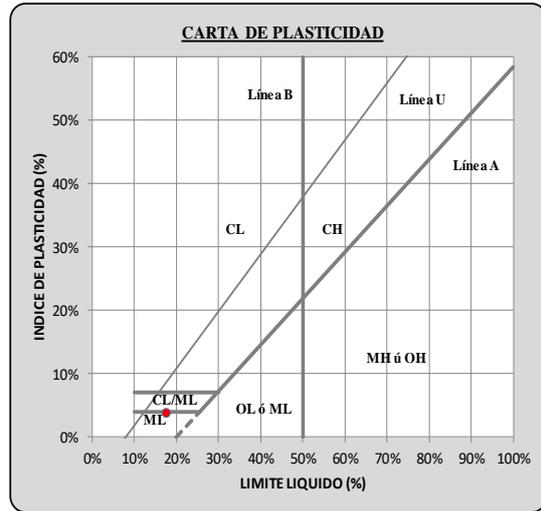
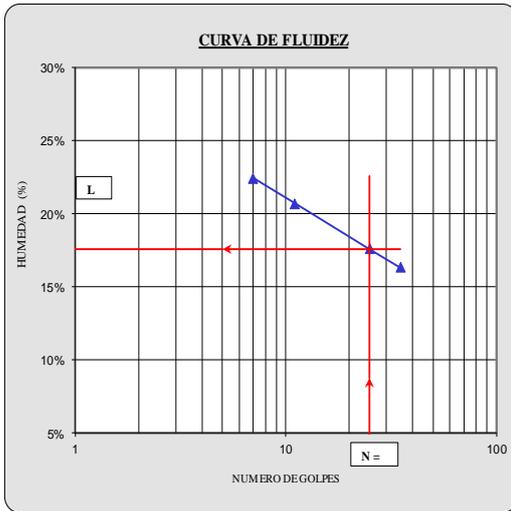
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	58.48	54.91	57.10	59.73
Tara + suelo seco	51.47	49.16	51.59	53.95
Agua	7.01	5.75	5.51	5.78
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	31.27	27.76	31.29	35.35
% humedad	22.42%	20.71%	17.61%	16.34%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	17.61%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.68	20.57		
Tara + suelo seco	25.30	20.16		
Agua	0.38	0.41		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	2.82	2.87		
% humedad	13.48%	14.29%		
LIMITE PLASTICO	13.88%			

### RESULTADOS:

Limite Liquido:	17.61%
Liquido Plastico:	13.88%
Limite de Contraccion:	13.06%
Indice de Plasticidad:	3.73%



# **CALICATA N°05**

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.10 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-5</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		76.03				Límites	
Peso Tamizado (gr)		923.97				Superior	Inferior
ABERT. MALLA	Peso	%	% Ret	%	%	%	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.100	72.11	7.21%	7.21%	92.79%		
1"	25.400	142.26	14.23%	21.44%	78.56%		
3/4"	19.050	51.52	5.15%	26.59%	73.41%		
1/2"	12.700	111.21	11.12%	37.71%	62.29%		
3/8"	9.525	55.64	5.56%	43.27%	56.73%		
No 4	4.750	162.20	16.22%	59.49%	40.51%		
No 8	2.381	71.54	7.15%	66.65%	33.35%		
No 10	2.000	12.12	1.21%	67.86%	32.14%		
No 16	1.191	30.26	3.03%	70.89%	29.11%		
No 30	0.595	36.36	3.64%	74.52%	25.48%		
No 40	0.420	12.24	1.22%	75.75%	24.25%		
No 50	0.296	11.21	1.12%	76.87%	23.13%		
No 100	0.149	124.25	12.43%	89.29%	10.71%		
No 200	0.075	31.05	3.11%	92.40%	7.60%		
Plato		76.03	7.60%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.69</b>	

**OBSERVACIONES:**

**T. Maximo Nominal:** 1 1/2"

**Límites de Consistencia:**

Limite Liquido: 17.74%

Limite Plastico: 14.76%

Limite de Contraccion: 14.04%

Indice de Plasticidad: 2.98%

**Porcentaje en muestra:**

% Grava (3" a #4): **59.49%**

% Arena (#4 a #200): **32.90%**

% Finos (Menor a #200): **7.60%**

**Características Granulométricas:**

D<sub>60</sub>: (mm): 11.39

D<sub>50</sub>: (mm): 7.54

D<sub>30</sub>: (mm): 1.43

D<sub>10</sub>: (mm): 0.13

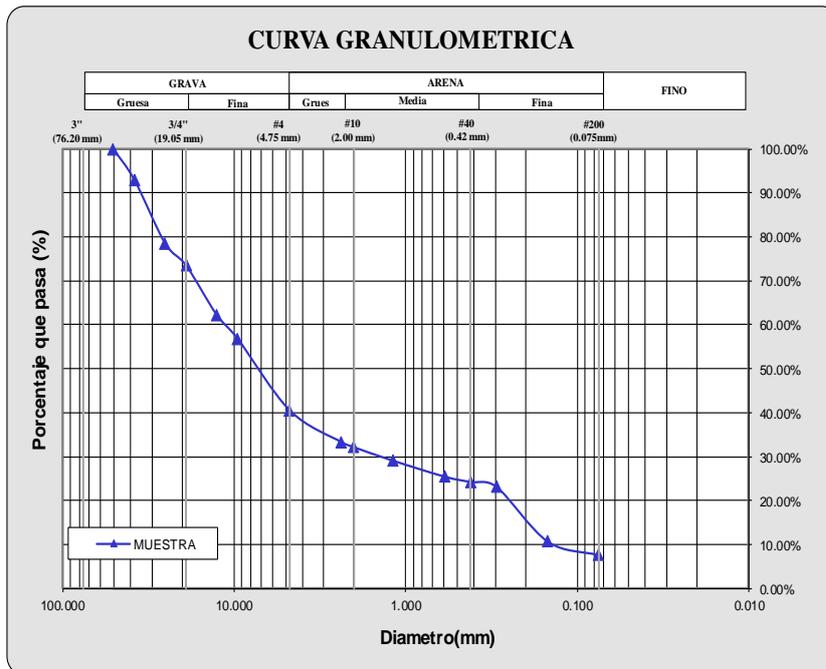
**Cu:** **87.62**

**Cc:** **1.38**

**Clasificación:**

SUCS: **GW-GM**

AASHTO: **A-1a ( 0)**



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.10 - 1.50  
 Sondaje: C-5  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

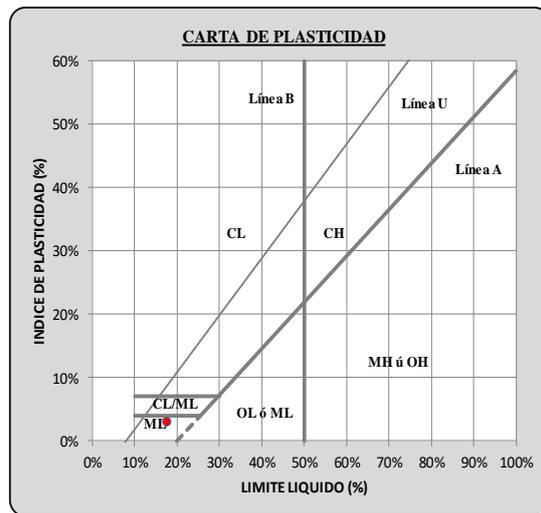
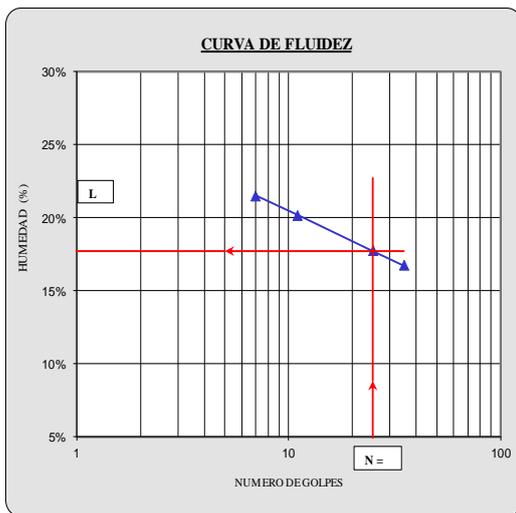
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	64.45	53.94	54.27	49.95
Tara + suelo seco	56.62	47.79	49.48	45.45
Agua	7.83	6.15	4.79	4.50
Peso de la tara	20.20	17.29	22.48	18.60
Peso del suelo seco	36.42	30.50	27.00	26.85
% humedad	21.50%	20.16%	17.74%	16.75%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	17.74%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	22.46	23.76		
Tara + suelo seco	21.92	23.32		
Agua	0.54	0.44		
Peso de la tara	18.21	20.38		
Peso del suelo seco	3.71	2.94		
% humedad	14.56%	14.97%		
LIMITE PLASTICO	14.76%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	17.74%
Líquido Plástico:	14.76%
Límite de Contracción:	14.04%
Índice de Plasticidad:	2.98%



# **CALICATA N°06**

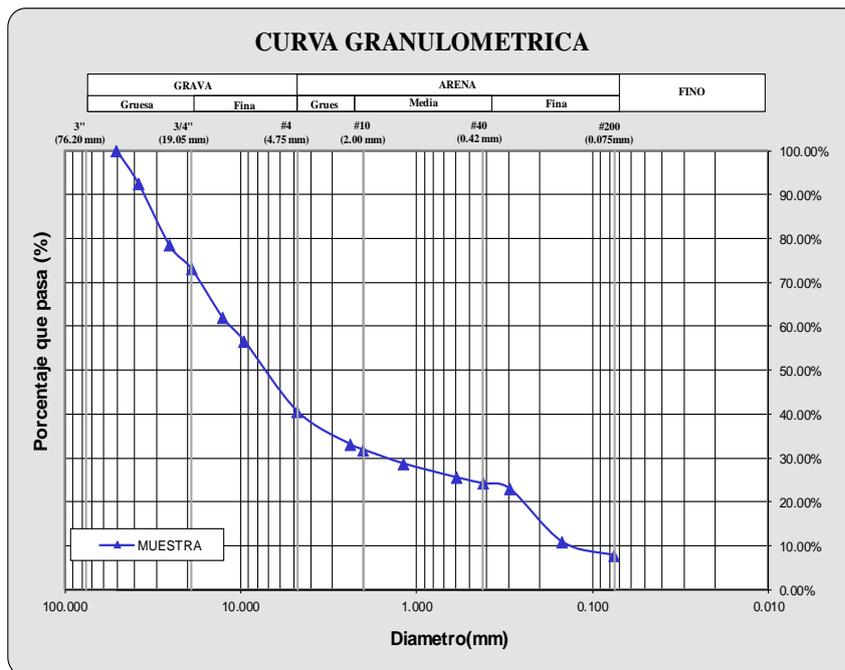
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.40 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-6</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		76.95				Límites		
Peso Tamizado (gr)		923.05				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2" <b>Límites de Consistencia:</b> Limite Liquido: 17.97% Limite Plastico: 14.67% Limite de Contraccion: 13.89% Indice de Plasticidad: 3.30%  <b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>59.53%</b> % Arena (#4 a #200): <b>32.78%</b> % Finos (Menor a #200): <b>7.70%</b>  <b>Características Granulométricas:</b> D <sub>60</sub> : (mm): 11.57 D <sub>50</sub> : (mm): 7.59 D <sub>30</sub> : (mm): 1.53 D <sub>10</sub> : (mm): 0.13 Cu: <b>89.00</b> Cc: <b>1.56</b>  <b>Clasificación:</b> SUCS: <b>GW-GM</b> AASHTO: <b>A-1a ( 0)</b>
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1 1/2"	38.100	76.65	7.67%	7.67%	92.34%			
1"	25.400	140.21	14.02%	21.69%	78.31%			
3/4"	19.050	53.26	5.33%	27.01%	72.99%			
1/2"	12.700	110.56	11.06%	38.07%	61.93%			
3/8"	9.525	54.25	5.43%	43.49%	56.51%			
No 4	4.750	160.32	16.03%	59.53%	40.48%			
No 8	2.381	74.52	7.45%	66.98%	33.02%			
No 10	2.000	12.15	1.22%	68.19%	31.81%			
No 16	1.191	31.25	3.13%	71.32%	28.68%			
No 30	0.595	31.55	3.16%	74.47%	25.53%			
No 40	0.420	13.65	1.37%	75.84%	24.16%			
No 50	0.296	12.12	1.21%	77.05%	22.95%			
No 100	0.149	121.25	12.13%	89.17%	10.83%			
No 200	0.075	31.31	3.13%	92.31%	7.70%			
Plato		76.95	7.70%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.77</b>		



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.40 - 1.50  
 Sondaje: C-6  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

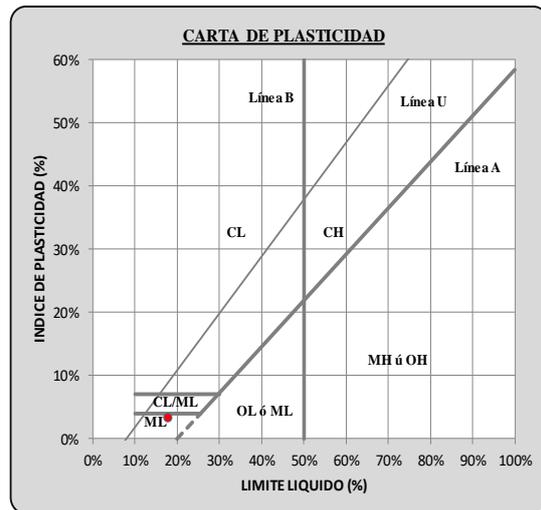
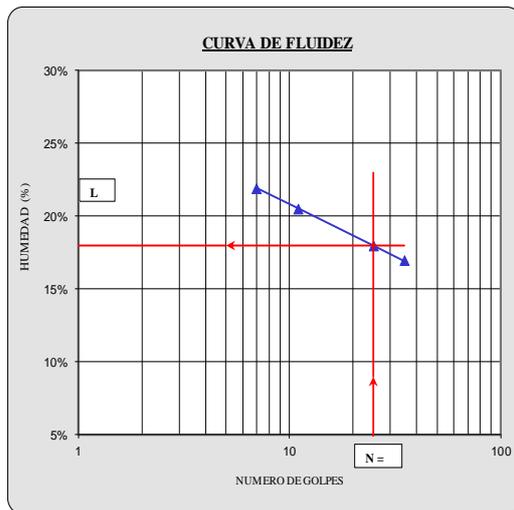
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	55.21	57.39	55.89	62.99
Tara + suelo seco	48.92	51.08	50.38	56.56
Agua	6.29	6.31	5.51	6.43
Peso de la tara	20.20	20.30	19.72	18.60
Peso del suelo seco	28.72	30.78	30.66	37.96
% humedad	21.89%	20.50%	17.97%	16.93%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	17.97%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.96	22.88		
Tara + suelo seco	23.48	22.41		
Agua	0.48	0.47		
Peso de la tara	20.38	19.02		
Peso del suelo seco	3.10	3.39		
% humedad	15.48%	13.86%		
LIMITE PLASTICO	14.67%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	17.97%
Líquido Plástico:	14.67%
Límite de Contracción:	13.89%
Índice de Plasticidad:	3.30%



# **CALICATA N°07**

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.50 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-7</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		79.55				Límites	
Peso Tamizado (gr)		920.45				Superior	Inferior
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.100	74.11	7.41%	7.41%	92.59%		
1"	25.400	142.32	14.23%	21.64%	78.36%		
3/4"	19.050	51.25	5.13%	26.77%	73.23%		
1/2"	12.700	111.26	11.13%	37.89%	62.11%		
3/8"	9.525	52.52	5.25%	43.15%	56.85%		
No 4	4.750	158.54	15.85%	59.00%	41.00%		
No 8	2.381	72.12	7.21%	66.21%	33.79%		
No 10	2.000	13.26	1.33%	67.54%	32.46%		
No 16	1.191	32.26	3.23%	70.76%	29.24%		
No 30	0.595	30.21	3.02%	73.79%	26.22%		
No 40	0.420	12.45	1.25%	75.03%	24.97%		
No 50	0.296	13.26	1.33%	76.36%	23.64%		
No 100	0.149	124.24	12.42%	88.78%	11.22%		
No 200	0.075	32.65	3.27%	92.05%	7.96%		
Plato		79.55	7.96%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.65</b>	

**OBSERVACIONES:**

**T. Maximo Nominal:** 1 1/2"

**Límites de Consistencia:**

Limite Liquido: 22.98%

Limite Plastico: 19.23%

Limite de Contraccion: 18.01%

Indice de Plasticidad: 3.75%

**Porcentaje en muestra:**

% Grava (3" a #4): **59.00%**

% Arena (#4 a #200): **33.05%**

% Finos (Menor a #200): **7.96%**

**Características Granulométricas:**

D<sub>60</sub> (mm): 11.43

D<sub>50</sub> (mm): 7.46

D<sub>30</sub> (mm): 1.38

D<sub>10</sub> (mm): 0.12

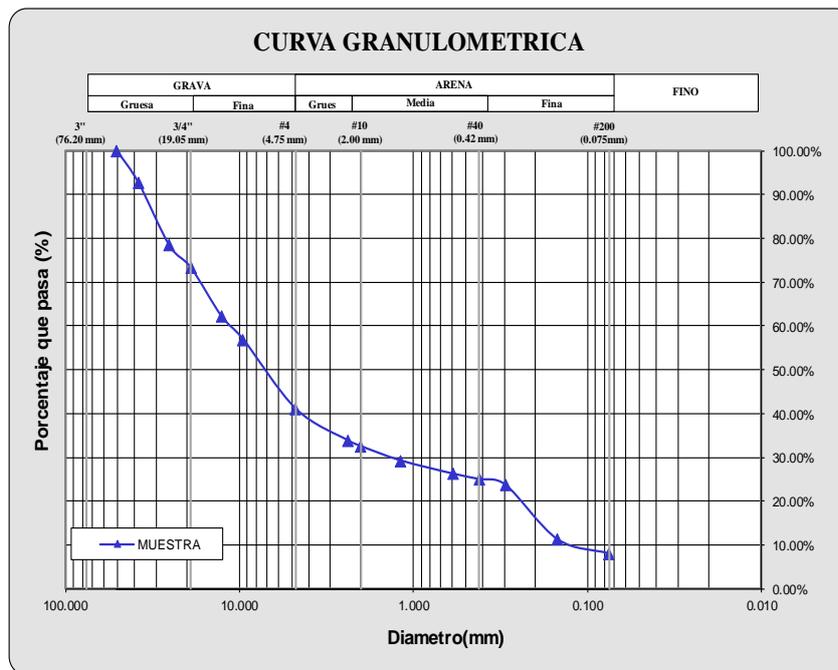
Cu: **95.25**

Cc: **1.39**

**Clasificación:**

SUCS: **GW-GM**

AASHTO: **A-1a ( 0)**



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.50 - 1.50  
 Sondaje: C-7  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

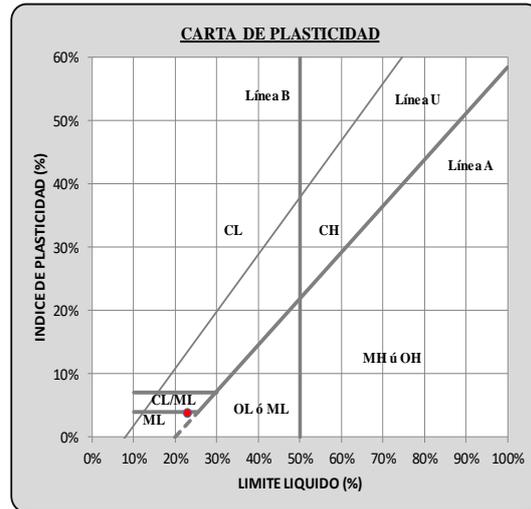
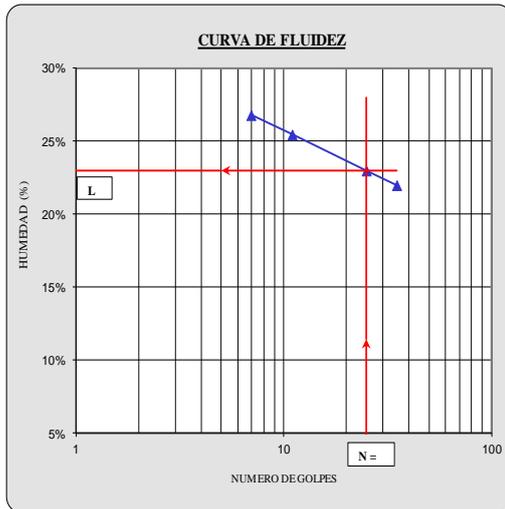
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	55.11	54.46	55.94	52.36
Tara + suelo seco	47.74	47.76	49.28	46.28
Agua	7.37	6.70	6.66	6.08
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	27.54	26.36	28.98	27.68
% humedad	26.76%	25.42%	22.98%	21.98%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	22.98%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.69	20.53		
Tara + suelo seco	25.20	19.98		
Agua	0.49	0.55		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	2.72	2.69		
% humedad	18.01%	20.45%		
LIMITE PLASTICO	19.23%			

### RESULTADOS:

Limite Liquido:	22.98%
Liquido Plastico:	19.23%
Limite de Contraccion:	18.01%
Indice de Plasticidad:	3.75%



# **CALICATA N°08**

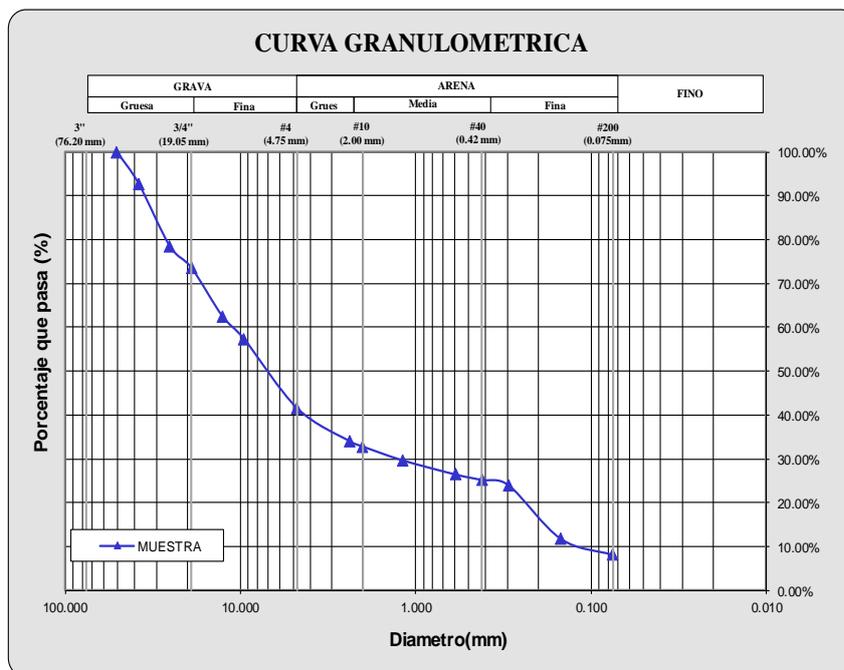
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.20 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-8</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		81.38				Límites		
Peso Tamizado (gr)		918.63				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2" <b>Límites de Consistencia:</b> Limite Liquido: 20.19% Limite Plastico: 17.33% Limite de Contraccion: 16.50% Indice de Plasticidad: 2.86%  <b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>58.46%</b> % Arena (#4 a #200): <b>33.40%</b> % Finos (Menor a #200): <b>8.14%</b>  <b>Características Granulométricas:</b> D60: (mm): 11.17 D50: (mm): 7.32 D30: (mm): 1.27 D10: (mm): 0.11 Cu: <b>101.55</b> Cc: <b>1.31</b>  <b>Clasificación:</b> SUCS: <b>GW-GM</b> AASHTO: <b>A-1a</b> ( 0)
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1 1/2"	38.100	73.26	7.33%	7.33%	92.67%			
1"	25.400	141.23	14.12%	21.45%	78.55%			
3/4"	19.050	50.26	5.03%	26.48%	73.53%			
1/2"	12.700	110.21	11.02%	37.50%	62.50%			
3/8"	9.525	52.14	5.21%	42.71%	57.29%			
No 4	4.750	157.54	15.75%	58.46%	41.54%			
No 8	2.381	74.99	7.50%	65.96%	34.04%			
No 10	2.000	12.20	1.22%	67.18%	32.82%			
No 16	1.191	31.11	3.11%	70.29%	29.71%			
No 30	0.595	32.23	3.22%	73.52%	26.48%			
No 40	0.420	12.55	1.26%	74.77%	25.23%			
No 50	0.296	12.00	1.20%	75.97%	24.03%			
No 100	0.149	122.26	12.23%	88.20%	11.80%			
No 200	0.075	36.65	3.67%	91.86%	8.14%			
Plato		81.38	8.14%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.69</b>		



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.20 - 1.50  
 Sondaje: C-8  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

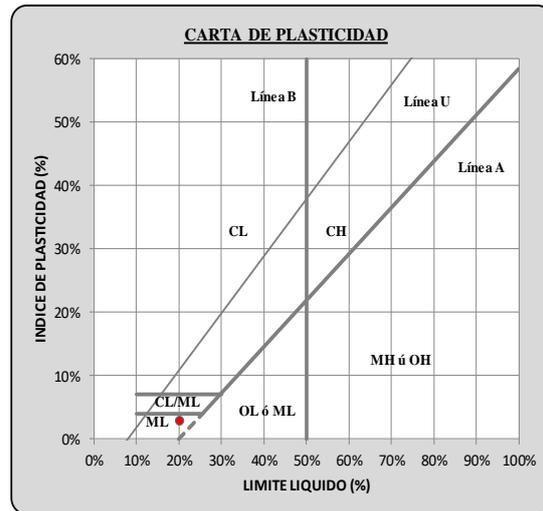
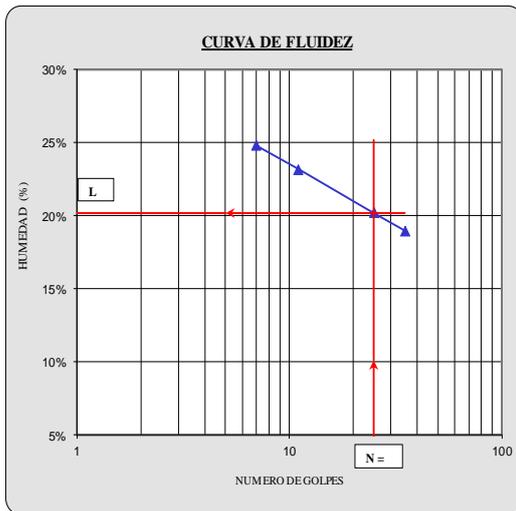
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	48.64	55.09	56.10	57.77
Tara + suelo seco	42.99	48.04	49.87	51.52
Agua	5.65	7.05	6.23	6.25
Peso de la tara	20.20	17.60	19.02	18.60
Peso del suelo seco	22.79	30.44	30.85	32.92
% humedad	24.79%	23.16%	20.19%	18.98%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	20.19%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.42	23.00		
Tara + suelo seco	22.98	22.48		
Agua	0.44	0.52		
Peso de la tara	20.20	19.72		
Peso del suelo seco	2.78	2.76		
% humedad	15.83%	18.84%		
LIMITE PLASTICO	17.33%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	20.19%
Líquido Plástico:	17.33%
Límite de Contracción:	16.50%
Índice de Plasticidad:	2.86%



# **CALICATA N°09**

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.20 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-9</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones	
Pérd. por lavado (gr)		86.70				Límites	
Peso Tamizado (gr)		913.30				Superior	Inferior
ABERT. MALLA	Peso	% Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.100	71.56	7.16%	7.16%	92.84%		
1"	25.400	140.25	14.03%	21.18%	78.82%		
3/4"	19.050	51.29	5.13%	26.31%	73.69%		
1/2"	12.700	112.21	11.22%	37.53%	62.47%		
3/8"	9.525	52.02	5.20%	42.73%	57.27%		
No 4	4.750	155.24	15.52%	58.26%	41.74%		
No 8	2.381	74.74	7.47%	65.73%	34.27%		
No 10	2.000	13.26	1.33%	67.06%	32.94%		
No 16	1.191	30.22	3.02%	70.08%	29.92%		
No 30	0.595	31.31	3.13%	73.21%	26.79%		
No 40	0.420	12.05	1.21%	74.42%	25.59%		
No 50	0.296	13.26	1.33%	75.74%	24.26%		
No 100	0.149	120.21	12.02%	87.76%	12.24%		
No 200	0.075	35.68	3.57%	91.33%	8.67%		
Plato		86.70	8.67%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)	
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.88</b>	

**OBSERVACIONES:**

**T. Maximo Nominal:** 1 1/2"

**Límites de Consistencia:**

Limite Liquido: 22.14%

Limite Plastico: 20.30%

Limite de Contraccion: 19.64%

Indice de Plasticidad: 1.84%

**Porcentaje en muestra:**

% Grava (3" a #4): **58.26%**

% Arena (#4 a #200): **33.07%**

% Finos (Menor a #200): **8.67%**

**Características Granulométricas:**

D<sub>60</sub> (mm): 11.19

D<sub>50</sub> (mm): 7.29

D<sub>30</sub> (mm): 1.21

D<sub>10</sub> (mm): 0.10

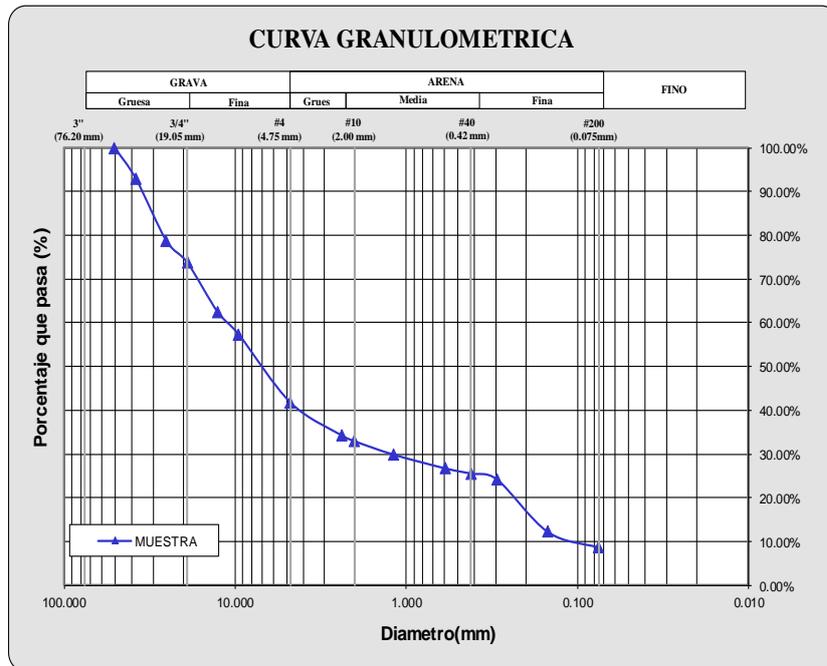
**Cu:** 111.90

**Cc:** 1.31

**Clasificación:**

SUCS: **GW-GM**

AASHTO: **A-1a ( 0 )**



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.20 - 1.50  
 Sondaje: C-9  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

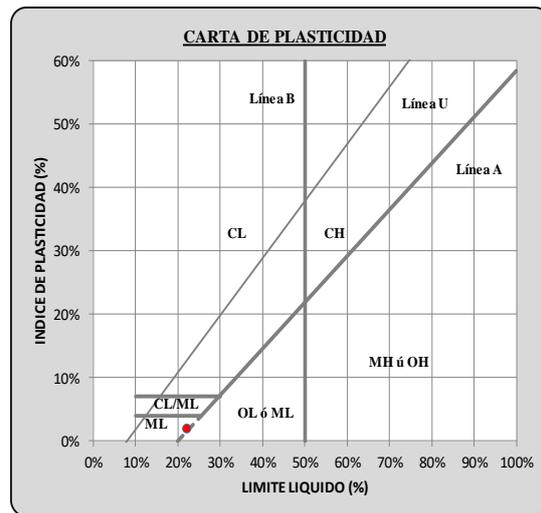
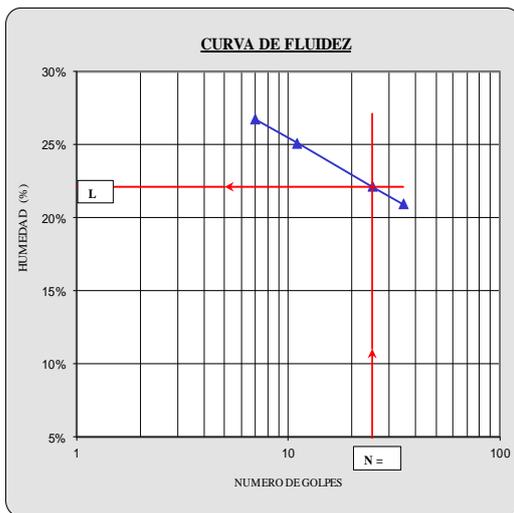
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	57.49	55.89	57.04	64.61
Tara + suelo seco	49.62	48.97	50.38	56.65
Agua	7.87	6.92	6.66	7.96
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	29.42	27.57	30.08	38.05
% humedad	26.73%	25.10%	22.14%	20.93%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	22.14%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.83	20.58		
Tara + suelo seco	25.28	20.01		
Agua	0.55	0.57		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	2.80	2.72		
% humedad	19.64%	20.96%		
LIMITE PLASTICO	20.30%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	22.14%
Líquido Plástico:	20.30%
Límite de Contracción:	19.64%
Índice de Plasticidad:	1.84%



# **CALICATA N°10**

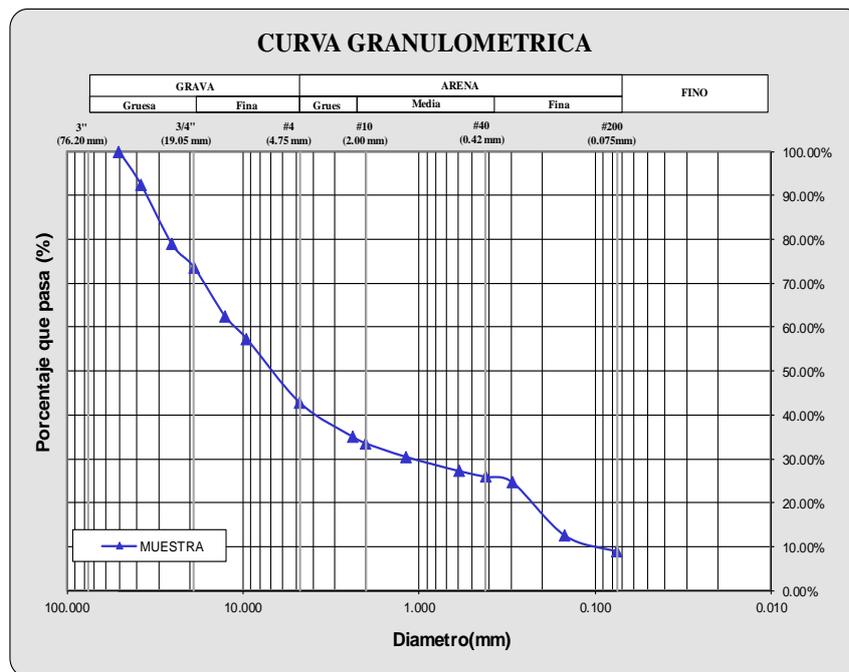
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.30 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-10</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		88.94				Límites		
Peso Tamizado (gr)		911.06				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2" <b>Límites de Consistencia:</b> Limite Liquido: 15.22% Limite Plastico: 12.89% Limite de Contraccion: 12.41% Indice de Plasticidad: 2.33%  <b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>57.27%</b> % Arena (#4 a #200): <b>33.84%</b> % Finos (Menor a #200): <b>8.89%</b>  <b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): 11.18 D50: (mm): 7.13 D30: (mm): 1.10 D10: (mm): 0.10 Cu: <b>111.80</b> Cc: <b>1.08</b> <b>Clasificacion:</b> SUCS: <b>GW-GM</b> AASHTO: <b>A-1a</b> ( 0)
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	% Pasa	% Pasa	
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1 1/2"	38.100	75.75	7.58%	7.58%	92.43%			
1"	25.400	135.65	13.57%	21.14%	78.86%			
3/4"	19.050	52.52	5.25%	26.39%	73.61%			
1/2"	12.700	111.21	11.12%	37.51%	62.49%			
3/8"	9.525	51.99	5.20%	42.71%	57.29%			
No 4	4.750	145.58	14.56%	57.27%	42.73%			
No 8	2.381	76.99	7.70%	64.97%	35.03%			
No 10	2.000	15.15	1.52%	66.48%	33.52%			
No 16	1.191	30.25	3.03%	69.51%	30.49%			
No 30	0.595	32.26	3.23%	72.74%	27.27%			
No 40	0.420	13.11	1.31%	74.05%	25.95%			
No 50	0.296	12.41	1.24%	75.29%	24.71%			
No 100	0.149	121.20	12.12%	87.41%	12.59%			
No 200	0.075	36.99	3.70%	91.11%	8.89%			
Plato		88.94	8.89%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.74</b>		



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.30 - 1.50  
 Sondaje: C-10  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

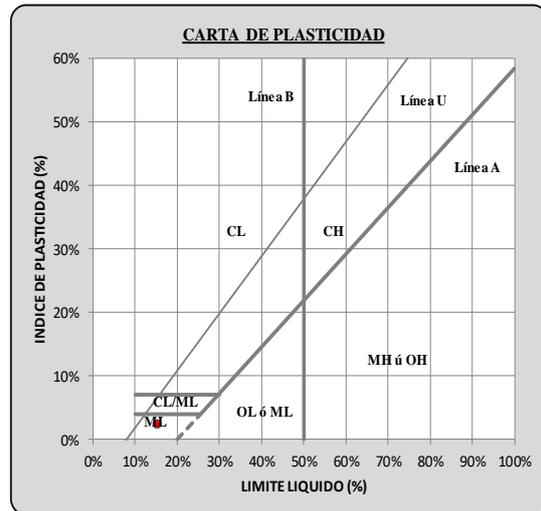
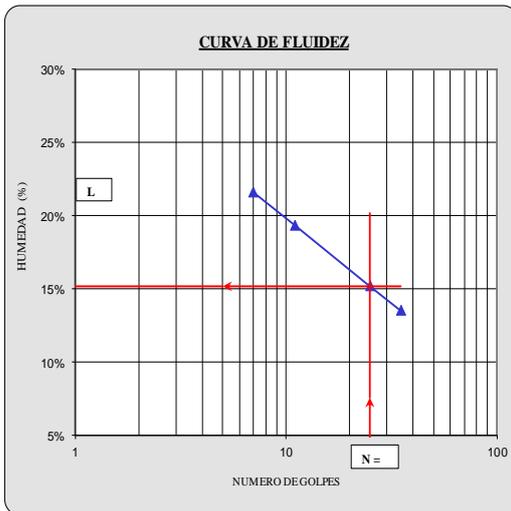
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	59.50	55.31	56.12	52.60
Tara + suelo seco	52.52	49.20	51.22	48.55
Agua	6.98	6.11	4.90	4.05
Peso de la tara	20.20	17.60	19.02	18.60
Peso del suelo seco	32.32	31.60	32.20	29.95
% humedad	21.60%	19.34%	15.22%	13.53%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	15.22%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	24.05	23.39		
Tara + suelo seco	23.40	23.20		
Agua	0.65	0.19		
Peso de la tara	20.20	19.72		
Peso del suelo seco	3.20	3.48		
% humedad	20.31%	5.46%		
LIMITE PLASTICO	12.89%			

### RESULTADOS:

Limite Líquido:	15.22%
Líquido Plástico:	12.89%
Limite de Contracción:	12.41%
Índice de Plasticidad:	2.33%



# **CALICATA N°11**

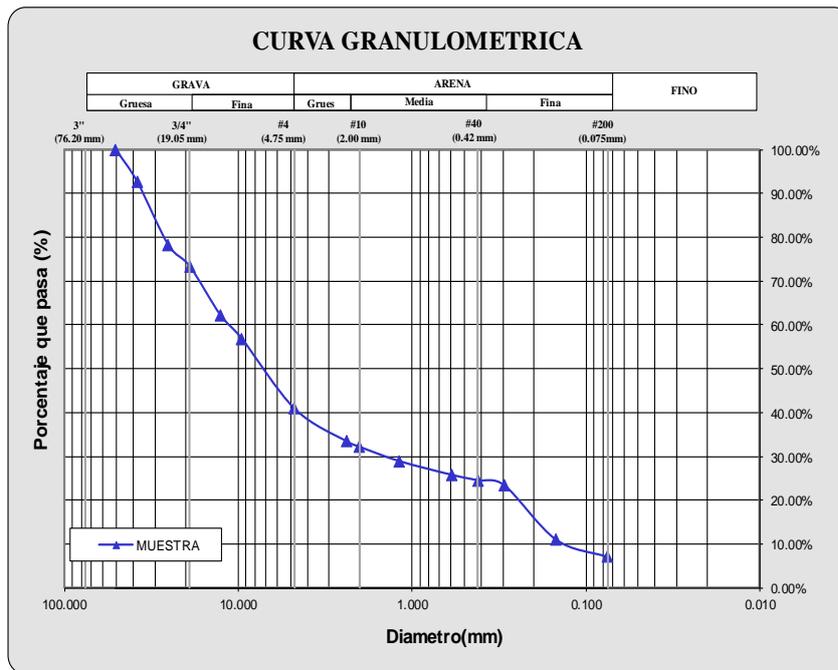
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.30 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-11</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		70.65				Límites		
Peso Tamizado (gr)		929.35				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA	Peso	% Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa	<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2" <b>Límites de Consistencia:</b> Limite Liquido: 13.42% Limite Plastico: 10.71% Limite de Contraccion: 10.28% Indice de Plasticidad: 2.71%  <b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>59.13%</b> % Arena (#4 a #200): <b>33.81%</b> % Finos (Menor a #200): <b>7.06%</b>  <b>Características Granulométricas:</b> D <sub>60</sub> : (mm): 11.41 D <sub>50</sub> : (mm): 7.49 D <sub>30</sub> : (mm): 1.45 D <sub>10</sub> : (mm): 0.13 Cu: <b>87.77</b> Cc: <b>1.42</b> <b>Clasificación:</b> SUCS: <b>GW-GM</b> AASHTO: <b>A-1a ( 0)</b>
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1 1/2"	38.100	74.82	7.48%	7.48%	92.52%			
1"	25.400	142.15	14.22%	21.70%	78.30%			
3/4"	19.050	49.56	4.96%	26.65%	73.35%			
1/2"	12.700	111.25	11.13%	37.78%	62.22%			
3/8"	9.525	54.52	5.45%	43.23%	56.77%			
No 4	4.750	158.96	15.90%	59.13%	40.87%			
No 8	2.381	74.52	7.45%	66.58%	33.42%			
No 10	2.000	12.50	1.25%	67.83%	32.17%			
No 16	1.191	32.15	3.22%	71.04%	28.96%			
No 30	0.595	31.25	3.13%	74.17%	25.83%			
No 40	0.420	12.52	1.25%	75.42%	24.58%			
No 50	0.296	11.26	1.13%	76.55%	23.45%			
No 100	0.149	124.24	12.42%	88.97%	11.03%			
No 200	0.075	39.65	3.97%	92.94%	7.06%			
Plato		70.65	7.06%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.65</b>		



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCION DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.30 - 1.50  
 Sondaje: C-11  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

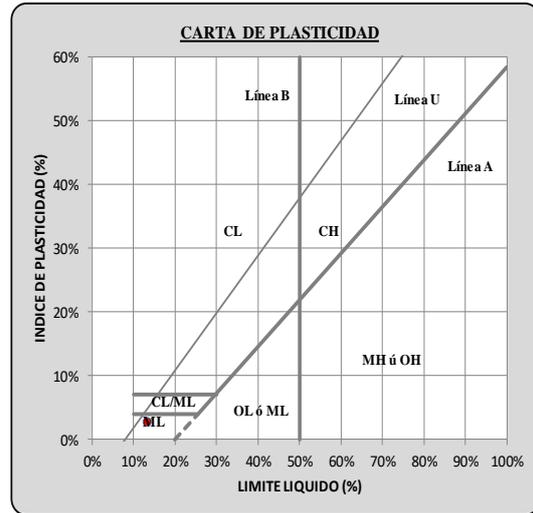
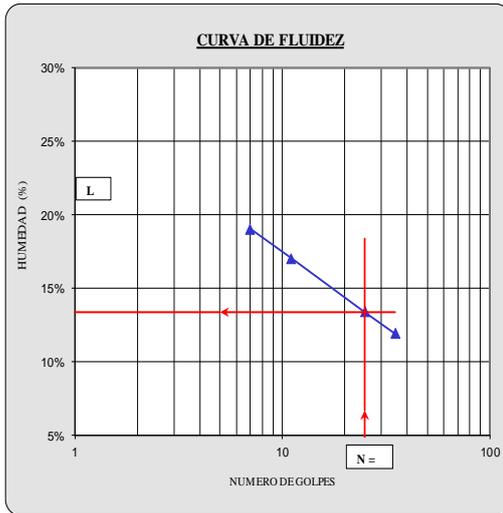
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	58.68	54.44	56.14	61.45
Tara + suelo seco	52.52	49.38	51.90	56.88
Agua	6.16	5.06	4.24	4.57
Peso de la tara	20.20	19.70	20.30	18.60
Peso del suelo seco	32.32	29.68	31.60	38.28
% humedad	19.05%	17.05%	13.42%	11.93%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	13.42%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	23.45	24.64		
Tara + suelo seco	22.89	24.31		
Agua	0.56	0.33		
Peso de la tara	17.29	21.42		
Peso del suelo seco	5.60	2.89		
% humedad	10.00%	11.42%		
LIMITE PLASTICO	10.71%			

### RESULTADOS:

Limite Liquido:	13.42%
Liquido Plastico:	10.71%
Limite de Contraccion:	10.28%
Indice de Plasticidad:	2.71%



# **CALICATA N°12**

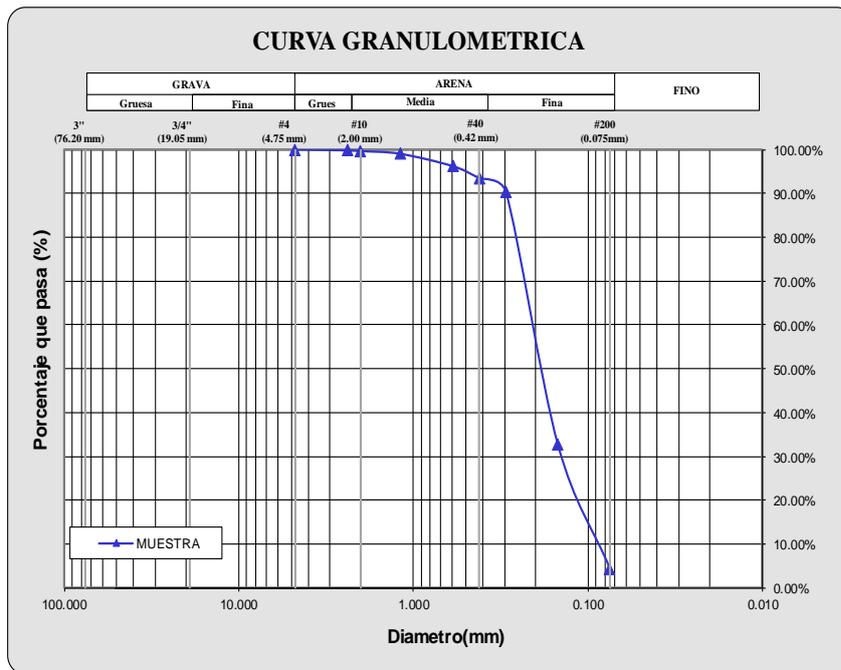
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.50 - 1.50

<b>CANtera:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-12</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>ARENA UNIFORME</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		200.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		8.89				Límites		
Peso Tamizado (gr)		191.11				Superior	Inferior	<b>T. Maximo Nominal:</b> No 8
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>Límites de Consistencia:</b>
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Liquido: NP
2"	50.800							Limite Plastico: NP
1 1/2"	38.100							Limite de Contraccion: NP
1"	25.400							Indice de Plasticidad: NP
3/4"	19.050							<b>Porcentaje en muestra:</b>
1/2"	12.700							% Grava (3" a #4): <b>0.00%</b>
3/8"	9.525							% Arena (#4 a #200): <b>95.56%</b>
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			% Finos (Menor a #200): <b>4.44%</b>
No 8	2.381	0.45	0.23%	0.23%	99.78%			<b>Características Granulométricas:</b>
No 10	2.000	0.31	0.16%	0.38%	99.62%			<b>D60:</b> (mm): 0.22
No 16	1.191	1.21	0.61%	0.99%	99.02%			<b>D50:</b> (mm): 0.19
No 30	0.595	5.65	2.83%	3.81%	96.19%			<b>D30:</b> (mm): 0.14
No 40	0.420	5.51	2.76%	6.57%	93.44%			<b>D10:</b> (mm): 0.09
No 50	0.296	6.20	3.10%	9.67%	90.34%			<b>Cu:</b> <b>2.44</b>
No 100	0.149	115.26	57.63%	67.30%	32.71%			<b>Cc:</b> <b>0.99</b>
No 200	0.075	56.52	28.26%	95.56%	4.44%			<b>Clasificación:</b>
Plato		8.89	4.44%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		<b>SUCS:</b> <b>SP</b>
Sumatoria		200.00	100.00%			<b>0.45</b>		<b>AASHTO:</b> <b>A-3</b> ( 0 )



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: ARENA UNIFORME (SP)

Prof (m) : 0.50 - 1.50  
 Sondaje: C-12  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

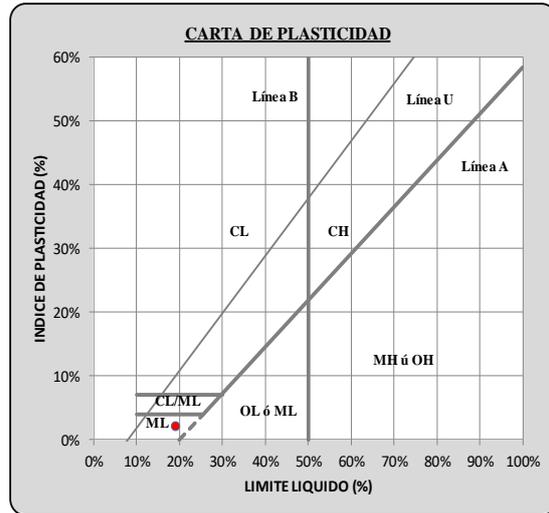
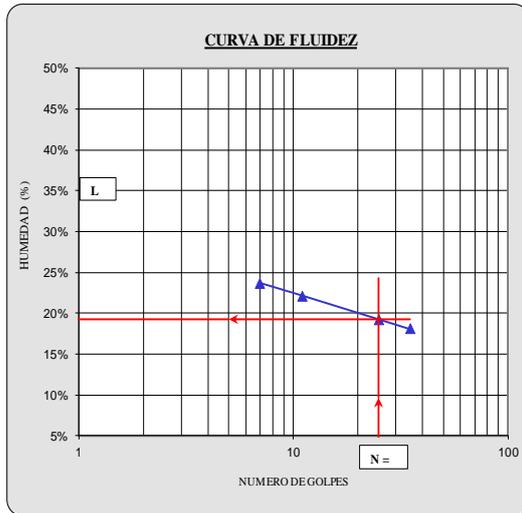
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	58.56	60.45	54.86	50.74
Tara + suelo seco	51.22	54.20	49.27	45.82
Agua	7.34	6.25	5.59	4.92
Peso de la tara	20.20	25.90	20.22	18.60
Peso del suelo seco	31.02	28.30	29.05	27.22
% humedad	23.65%	22.08%	19.24%	18.08%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	19.24%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	37.96	16.92		
Tara + suelo seco	37.48	16.47		
Agua	0.48	0.45		
Peso de la tara	34.84	13.71		
Peso del suelo seco	2.64	2.76		
% humedad	18.18%	16.30%		
LIMITE PLASTICO	17.24%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	19.24%
Líquido Plástico:	17.24%
Límite de Contracción:	16.65%
Índice de Plasticidad:	2.00%



# **CALICATA N°13**



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

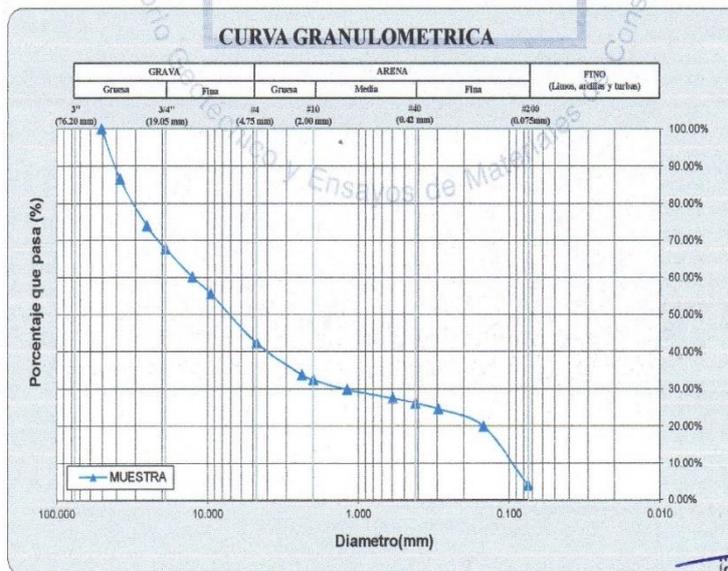
Prof (m) : 0.20 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-13
CLASE DE SUELO:	GRAVA BIEN GRADUADA	Muestra:	M-1

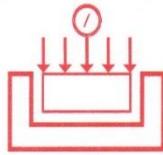
## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

ABERT. MALLA	Peso Tamizado (gr)	Especificaciones				Límites	
		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Superior	Inferior
Peso Original (gr)	1000.00						
Pérd. por lavado (gr)	39.59						
Peso Tamizado (gr)	960.41						
Pulg/malla	mm	Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa Superior	% Pasa Inferior
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
1 1/2"	38.100	135.26	13.53%	13.53%	86.47%		
1"	25.400	125.26	12.53%	26.05%	73.95%		
3/4"	19.050	61.24	6.12%	32.18%	67.82%		
1/2"	12.700	76.62	7.86%	39.84%	60.16%		
3/8"	9.525	45.45	4.55%	44.38%	55.62%		
No 4	4.750	132.15	13.22%	57.60%	42.40%		
No 8	2.381	85.85	8.59%	66.18%	33.82%		
No 10	2.000	12.69	1.27%	67.45%	32.55%		
No 16	1.191	26.65	2.67%	70.12%	29.88%		
No 30	0.595	23.24	2.32%	72.44%	27.56%		
No 40	0.420	12.88	1.29%	73.73%	26.27%		
No 50	0.296	15.99	1.60%	75.33%	24.67%		
No 100	0.149	46.89	4.69%	80.02%	19.98%		
No 200	0.075	160.24	16.02%	96.04%	3.96%		
Plato	39.59	3.96%	100.00%	0.00%			
Sumatoria	1000.00	100.00%					

**OBSERVACIONES:**  
 T. Maximo Nominal: 1 1/2"  
 Límites de Consistencia:  
 Límite Líquido: NP  
 Límite Plástico: NP  
 Límite de Contracción: NP  
 Índice de Plasticidad: NP  
 Porcentaje en muestra:  
 % Grava (3" a #4): 57.60%  
 % Arena (#4 a #200): 38.44%  
 % Finos (Menor a #200): 3.96%  
 Características Granulométricas:  
 D<sub>60</sub> (mm): 12.59  
 D<sub>50</sub> (mm): 7.50  
 D<sub>30</sub> (mm): 1.23  
 D<sub>10</sub> (mm): 0.10  
 Cu: 125.90  
 Cc: 1.20  
 Clasificación:  
 SUCS: GW  
 AASHTO: A-1a ( 0 )



*Ing. José Antonio Huertas Martel*  
 CIP: 148106



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

## DENSIDADES SECAS MAXIMAS Y MINIMAS

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
CANTERA: MATERIAL IN SITU (C-13 M-1)

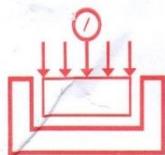
### DENSIDAD SECA MAXIMA

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	956.04	956.04
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (gr)	6090.00	6110.00
PESO RECIPIENTE (gr)	4275.00	4275.00
PESO MUESTRA (gr)	1815.00	1835.00
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cc)	1.90	1.92
	1.91	

### DENSIDAD SECA MINIMA

DENOMINACION		
VOLUMEN RECIPIENTE (cm <sup>3</sup> )	940.45	940.45
PESO MUESTRA COMPACTA + PESO RECIPIENTE (gr)	5915.00	5910.00
PESO RECIPIENTE (gr)	4325.00	4325.00
PESO MUESTRA (gr)	1590.00	1585.00
DENSIDAD SECA MINIMA (gr/cc)	1.69	1.69
	1.69	

  
Ing. José Antonio Huertas  
CIP. 148105



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

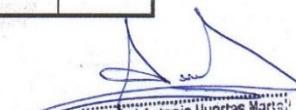
## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

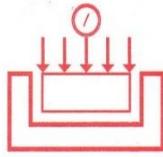
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU (C-13 M-1)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (g)	4530		4530		4530	
Condiciones de la Muestra	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de
	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + Molde (g)	8260.00		8150.00		7800.00	
Peso del Molde (g)	4191.00		4191.00		4191.00	
Peso de la Muestra húmeda (g)	4069.00		3959.00		3609.00	
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2117.40		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.92		1.87		1.70	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara N°	1		2		3	
Muestra húmeda + Tara (g)	50.63		55.62		49.89	
Muestra seca + Tara (g)	50.45		55.42		49.70	
Peso del Agua (g)	0.18		0.20		0.19	
Peso de la Tara (g)	23.12		22.48		21.22	
Muestra Seca (g)	27.33		32.94		28.48	
Contenido de humedad (%)	0.66%		0.61%		0.67%	
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.91		1.86		1.69	

### DATOS DE EXPANSION

Molde N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
Fecha	Hora	Tiempo (horas)	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.	Lectura dial	Hincham. mm.

  
 Ing. José Antonio Huertas Márta  
 CIP. 148106



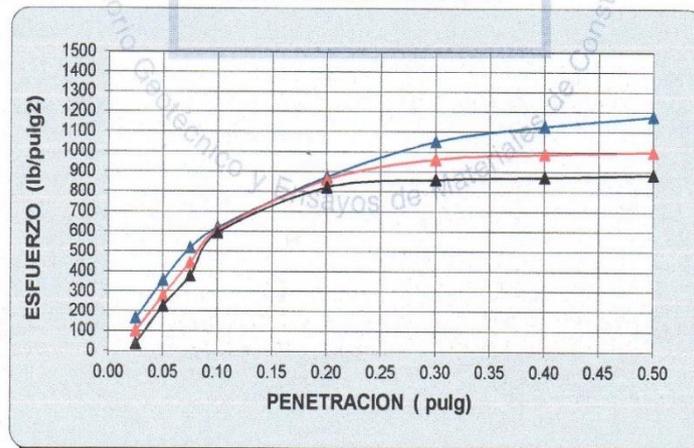
# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

## ENSAYO CARGA - PENETRACION

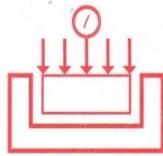
Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	Moide N° 01			Moide N° 02			Moide N° 03		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		130.00	494.00	164.67	80.00	304	101.33	30.00	114.00	38.00
0.050		280.00	1064.00	354.67	220.00	836	278.67	180.00	684.00	228.00
0.075		410.00	1558.00	519.33	350.00	1330	443.33	300.00	1140.00	380.00
0.100		490.00	1862.00	620.67	480.00	1824	608.00	470.00	1786.00	595.33
0.200		690.00	2622.00	874.00	680.00	2584	861.33	650.00	2470.00	823.33
0.300		830.00	3154.00	1051.33	760.00	2888	962.67	680.00	2584.00	861.33
0.400		890.00	3382.00	1127.33	780.00	2964	988.00	690.00	2622.00	874.00
0.500		930.00	3534.00	1178.00	790.00	3002	1000.67	700.00	2660.00	886.67

56	CBR (0.1")	$\frac{620.67 \times 100}{1000} = 62.07\%$
	CBR (0.2")	$\frac{874 \times 100}{1500} = 58.27\%$
25	CBR (0.1")	$\frac{608 \times 100}{1000} = 60.80\%$
	CBR (0.2")	$\frac{861.33 \times 100}{1500} = 57.42\%$
12	CBR (0.1")	$\frac{595.3333 \times 100}{1000} = 59.53\%$
	CBR (0.2")	$\frac{823.3333 \times 100}{1500} = 54.89\%$



GOLPES		56	25	12
C.B.R.	0.1	62.07%	60.80%	59.53%
	0.2	58.27%	57.42%	54.89%

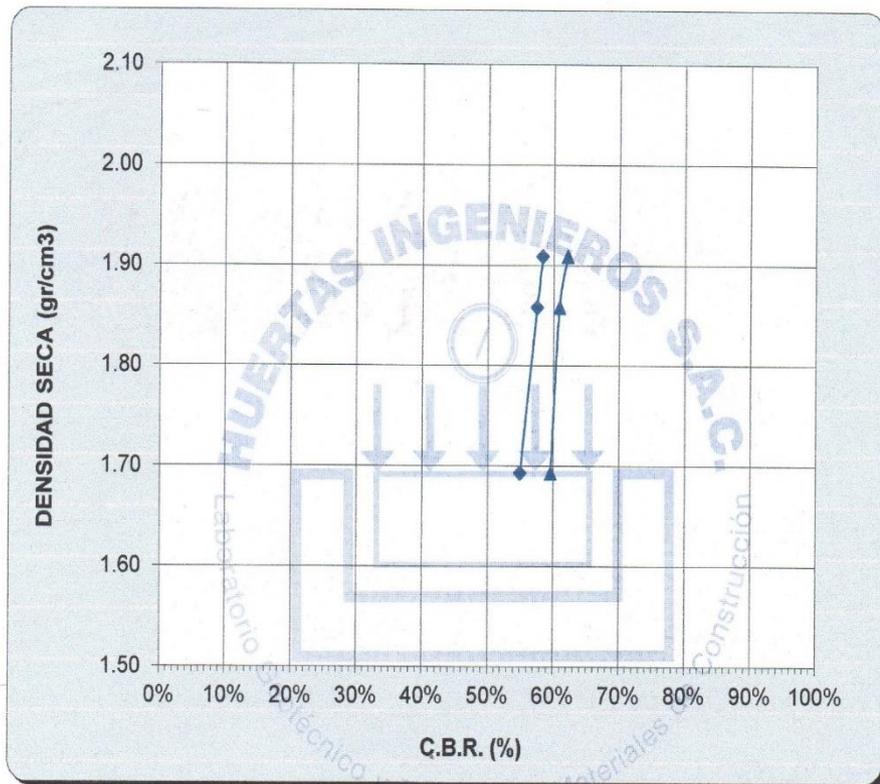
  
 Ing. José Antonio Huertas Martínez  
 CIP. 148106



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

## CURVA DENSIDAD SECA - CBR



**VALORES PROCTOR MODIFICADO:**

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³): 1.91  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 11.00

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm³): 1.81  
**C.B.R. (%): 56.00**

*[Signature]*  
 Ing. José Antonio Huertas  
 CIP. 148174

# **CALICATA N°14**

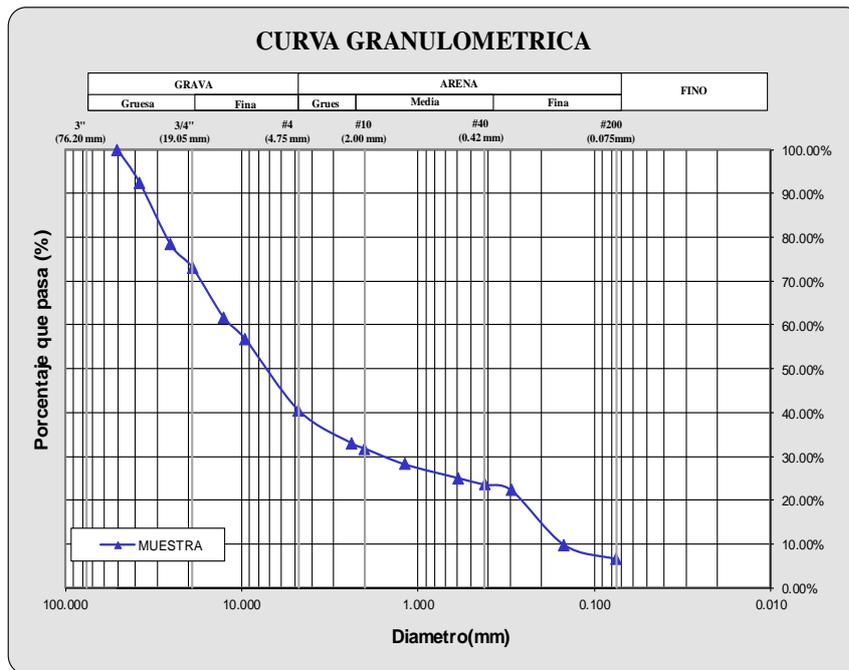
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.10 - 0.40

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-14</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		65.73				Límites		
Peso Tamizado (gr)		934.27				Superior	Inferior	
ABERT. MALLA	Peso	%	% Ret	%			<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2" <b>Límites de Consistencia:</b> Limite Liquido: 14.16% Limite Plastico: 11.55% Limite de Contraccion: 11.08% Indice de Plasticidad: 2.62%  <b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>59.55%</b> % Arena (#4 a #200): <b>33.88%</b> % Finos (Menor a #200): <b>6.57%</b>  <b>Características Granulométricas:</b> D <sub>60</sub> : (mm): 11.63 D <sub>50</sub> : (mm): 7.56 D <sub>30</sub> : (mm): 1.60 D <sub>10</sub> : (mm): 0.15 Cu: <b>77.53</b> Cc: <b>1.47</b>  <b>Clasificación:</b> SUCS: <b>GW-GM</b> AASHTO: <b>A-1a</b> ( 0)	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa		
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			
1 1/2"	38.100	75.25	7.53%	7.53%	92.48%			
1"	25.400	141.23	14.12%	21.65%	78.35%			
3/4"	19.050	53.29	5.33%	26.98%	73.02%			
1/2"	12.700	113.26	11.33%	38.30%	61.70%			
3/8"	9.525	50.28	5.03%	43.33%	56.67%			
No 4	4.750	162.21	16.22%	59.55%	40.45%			
No 8	2.381	74.41	7.44%	66.99%	33.01%			
No 10	2.000	12.25	1.23%	68.22%	31.78%			
No 16	1.191	35.62	3.56%	71.78%	28.22%			
No 30	0.595	31.22	3.12%	74.90%	25.10%			
No 40	0.420	15.24	1.52%	76.43%	23.57%			
No 50	0.296	12.77	1.28%	77.70%	22.30%			
No 100	0.149	124.25	12.43%	90.13%	9.87%			
No 200	0.075	32.99	3.30%	93.43%	6.57%			
Plato		65.73	6.57%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.65</b>		



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.10 - 0.40  
 Sondaje: C-14  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

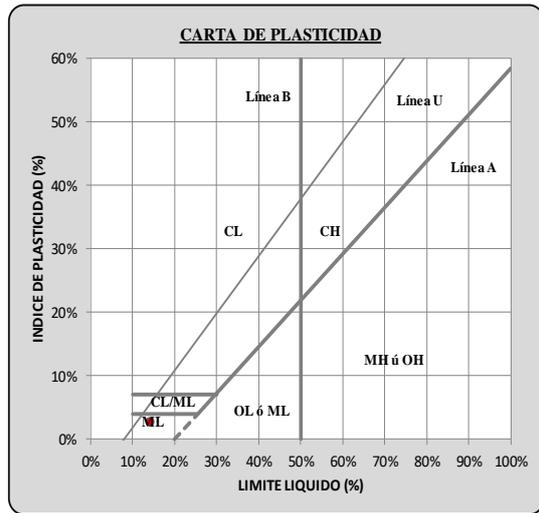
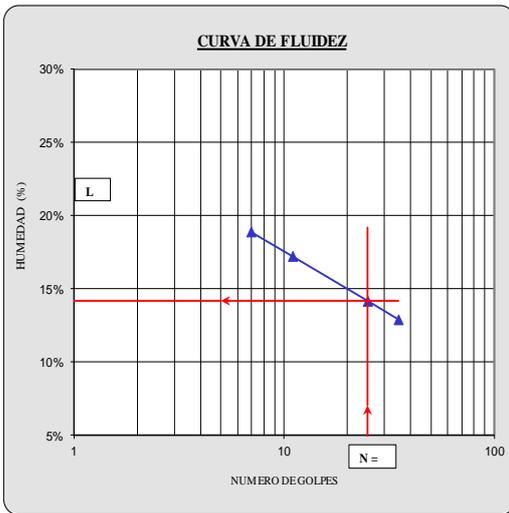
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	53.39	53.36	54.48	61.53
Tara + suelo seco	48.12	48.67	50.24	56.62
Agua	5.27	4.69	4.24	4.91
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	27.92	27.27	29.94	38.02
% humedad	18.87%	17.20%	14.16%	12.92%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	14.16%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.48	20.34		
Tara + suelo seco	24.09	19.15		
Agua	0.19	0.21		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	1.61	1.86		
% humedad	11.80%	11.29%		
LIMITE PLASTICO	11.55%			

### RESULTADOS:

Limite Liquido:	14.16%
Liquido Plastico:	11.55%
Limite de Contraccion:	11.08%
Indice de Plasticidad:	2.62%



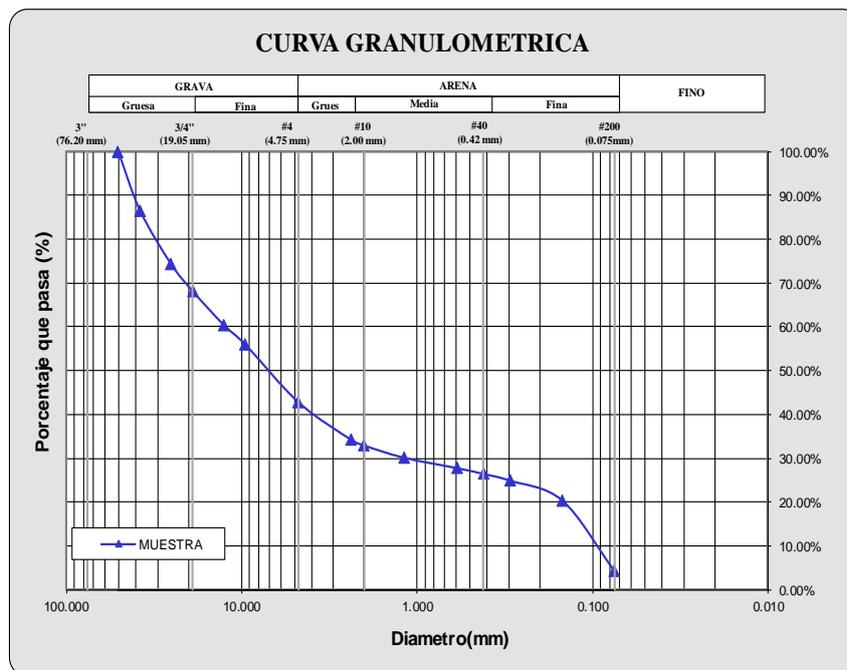
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.40 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-14</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-2</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>
Pérd. por lavado (gr)		43.10				Límites		
Peso Tamizado (gr)		956.90				Superior Inferior		<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2"
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	<b>Límites de Consistencia:</b>
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Limite Liquido: NP
1 1/2"	38.100	135.00	13.50%	13.50%	86.50%			Limite Plastico: NP
1"	25.400	121.26	12.13%	25.63%	74.37%			Limite de Contraccion: NP
3/4"	19.050	62.69	6.27%	31.90%	68.11%			Indice de Plasticidad: NP
1/2"	12.700	76.62	7.66%	39.56%	60.44%			
3/8"	9.525	45.31	4.53%	44.09%	55.91%			
No 4	4.750	131.25	13.13%	57.21%	42.79%			<b>Porcentaje en muestra:</b>
No 8	2.381	85.11	8.51%	65.72%	34.28%			% Grava (3" a #4): <b>57.21%</b>
No 10	2.000	13.26	1.33%	67.05%	32.95%			% Arena (#4 a #200): <b>38.48%</b>
No 16	1.191	27.54	2.75%	69.80%	30.20%			% Finos (Menor a #200): <b>4.31%</b>
No 30	0.595	23.65	2.37%	72.17%	27.83%			
No 40	0.420	13.21	1.32%	73.49%	26.51%			
No 50	0.296	15.45	1.54%	75.03%	24.97%			
No 100	0.149	45.26	4.53%	79.56%	20.44%			
No 200	0.075	161.29	16.13%	95.69%	4.31%			
Plato		43.10	4.31%	100.00%	0.00%			<b>Características Granulometricas:</b>
Sumatoria		1000.00	100.00%					<b>D60: (mm):</b> 12.39
								<b>D50: (mm):</b> 7.37
								<b>D30: (mm):</b> 1.14
								<b>D10: (mm):</b> 0.10
								<b>Cu:</b> 123.90
								<b>Cc:</b> 1.05
								<b>Clasificacion:</b>
								<b>SUCS:</b> GW
								<b>AASHTO:</b> A-1a ( 0)



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA BIEN GRADUADA (GW)

Prof (m) : 0.40 - 1.50  
 Sondaje: C-14  
 Muestra: M-2

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

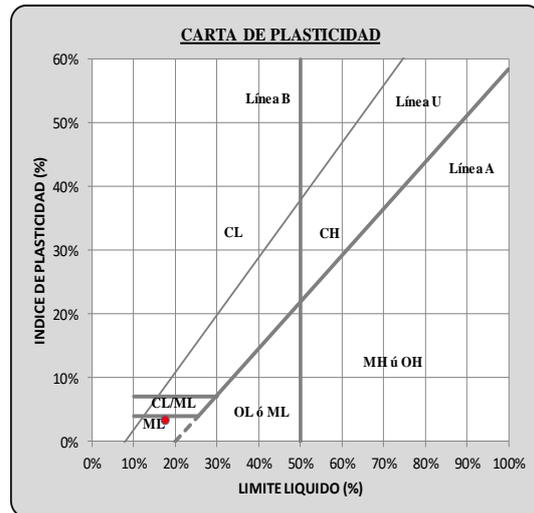
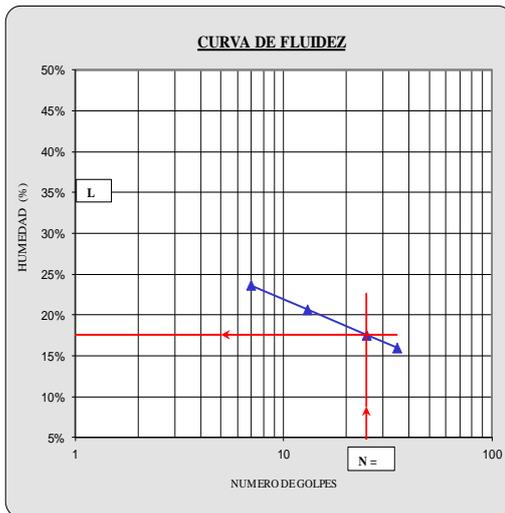
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	56.59	54.99	57.18	56.53
Tara + suelo seco	49.65	49.24	51.67	51.30
Agua	6.94	5.75	5.51	5.23
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	29.45	27.84	31.37	32.70
% humedad	23.58%	20.65%	17.56%	15.98%
No. golpes	7	13	25	35
LIMITE LIQUIDO	17.56%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.67	20.56		
Tara + suelo seco	25.27	20.15		
Agua	0.40	0.41		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	2.79	2.86		
% humedad	14.34%	14.34%		
LIMITE PLASTICO	14.34%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	17.56%
Líquido Plástico:	14.34%
Límite de Contracción:	13.59%
Índice de Plasticidad:	3.23%



# **CALICATA N°15**

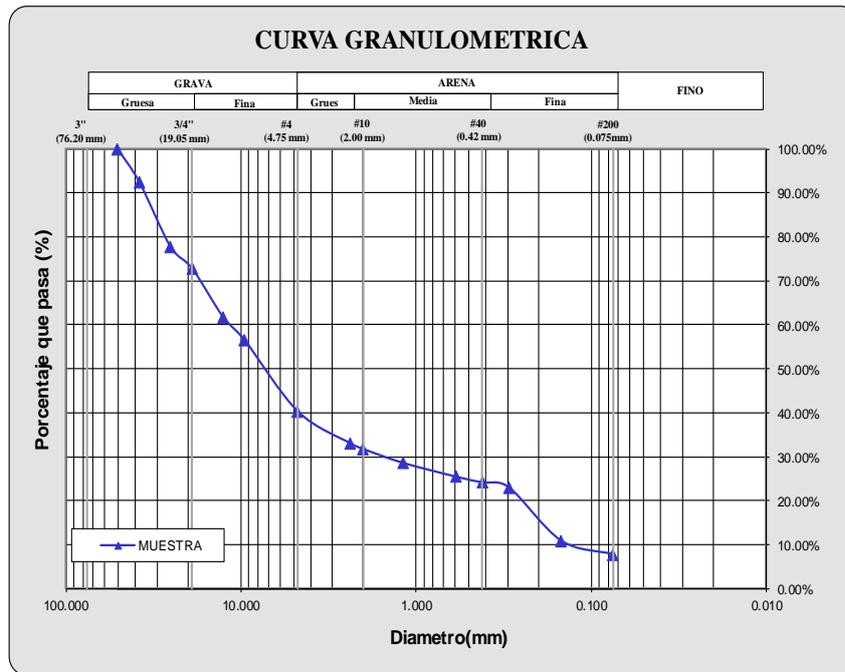
TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.20 - 0.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-15</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-1</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>	
Pérd. por lavado (gr)		77.51				Límites			<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2"
Peso Tamizado (gr)		922.49				Superior	Inferior		<b>Límites de Consistencia:</b>
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%	%	%	Limite Liquido: 17.81%	
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa	Pasa	Pasa	Limite Plastico: 15.23%	
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Limite de Contraccion: 14.58%	
1 1/2"	38.100	38.100	76.56	7.66%	92.34%			Indice de Plasticidad: 2.58%	
1"	25.400	145.52	14.55%	22.21%	77.79%			<b>Porcentaje en muestra:</b>	
3/4"	19.050	50.26	5.03%	27.23%	72.77%			% Grava (3" a #4): <b>59.74%</b>	
1/2"	12.700	110.23	11.02%	38.26%	61.74%			% Arena (#4 a #200): <b>32.51%</b>	
3/8"	9.525	53.62	5.36%	43.62%	56.38%			% Finos (Menor a #200): <b>7.75%</b>	
No 4	4.750	161.24	16.12%	59.74%	40.26%			<b>Características Granulométricas:</b>	
No 8	2.381	72.54	7.25%	67.00%	33.00%			<b>D60: (mm):</b> 11.67	
No 10	2.000	13.26	1.33%	68.32%	31.68%			<b>D50: (mm):</b> 7.64	
No 16	1.191	31.22	3.12%	71.45%	28.56%			<b>D30: (mm):</b> 1.57	
No 30	0.595	31.25	3.13%	74.57%	25.43%			<b>D10: (mm):</b> 0.13	
No 40	0.420	13.28	1.33%	75.90%	24.10%			<b>Cu:</b> <b>89.77</b>	
No 50	0.296	11.02	1.10%	77.00%	23.00%			<b>Cc:</b> <b>1.62</b>	
No 100	0.149	121.21	12.12%	89.12%	10.88%			<b>Clasificacion:</b>	
No 200	0.075	31.28	3.13%	92.25%	7.75%			<b>SUCS:</b> <b>GW-GM</b>	
Plato		77.51	7.75%	100.00%	0.00%	Contenido de humedad (%)		<b>AASHTO:</b> <b>A-1a ( 0)</b>	
Sumatoria		1000.00	100.00%			<b>0.85</b>			



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA LIMOSA BIEN GRADUADA (GW-GM)

Prof (m) : 0.20 - 0.50  
 Sondaje: C-15  
 Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

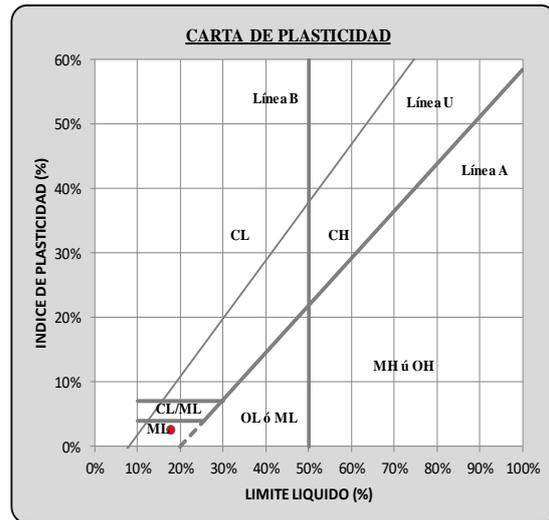
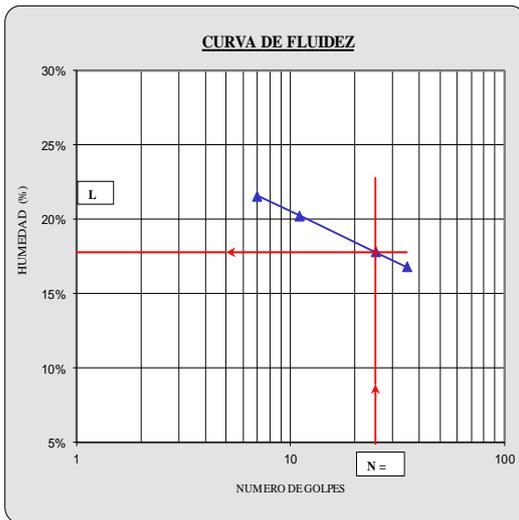
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	47.90	53.84	54.17	47.70
Tara + suelo seco	42.99	47.69	49.38	43.51
Agua	4.91	6.15	4.79	4.19
Peso de la tara	20.20	17.29	22.48	18.60
Peso del suelo seco	22.79	30.40	26.90	24.91
% humedad	21.56%	20.23%	17.81%	16.81%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	17.81%			

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	22.36	23.66		
Tara + suelo seco	21.82	23.22		
Agua	0.54	0.44		
Peso de la tara	18.21	20.38		
Peso del suelo seco	3.61	2.84		
% humedad	14.96%	15.49%		
LIMITE PLASTICO	15.23%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	17.81%
Líquido Plástico:	15.23%
Límite de Contracción:	14.58%
Índice de Plasticidad:	2.58%



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

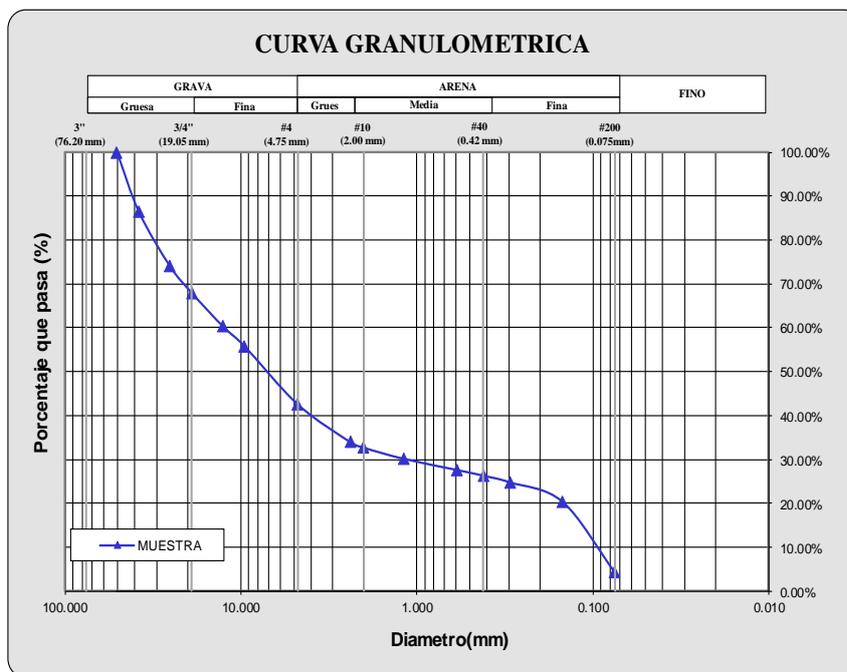
Prof (m) : 0.50 - 1.50

<b>CANTERA:</b>	<b>MATERIAL IN SITU</b>	<b>Sondaje:</b>	<b>C-15</b>
<b>CLASE DE SUELO:</b>	<b>GRAVA BIEN GRADUADA</b>	<b>Muestra:</b>	<b>M-2</b>

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

Peso Original (gr)		1000.00				Especificaciones		<b>OBSERVACIONES:</b>	
Pérd. por lavado (gr)		42.91				Límites			<b>T. Maximo Nominal:</b> 1 1/2"
Peso Tamizado (gr)		957.09				Superior	Inferior		<b>Límites de Consistencia:</b>
ABERT. MALLA	Peso	% Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	% Pasa	% Pasa	Limite Liquido: NP	
Pulg/malla	mm							Limite Plastico: NP	
2"	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100.00%			Limite de Contraccion: NP	
1 1/2"	38.100	123.23	12.32%	13.63%	86.37%			Indice de Plasticidad: NP	
1"	25.400	123.23	12.32%	25.95%	74.05%				
3/4"	19.050	61.24	6.12%	32.08%	67.92%				
1/2"	12.700	75.84	7.58%	39.66%	60.34%				
3/8"	9.525	45.99	4.60%	44.26%	55.74%				
No 4	4.750	132.25	13.23%	57.48%	42.52%			<b>Porcentaje en muestra:</b>	
No 8	2.381	85.85	8.59%	66.07%	33.93%			% Grava (3" a #4): <b>57.48%</b>	
No 10	2.000	12.41	1.24%	67.31%	32.69%			% Arena (#4 a #200): <b>38.23%</b>	
No 16	1.191	24.96	2.50%	69.81%	30.19%			% Finos (Menor a #200): <b>4.29%</b>	
No 30	0.595	25.25	2.53%	72.33%	27.67%				
No 40	0.420	13.11	1.31%	73.64%	26.36%				
No 50	0.296	15.28	1.53%	75.17%	24.83%				
No 100	0.149	44.15	4.42%	79.59%	20.42%				
No 200	0.075	161.24	16.12%	95.71%	4.29%				
Plato		42.91	4.29%	100.00%	0.00%				
Sumatoria		1000.00	100.00%			Contenido de humedad (%)			
						<b>0.85</b>			

**Características Granulométricas:**  
**D<sub>60</sub>:** (mm): 12.47  
**D<sub>50</sub>:** (mm): 7.45  
**D<sub>30</sub>:** (mm): 1.15  
**D<sub>10</sub>:** (mm): 0.10  
**Cu:** **124.70**  
**Cc:** **1.06**  
**Clasificación:**  
**SUCS:** **GW**  
**AASHTO:** **A-1a** ( 0 )



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU  
 CLASE DE SUELO: GRAVA BIEN GRADUADA (GW)

Prof (m) : 0.50 - 1.50  
 Sondaje: C-15  
 Muestra: M-2

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

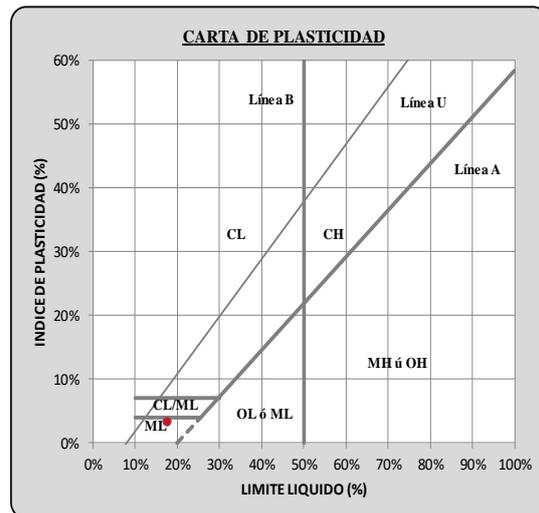
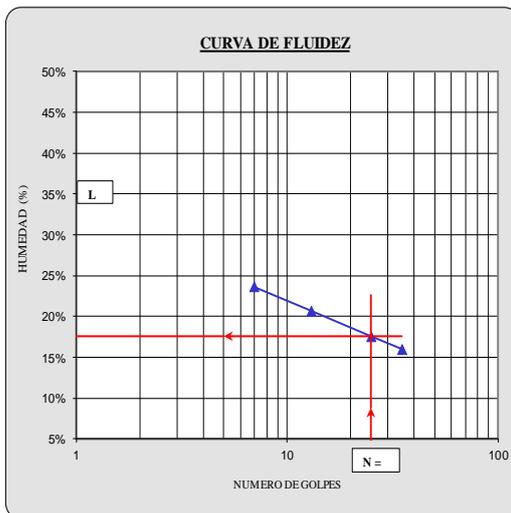
ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	56.59	54.99	57.18	56.53
Tara + suelo seco	49.65	49.24	51.67	51.30
Agua	6.94	5.75	5.51	5.23
Peso de la tara	20.20	21.40	20.30	18.60
Peso del suelo seco	29.45	27.84	31.37	32.70
% humedad	23.58%	20.65%	17.56%	15.98%
No. golpes	7	13	25	35
LIMITE LIQUIDO	17.56%			

### LIMITE PLASTICO

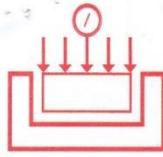
ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	25.67	20.56		
Tara + suelo seco	25.27	20.15		
Agua	0.40	0.41		
Peso de la tara	22.48	17.29		
Peso del suelo seco	2.79	2.86		
% humedad	14.34%	14.34%		
LIMITE PLASTICO	14.34%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	17.56%
Líquido Plástico:	14.34%
Límite de Contracción:	13.59%
Índice de Plasticidad:	3.23%



# **CALICATA N°16**



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

Prof (m) : 0.25 - 1.50

CANTERA:	MATERIAL IN SITU	Sondaje:	C-16
CLASE DE SUELO:	ARENA LIMOSA UNIFORME	Muestra:	M-1

## PRUEBA GRANULOMETRICA (NTP 339.128)

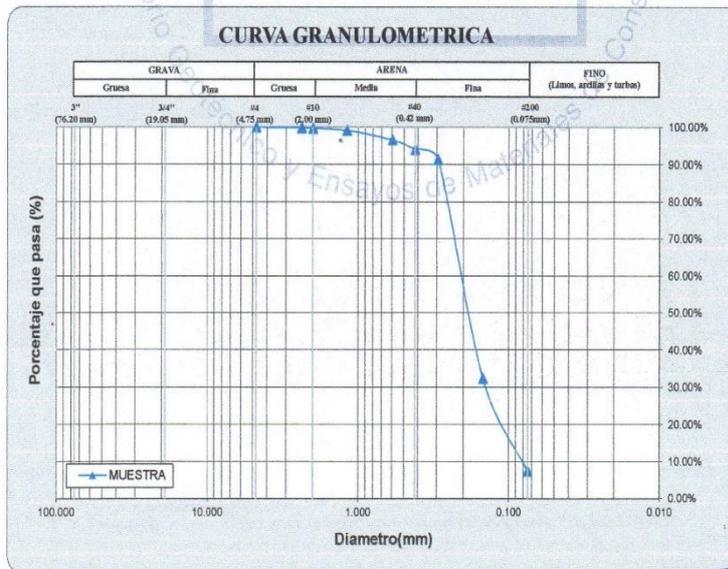
ABERT. MALLA	Peso Tamizado (gr)	Especificaciones				Límites	
		Peso Retenido	% Retenido	% Acumulado	% Pasa	Superior	Inferior
Pulg/malla	mm					% Pasa	% Pasa
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%		
No 8	2.381	0.30	0.15%	0.15%	99.85%		
No 10	2.000	0.29	0.15%	0.30%	99.71%		
No 16	1.191	1.03	0.52%	0.81%	99.19%		
No 30	0.595	5.16	2.58%	3.39%	96.61%		
No 40	0.420	4.91	2.46%	5.85%	94.16%		
No 50	0.296	5.62	2.81%	8.66%	91.35%		
No 100	0.149	117.97	58.99%	67.64%	32.36%		
No 200	0.075	49.84	24.92%	92.56%	7.44%		
Plato	14.88	7.44%	100.00%	0.00%		Contenido de humedad (%)	0.50
Sumatoria	200.00	100.00%					

**OBSERVACIONES:**  
 T. Maximo Nominal: No 8  
 Límites de Consistencia:  
 Limite Liquido: 19.24%  
 Limite Plastico: 17.24%  
 Limite de Contraccion: 16.65%  
 Indice de Plasticidad: 2.00%

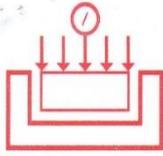
**Porcentaje en muestra:**  
 % Grava (3" a #4): 0.00%  
 % Arena (#4 a #200): 92.56%  
 % Finos (Menor a #200): 7.44%

**Características Granulométricas:**  
 D<sub>60</sub> (mm): 0.22  
 D<sub>50</sub> (mm): 0.19  
 D<sub>30</sub> (mm): 0.14  
 D<sub>10</sub> (mm): 0.08  
 Cu: 2.75  
 Cc: 1.11

**Clasificación:**  
 SUCS: SP-SM  
 AASHTO: A-2-4 ( 0 )



Ing. José Antonio Huertas Márta  
 CIP: 148106



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA

LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO

SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO

UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA:

CANTERA: MATERIAL IN SITU

CLASE DE SUELO: ARENA LIMOSA UNIFORME (SP-SM)

Prof (m) : 0.25 - 1.50

Sondaje: C-16

Muestra: M-1

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP 339.129)

### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo	58.56	60.45	54.86	50.74
Tara + suelo seco	51.22	54.20	49.27	45.82
Agua	7.34	6.25	5.59	4.92
Peso de la tara	20.20	25.90	20.22	18.60
Peso del suelo seco	31.02	28.30	29.05	27.22
% humedad	23.65%	22.08%	19.24%	18.08%
No. golpes	7	11	25	35
LIMITE LIQUIDO	19.24%			

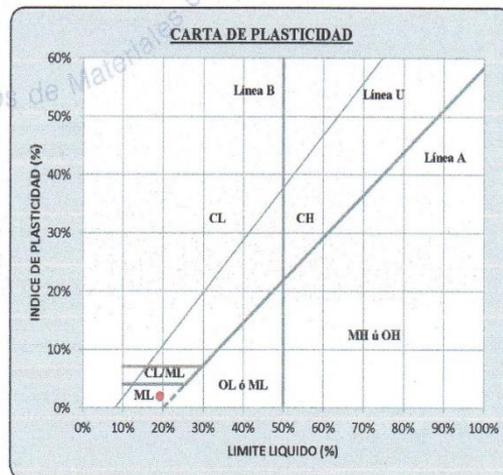
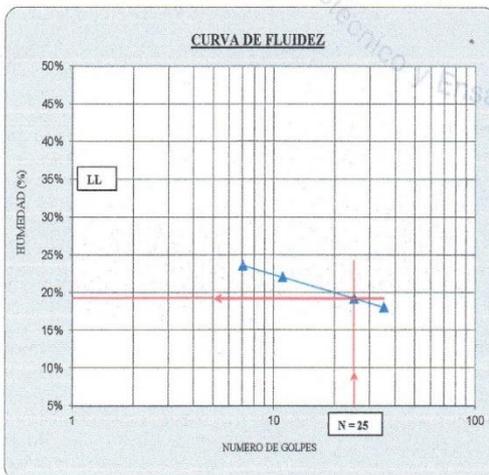
### LIMITE PLASTICO

ENSAYO N°	1	2		
Tara + suelo húmedo	37.96	16.92		
Tara + suelo seco	37.48	16.47		
Agua	0.48	0.45		
Peso de la tara	34.84	13.71		
Peso del suelo seco	2.64	2.76		
% humedad	18.18%	16.30%		
LIMITE PLASTICO	17.24%			

### RESULTADOS:

Límite Líquido:	19.24%
Líquido Plástico:	17.24%
Límite de Contracción:	16.65%
Índice de Plasticidad:	2.00%

Ing. José Antonio Huertas Martel  
CIP. 148106





# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO D-1557 TIPO B

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
CANTERA: MATERIAL IN SITU (C-16 M-1)  
GOLPES/CAPA: 5 / 25  
DIMENSIONES MOLDE:

Diametro: 10.20 cm

Altura: 11.70 cm

Volumen: 956.04 cm<sup>3</sup>

DSM(g/cc): 1.97

OCH (%): 8.68

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

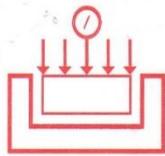
MUESTRA No	1	2	3	4	5
Tara No	1	2	3	4	5
Peso Tara + Suelo Húmedo (gr)	47.82	45.41	42.76	50.44	41.25
Peso Tara + Suelo Seco (gr)	46.59	43.66	40.75	47.37	38.44
Peso del Agua (gr)	1.23	1.75	2.01	3.07	2.81
Peso tara (gr)	18.21	19.02	17.60	21.40	17.29
Peso Suelo Seco (gr)	28.38	24.64	23.15	25.97	21.15
Contenido de humedad (%)	4.33	7.10	8.68	11.82	13.29

### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Peso Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	4050	4175	4200	4150	4100
Peso Molde (gr)	2150	2150	2150	2150	2150
Peso Suelo Húmedo (gr)	1900	2025	2050	2000	1950
Volumen Suelo Húmedo (gr)	956.04	956.04	956.04	956.04	956.04
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.99	2.12	2.14	2.09	2.04
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.90	1.98	1.97	1.87	1.80



Ing. Justo Antonio Huertas  
CIP. 148106



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

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

TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO VIAL DE LA AV. METROPOLITANA COMPRENDIDA DESDE EL OVALO EL MILAGRO HASTA LOS 4 SUYOS, PROVINCIA DE TRUJILLO  
 SOLICITA: BACH. BUCHELLI VASQUEZ STEFANY MAYTHE Y BACH. TERAN CHAVEZ DAVID ALEJANDRO  
 UBICACIÓN: TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA: TRUJILLO, 15 DE MAYO DEL 2019  
 CANTERA: MATERIAL IN SITU (C-16 M-1)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES					
	1		2		3	
Molde N°	1		2		3	
Número de Capas	5		5		5	
Número de golpes por capas	56		25		12	
Sobrecarga (g)	4530		4530		4530	
Condiciones de la Muestra	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de	Antes de	Desp. de
	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + Molde (g)	9191.00		8620.00		8100.00	
Peso del Molde (g)	4191.00		4191.00		4191.00	
Peso de la Muestra húmeda (g)	5000.00		4429.00		3909.00	
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2117.40		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.36		2.09		1.85	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Tara N°	1		2		3	
Muestra húmeda + Tara (g)	48.32		53.62		46.43	
Muestra seca + Tara (g)	46.30		51.00		44.30	
Peso del Agua (g)	2.02		2.62		2.13	
Peso de la Tara (g)	19.00		17.55		17.20	
Muestra Seca (g)	27.30		33.45		27.10	
Contenido de humedad (%)	7.40%		7.83%		7.86%	
DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	2.20		1.94		1.71	

### DATOS DE EXPANSION

Molde N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
Fecha	Hora	Tiempo (horas)	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.	Lectura	Hincham.
			dial	mm.	dial	mm.	dial	mm.
07-may	9.00 a	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
08-may	9.00 a	24	2.16	0.2160	3.80	0.3800	3.76	0.3760
09-may	9.00 a	48	3.89	0.3890	4.92	0.4920	4.12	0.4120
10-may	9.00 a	72	3.89	0.3890	4.92	0.4920	4.12	0.4120

  
 Ing. José Antonio Huertas  
 CIP 148105



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

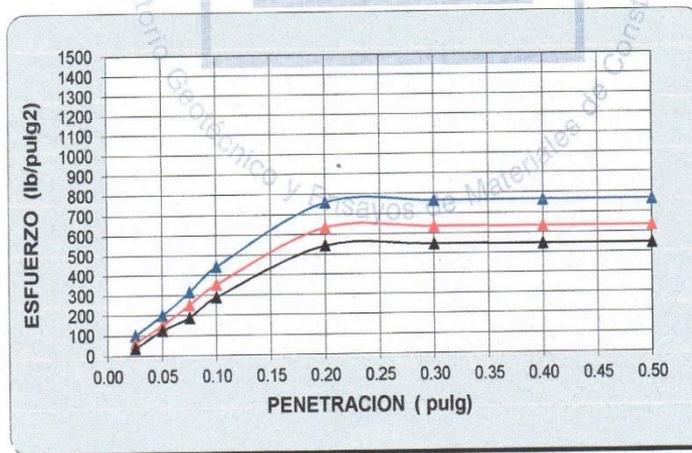
## ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		80.00	304.00	101.33	50.00	190	63.33	30.00	114.00	38.00
0.050		160.00	608.00	202.67	120.00	456	152.00	100.00	380.00	126.67
0.075		250.00	950.00	316.67	200.00	760	253.33	150.00	570.00	190.00
0.100		350.00	1330.00	443.33	280.00	1064	354.67	230.00	874.00	291.33
0.200		600.00	2280.00	760.00	500.00	1900	633.33	430.00	1634.00	544.67
0.300		605.00	2299.00	766.33	501.00	1903.8	634.60	433.00	1645.40	548.47
0.400		604.00	2295.20	765.07	500.00	1900	633.33	432.00	1641.60	547.20
0.500		604.00	2295.20	765.07	500.00	1900	633.33	432.00	1641.60	547.20

56 CBR (0.1")  $\frac{443.33 \times 100}{1000} = 44.33\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{760 \times 100}{1500} = 50.67\%$

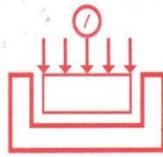
25 CBR (0.1")  $\frac{354.6667 \times 100}{1000} = 35.47\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{633.33 \times 100}{1500} = 42.22\%$

12 CBR (0.1")  $\frac{291.3333 \times 100}{1000} = 29.13\%$   
 CBR (0.2")  $\frac{544.6667 \times 100}{1500} = 36.31\%$



GOLPES	56	25	12
C.B.R. 0.1	44.33%	35.47%	29.13%
0.2	50.67%	42.22%	36.31%

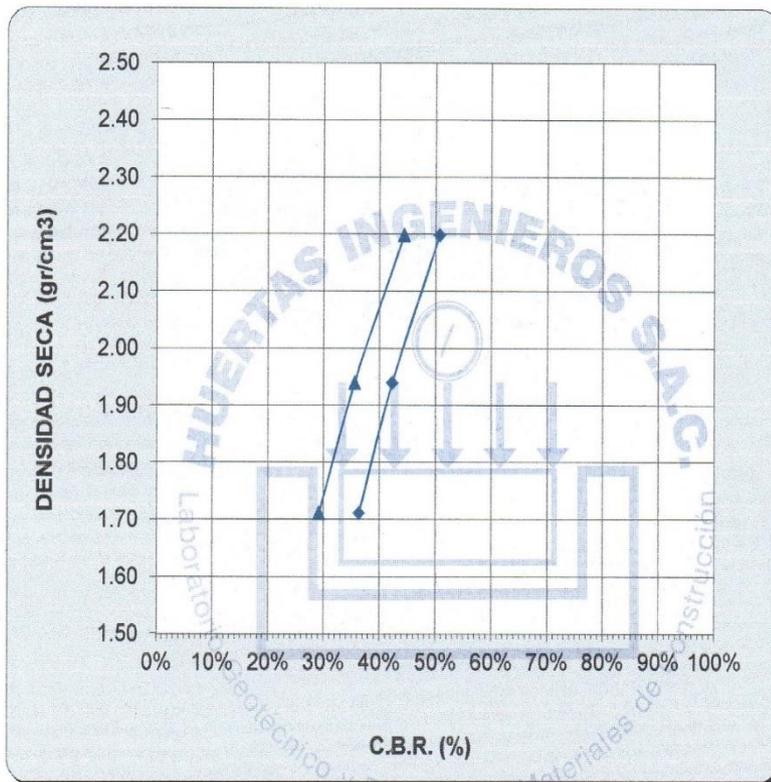
*Ing. José Antonio Huertas*  
 CIP. 148104



# HUERTAS INGENIEROS S.A.C.

Laboratorio Geotécnico y Ensayos de Materiales de Construcción

## CURVA DENSIDAD SECA - CBR



### VALORES PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3): 1.97  
HUMEDAD OPTIMA (%): 8.68

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (g/cm3): 1.87  
C.B.R. (%): 42.00

  
Ing. José Antonio Huertas Marcolli  
CIP 146105

# **ANEXO N°3**

# **ESTUDIO DE TRÁFICO**

## PANEL FOTOGRÁFICO

### ❖ Recolección de Datos en Puntos de Control

-Fotografía 01:



-Fotografía 02:



-Fotografía 03:



❖ Tipo de Vehículos (ESAL):

-Automóvil y Camioneta:



-Combi y Microbús:



-Bus (B2) y Bus (B3-1):



-Camión (C2) y Camión (C3):



-Camión (C4) y T2S1:



-T3S3:





## CONTEO VEHICULAR PARA EL DISEÑO DEL PAVIMENTO SEGÚN EL MÉTODO AASHTO 93 EN PUNTOS DE CONTROL

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Óvalo El Milagro.

**-FECHA:** 29/04/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	253	127	113	88	28	9	0	42	39	0	0	3	15	717	5.07%
7-8am	315	157	126	101	32	9	1	49	45	1	0	4	21	861	6.09%
8-9am	292	146	118	93	29	8	0	45	34	1	0	3	17	786	5.56%
9-10am	279	140	108	75	21	9	1	33	39	2	1	4	22	734	5.19%
10-11am	235	117	103	86	28	7	0	43	32	0	0	5	28	684	4.84%
11-12am	249	125	110	75	21	7	0	33	30	1	1	4	18	674	4.77%
12am-13pm	254	127	97	63	17	8	0	26	35	1	0	6	34	668	4.72%
13-14pm	245	122	100	66	18	7	0	27	28	1	0	7	35	656	4.64%
14-15pm	280	140	96	68	20	5	1	30	28	3	0	6	34	711	5.03%
15-16pm	319	159	82	69	23	4	3	35	24	5	0	8	42	773	5.47%
16-17pm	336	168	107	81	25	3	3	38	15	6	1	5	25	813	5.75%
17-18pm	332	166	113	71	19	4	1	28	19	2	0	5	29	789	5.58%
18-19pm	349	175	114	88	27	6	1	42	29	3	0	4	20	858	6.07%
19-20pm	355	177	111	77	22	6	1	34	27	3	0	3	19	835	5.91%
20-21pm	291	146	92	68	20	3	1	30	14	1	0	3	14	683	4.83%
21-22pm	244	122	72	48	13	2	0	20	9	0	0	2	9	541	3.83%

22-23pm	213	107	66	34	7	1	0	10	5	0	0	1	3	447	3.16%
23-24pm	194	97	53	21	4	0	0	5	2	0	0	0	1	377	2.67%
24pm-1am	180	86	34	9	5	2	1	3	1	0	0	0	0	321	2.27%
1-2am	149	77	23	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	258	1.82%
2-3am	122	50	17	3	0	1	2	1	0	0	0	0	0	196	1.39%
3-4am	93	34	13	1	0	2	0	2	0	1	0	0	0	146	1.03%
4-5am	80	22	33	25	3	0	2	6	11	0	0	1	2	185	1.31%
5-6am	162	63	68	55	15	4	1	29	23	1	0	0	6	427	3.02%
<b>TOTAL</b>	<b>5821</b>	<b>2850</b>	<b>1969</b>	<b>1372</b>	<b>399</b>	<b>107</b>	<b>19</b>	<b>611</b>	<b>489</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>74</b>	<b>394</b>	<b>14140</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>41.17%</b>	<b>20.16%</b>	<b>13.93%</b>	<b>9.70%</b>	<b>2.82%</b>	<b>0.76%</b>	<b>0.13%</b>	<b>4.32%</b>	<b>3.46%</b>	<b>0.23%</b>	<b>0.02%</b>	<b>0.52%</b>	<b>2.79%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Óvalo El Milagro.

**-FECHA:** 30/04/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	273	137	127	100	32	10	0	48	43	1	0	3	17	791	5.25%
7-8am	327	163	144	114	36	10	1	55	48	2	0	4	24	928	6.16%
8-9am	325	162	136	106	33	8	1	51	39	1	1	3	19	885	5.87%
9-10am	283	141	119	85	25	10	1	39	42	3	0	5	24	777	5.16%
10-11am	249	125	111	96	32	8	0	49	36	1	0	5	30	742	4.92%
11-12am	247	124	118	85	25	8	1	39	34	1	1	4	20	707	4.69%
12am-13pm	259	130	102	72	21	9	1	32	39	1	0	7	35	708	4.70%
13-14pm	255	127	106	75	22	8	1	33	31	1	0	7	38	704	4.67%
14-15pm	300	150	101	77	24	6	2	36	32	3	0	7	35	773	5.13%
15-16pm	329	164	89	78	27	4	4	41	29	8	0	7	42	822	5.45%
16-17pm	340	170	118	92	29	4	3	44	18	5	1	5	25	854	5.67%
17-18pm	337	169	126	83	23	5	2	34	23	4	0	5	28	839	5.57%
18-19pm	360	180	120	97	31	7	2	48	33	3	1	6	32	920	6.10%
19-20pm	367	184	116	85	26	6	2	40	32	3	0	4	20	885	5.87%
20-21pm	313	157	92	74	24	4	1	36	18	2	0	3	16	740	4.91%
21-22pm	260	130	77	57	17	2	0	26	13	0	0	2	12	596	3.95%
22-23pm	233	117	74	43	11	2	0	16	9	1	0	1	5	512	3.40%
23-24pm	208	104	65	32	6	1	0	8	5	0	0	1	3	433	2.87%
24pm-1am	175	81	29	4	4	3	2	3	2	3	2	5	3	316	2.10%

1-2am	144	72	18	2	1	4	2	0	4	0	0	3	3	253	1.68%
2-3am	117	45	12	1	0	3	0	0	3	0	0	0	0	181	1.20%
3-4am	88	29	8	0	4	0	0	3	2	3	0	1	0	138	0.92%
4-5am	75	17	28	18	7	1	2	9	6	2	0	2	0	167	1.11%
5-6am	157	58	63	54	17	2	1	23	18	0	0	0	7	400	2.65%
<b>TOTAL</b>	<b>6021</b>	<b>2936</b>	<b>2099</b>	<b>1530</b>	<b>477</b>	<b>125</b>	<b>29</b>	<b>713</b>	<b>559</b>	<b>48</b>	<b>6</b>	<b>90</b>	<b>438</b>	<b>15071</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>39.95%</b>	<b>19.48%</b>	<b>13.93%</b>	<b>10.15%</b>	<b>3.17%</b>	<b>0.83%</b>	<b>0.19%</b>	<b>4.73%</b>	<b>3.71%</b>	<b>0.32%</b>	<b>0.04%</b>	<b>0.60%</b>	<b>2.91%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Óvalo El Milagro.

**-FECHA:** 01/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	260	130	110	83	25	9	0	38	39	0	0	3	14	711	5.20%
7-8am	320	160	125	95	29	10	0	45	44	1	0	4	20	853	6.24%
8-9am	337	168	122	89	27	8	0	41	34	1	0	3	16	846	6.19%
9-10am	285	143	101	67	19	9	1	28	39	2	1	4	21	720	5.27%
10-11am	265	133	96	79	26	7	0	39	33	0	0	5	26	709	5.19%
11-12am	245	122	101	67	19	7	0	28	31	0	0	3	17	640	4.68%
12am-13pm	251	125	84	54	14	8	0	22	35	1	0	6	33	633	4.63%
13-14pm	251	126	88	57	15	7	0	23	28	0	0	7	34	636	4.65%
14-15pm	275	137	82	58	17	6	1	26	27	3	0	6	33	671	4.91%
15-16pm	297	148	76	62	20	4	2	31	24	4	0	7	39	714	5.23%
16-17pm	329	165	96	73	22	3	2	34	15	5	0	4	22	770	5.63%
17-18pm	335	167	100	62	16	4	2	24	19	3	0	5	25	762	5.58%
18-19pm	379	189	104	80	25	6	1	37	29	3	0	5	30	888	6.50%
19-20pm	353	176	102	69	19	6	1	29	28	3	0	3	17	806	5.90%
20-21pm	310	155	83	60	17	3	1	26	15	1	0	2	13	686	5.02%
21-22pm	228	114	64	40	11	2	0	16	9	0	0	2	8	494	3.62%
22-23pm	211	106	60	27	4	1	0	6	6	1	0	0	2	424	3.10%
23-24pm	187	94	50	17	0	0	0	2	2	0	0	0	0	352	2.58%
24pm-1am	173	79	27	2	0	1	0	1	0	1	0	3	1	288	2.11%

1-2am	142	70	16	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	233	1.71%
2-3am	115	43	10	0	0	1	2	0	1	1	0	1	0	174	1.27%
3-4am	86	27	6	1	3	0	0	1	0	2	0	1	0	127	0.93%
4-5am	73	15	26	18	6	2	0	8	4	0	0	0	2	154	1.13%
5-6am	155	56	61	48	8	0	1	22	16	0	1	0	6	374	2.74%
<b>TOTAL</b>	<b>5862</b>	<b>2848</b>	<b>1790</b>	<b>1208</b>	<b>342</b>	<b>106</b>	<b>14</b>	<b>527</b>	<b>480</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>75</b>	<b>379</b>	<b>13665</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>42.90%</b>	<b>20.84%</b>	<b>13.10%</b>	<b>8.84%</b>	<b>2.50%</b>	<b>0.78%</b>	<b>0.10%</b>	<b>3.86%</b>	<b>3.51%</b>	<b>0.23%</b>	<b>0.01%</b>	<b>0.55%</b>	<b>2.77%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Óvalo El Milagro.

**-FECHA:** 02/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	287	143	135	108	35	11	1	53	49	2	0	4	20	848	5.22%
7-8am	340	170	151	121	39	11	2	60	54	3	0	5	27	983	6.05%
8-9am	335	167	149	115	36	9	1	55	44	3	0	4	22	940	5.79%
9-10am	281	140	131	96	28	11	2	43	48	4	0	5	27	816	5.02%
10-11am	259	130	124	105	35	9	1	54	42	2	0	6	33	800	4.93%
11-12am	243	122	136	97	28	9	1	43	41	3	0	4	24	751	4.62%
12am-13pm	265	133	128	87	24	10	1	36	47	3	1	7	40	782	4.82%
13-14pm	230	115	133	89	25	9	1	38	43	3	0	8	43	737	4.54%
14-15pm	273	137	124	90	27	7	2	41	38	5	0	7	40	791	4.87%
15-16pm	286	143	109	124	48	5	4	73	33	9	0	8	48	890	5.48%
16-17pm	325	162	137	137	51	4	4	77	23	7	0	6	30	963	5.93%
17-18pm	347	173	147	130	44	5	2	68	27	4	2	6	34	989	6.09%
18-19pm	373	187	123	138	53	7	2	81	35	4	0	4	26	1033	6.36%
19-20pm	384	192	114	91	29	7	2	44	37	5	0	4	24	933	5.75%
20-21pm	349	174	101	83	27	5	2	41	23	3	0	3	20	831	5.12%
21-22pm	259	129	91	67	20	3	1	31	17	1	0	3	14	636	3.92%
22-23pm	230	115	77	51	14	3	0	21	14	1	0	1	8	535	3.29%
23-24pm	203	102	68	39	9	2	0	13	9	0	0	1	6	452	2.78%
24pm-1am	176	82	30	5	3	4	3	4	3	4	3	6	4	327	2.01%

1-2am	145	73	19	3	3	5	3	3	5	1	0	4	4	<b>268</b>	<b>1.65%</b>
2-3am	118	46	13	3	3	4	0	3	4	0	0	1	1	<b>196</b>	<b>1.21%</b>
3-4am	89	30	9	4	6	0	0	4	3	4	0	2	0	<b>151</b>	<b>0.93%</b>
4-5am	76	18	29	19	6	2	3	14	7	3	0	3	0	<b>180</b>	<b>1.11%</b>
5-6am	158	59	64	55	15	3	2	24	19	0	0	0	8	<b>407</b>	<b>2.51%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>6031</b>	<b>2942</b>	<b>2342</b>	<b>1857</b>	<b>608</b>	<b>145</b>	<b>40</b>	<b>924</b>	<b>665</b>	<b>74</b>	<b>6</b>	<b>102</b>	<b>503</b>	<b>16239</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>37.14%</b>	<b>18.12%</b>	<b>14.42%</b>	<b>11.44%</b>	<b>3.74%</b>	<b>0.89%</b>	<b>0.25%</b>	<b>5.69%</b>	<b>4.10%</b>	<b>0.46%</b>	<b>0.04%</b>	<b>0.63%</b>	<b>3.10%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Óvalo El Milagro.

**-FECHA:** 03/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	282	141	128	102	32	11	1	49	51	3	0	4	21	825	5.13%
7-8am	353	176	144	115	37	12	2	56	56	4	0	5	27	987	6.14%
8-9am	353	177	142	109	34	10	2	51	45	3	0	4	23	953	5.93%
9-10am	305	152	125	88	26	11	2	39	50	5	0	6	29	838	5.21%
10-11am	275	138	117	99	33	9	1	50	44	3	0	6	34	809	5.03%
11-12am	259	130	129	90	26	10	2	39	42	3	0	5	26	761	4.73%
12am-13pm	269	135	122	79	21	10	2	33	49	3	1	7	39	770	4.79%
13-14pm	258	129	126	83	22	9	2	34	45	3	0	9	46	766	4.76%
14-15pm	282	141	117	83	24	8	2	37	40	4	0	7	36	781	4.86%
15-16pm	335	167	102	117	46	6	3	69	34	6	0	9	49	943	5.86%
16-17pm	356	178	130	131	48	5	3	73	24	5	0	6	31	990	6.16%
17-18pm	345	173	140	123	42	6	2	64	29	4	1	6	34	969	6.03%
18-19pm	387	193	116	132	51	7	2	77	37	5	0	5	26	1038	6.45%
19-20pm	356	178	107	84	26	8	2	40	39	3	0	4	24	871	5.42%
20-21pm	299	150	95	76	24	5	1	37	26	2	0	3	17	735	4.57%
21-22pm	214	107	84	60	18	4	1	27	19	3	0	2	10	549	3.41%
22-23pm	207	104	71	43	11	3	0	17	16	0	0	2	8	482	3.00%
23-24pm	191	96	62	31	6	3	0	9	11	1	0	1	2	413	2.57%
24pm-1am	179	85	33	8	8	0	1	7	6	2	0	4	4	337	2.10%

1-2am	148	76	22	6	5	3	2	4	1	1	0	2	2	<b>272</b>	<b>1.69%</b>
2-3am	121	49	16	5	4	2	0	4	1	0	0	2	0	<b>204</b>	<b>1.27%</b>
3-4am	92	33	12	4	8	1	1	7	3	0	0	2	1	<b>164</b>	<b>1.02%</b>
4-5am	79	21	32	22	11	2	2	13	5	2	0	1	0	<b>190</b>	<b>1.18%</b>
5-6am	161	62	67	58	21	3	1	27	22	0	0	1	11	<b>434</b>	<b>2.70%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>6106</b>	<b>2991</b>	<b>2239</b>	<b>1748</b>	<b>584</b>	<b>148</b>	<b>37</b>	<b>863</b>	<b>695</b>	<b>65</b>	<b>2</b>	<b>103</b>	<b>500</b>	<b>16081</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>37.97%</b>	<b>18.60%</b>	<b>13.92%</b>	<b>10.87%</b>	<b>3.63%</b>	<b>0.92%</b>	<b>0.23%</b>	<b>5.37%</b>	<b>4.32%</b>	<b>0.40%</b>	<b>0.01%</b>	<b>0.64%</b>	<b>3.11%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Óvalo El Milagro.

**-FECHA:** 04/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	255	127	120	90	27	11	1	41	51	2	0	4	21	750	5.28%
7-8am	303	152	134	103	32	12	2	48	56	4	1	5	28	880	6.19%
8-9am	317	159	131	97	29	10	2	44	46	5	0	4	23	867	6.10%
9-10am	291	146	110	75	21	11	1	32	50	2	0	5	29	773	5.44%
10-11am	251	125	106	85	28	9	1	42	45	3	1	6	34	736	5.18%
11-12am	222	111	110	75	21	9	1	32	43	1	0	5	25	655	4.61%
12am-13pm	253	126	94	61	16	10	2	25	49	3	0	7	42	688	4.84%
13-14pm	214	107	98	64	17	9	3	26	45	5	1	8	45	642	4.52%
14-15pm	245	122	92	65	19	8	2	29	40	3	0	7	41	673	4.73%
15-16pm	279	139	86	69	22	6	2	34	35	4	0	8	46	730	5.13%
16-17pm	289	145	106	80	24	5	3	37	24	5	1	5	30	754	5.30%
17-18pm	319	159	110	69	18	6	2	27	29	4	0	6	32	781	5.49%
18-19pm	351	176	114	87	27	7	2	41	38	5	0	7	36	891	6.27%
19-20pm	341	171	112	76	21	8	1	33	39	3	0	4	25	834	5.87%
20-21pm	282	141	93	66	19	5	1	29	26	2	0	4	20	688	4.84%
21-22pm	212	106	74	47	13	4	1	19	19	3	0	3	15	516	3.63%
22-23pm	221	111	70	34	6	3	0	9	16	0	0	2	9	481	3.38%
23-24pm	193	96	60	20	0	2	0	0	12	0	0	1	7	391	2.75%
24pm-1am	177	83	31	6	6	0	0	5	4	1	0	1	2	316	2.22%

1-2am	146	74	20	4	3	1	0	2	0	1	0	0	1	<b>252</b>	<b>1.77%</b>
2-3am	119	47	14	3	2	0	1	2	0	0	0	1	0	<b>189</b>	<b>1.33%</b>
3-4am	90	31	10	2	6	1	0	5	0	1	0	0	1	<b>147</b>	<b>1.03%</b>
4-5am	77	19	30	20	9	0	0	11	3	0	0	1	0	<b>170</b>	<b>1.20%</b>
5-6am	159	60	65	56	19	1	2	25	20	1	0	0	6	<b>414</b>	<b>2.91%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5606</b>	<b>2733</b>	<b>1990</b>	<b>1354</b>	<b>405</b>	<b>138</b>	<b>30</b>	<b>598</b>	<b>690</b>	<b>58</b>	<b>4</b>	<b>94</b>	<b>518</b>	<b>14218</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>39.43%</b>	<b>19.22%</b>	<b>14.00%</b>	<b>9.52%</b>	<b>2.85%</b>	<b>0.97%</b>	<b>0.21%</b>	<b>4.21%</b>	<b>4.85%</b>	<b>0.41%</b>	<b>0.03%</b>	<b>0.66%</b>	<b>3.64%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Óvalo El Milagro.

**-FECHA:** 05/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	233	117	86	61	18	8	0	27	39	0	0	2	13	604	5.39%
7-8am	288	144	101	73	22	9	0	34	43	1	0	3	20	738	6.59%
8-9am	310	155	98	67	19	7	0	29	33	0	0	3	14	735	6.56%
9-10am	281	141	77	46	11	9	1	17	37	1	1	4	19	645	5.76%
10-11am	237	118	72	57	18	6	0	28	32	1	0	5	25	599	5.35%
11-12am	209	105	77	46	11	7	0	17	30	1	0	3	16	522	4.66%
12am-13pm	217	109	60	33	7	7	1	11	37	1	0	6	32	521	4.65%
13-14pm	201	101	64	35	8	6	0	12	33	0	0	7	35	502	4.48%
14-15pm	227	114	58	37	10	5	1	15	27	3	0	6	32	535	4.78%
15-16pm	245	122	52	41	13	3	2	20	22	4	0	7	40	571	5.10%
16-17pm	259	129	72	51	15	2	1	23	12	2	0	4	23	593	5.29%
17-18pm	273	137	76	41	9	3	1	13	16	1	0	5	26	601	5.37%
18-19pm	279	139	80	59	17	5	1	26	24	3	0	3	18	654	5.84%
19-20pm	305	153	78	48	12	5	1	18	26	2	0	3	16	667	5.95%
20-21pm	229	114	59	38	10	2	0	15	13	1	0	2	12	495	4.42%
21-22pm	201	100	40	19	8	1	0	11	6	1	0	1	7	395	3.53%
22-23pm	199	99	36	12	7	1	1	6	3	0	0	0	2	366	3.27%
23-24pm	195	97	26	9	4	0	0	3	0	1	0	0	0	335	2.99%
24pm-1am	162	68	16	2	3	1	0	0	1	0	0	1	0	254	2.27%

1-2am	131	59	5	0	1	0	0	0	2	2	0	0	0	200	1.79%
2-3am	104	32	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	139	1.24%
3-4am	75	16	0	2	2	1	0	2	1	0	0	1	0	100	0.89%
4-5am	62	4	15	7	7	0	0	9	0	1	0	0	0	105	0.94%
5-6am	144	45	50	37	11	2	1	17	15	0	0	0	3	325	2.90%
<b>TOTAL</b>	<b>5066</b>	<b>2418</b>	<b>1298</b>	<b>822</b>	<b>243</b>	<b>90</b>	<b>12</b>	<b>354</b>	<b>452</b>	<b>26</b>	<b>1</b>	<b>66</b>	<b>353</b>	<b>11201</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>45.23%</b>	<b>21.59%</b>	<b>11.59%</b>	<b>7.34%</b>	<b>2.17%</b>	<b>0.80%</b>	<b>0.11%</b>	<b>3.16%</b>	<b>4.04%</b>	<b>0.23%</b>	<b>0.01%</b>	<b>0.59%</b>	<b>3.15%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Los 4 Suyos.

**-FECHA:** 29/04/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	451	225	133	89	25	10	0	37	48	1	0	3	20	1042	4.65%
7-8am	459	230	144	107	32	12	1	49	56	3	0	4	27	1124	5.01%
8-9am	439	220	129	97	30	10	1	45	49	1	0	4	24	1049	4.68%
9-10am	497	249	104	88	29	11	2	44	47	3	0	2	10	1086	4.84%
10-11am	503	252	119	111	39	10	0	60	46	1	0	2	13	1156	5.15%
11-12am	516	258	100	91	32	13	1	49	62	2	0	3	16	1143	5.10%
12am-13pm	513	256	75	78	29	9	1	44	38	2	0	1	7	1053	4.70%
13-14pm	507	253	82	77	27	7	1	41	32	2	0	1	5	1035	4.61%
14-15pm	497	249	92	75	24	4	1	37	18	3	1	1	4	1006	4.49%
15-16pm	519	259	99	76	24	3	0	36	16	1	0	1	3	1037	4.62%
16-17pm	553	276	92	78	26	4	0	39	19	0	0	2	8	1097	4.89%
17-18pm	607	304	116	104	36	6	1	55	24	3	1	3	17	1277	5.69%
18-19pm	649	325	101	105	39	3	2	60	14	3	0	4	18	1323	5.90%
19-20pm	638	319	86	89	34	2	0	51	8	1	0	3	16	1247	5.56%
20-21pm	632	316	77	70	25	1	0	37	5	0	0	2	13	1178	5.25%
21-22pm	543	272	73	54	16	0	0	25	3	0	0	1	7	994	4.43%
22-23pm	522	261	62	33	7	0	0	11	0	1	0	0	2	899	4.01%
23-24pm	492	246	56	25	4	0	0	6	0	0	0	0	1	830	3.70%
24pm-1am	415	198	34	17	2	2	1	5	1	0	0	0	0	675	3.01%

1-2am	368	124	23	8	2	0	0	2	0	0	0	0	0	527	2.35%
2-3am	290	97	17	5	1	1	2	0	0	0	0	0	0	413	1.84%
3-4am	173	67	13	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	257	1.15%
4-5am	126	56	33	35	0	0	2	0	9	0	0	1	2	264	1.18%
5-6am	367	142	68	73	14	4	1	22	16	1	0	0	8	716	3.19%
<b>TOTAL</b>	<b>11276</b>	<b>5454</b>	<b>1928</b>	<b>1585</b>	<b>497</b>	<b>114</b>	<b>17</b>	<b>756</b>	<b>511</b>	<b>29</b>	<b>2</b>	<b>38</b>	<b>221</b>	<b>22428</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>50.28%</b>	<b>24.32%</b>	<b>8.60%</b>	<b>7.07%</b>	<b>2.22%</b>	<b>0.51%</b>	<b>0.08%</b>	<b>3.37%</b>	<b>2.28%</b>	<b>0.13%</b>	<b>0.01%</b>	<b>0.17%</b>	<b>0.99%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Los 4 Suyos.

**-FECHA:** 30/04/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	469	234	144	102	29	11	1	45	51	1	0	4	22	1113	4.72%
7-8am	477	239	155	120	37	12	2	56	58	3	0	5	28	1192	5.05%
8-9am	457	229	140	110	35	11	1	53	52	2	0	4	27	1121	4.75%
9-10am	515	258	116	100	34	12	2	51	51	4	0	2	12	1157	4.90%
10-11am	521	261	130	124	44	10	1	67	47	1	2	2	15	1225	5.19%
11-12am	534	267	111	104	37	14	1	56	66	3	0	3	19	1215	5.15%
12am-13pm	531	265	86	91	34	9	1	52	41	3	0	1	9	1123	4.76%
13-14pm	525	262	93	89	32	7	1	49	34	3	1	1	7	1104	4.68%
14-15pm	515	258	103	87	29	5	2	44	24	3	0	1	7	1078	4.57%
15-16pm	537	268	110	89	29	4	1	43	21	1	0	1	9	1113	4.72%
16-17pm	571	285	104	90	31	5	0	47	22	1	0	3	13	1172	4.97%
17-18pm	625	313	127	116	41	5	2	62	20	3	0	3	14	1331	5.64%
18-19pm	667	334	113	117	44	4	2	67	17	4	0	3	17	1389	5.89%
19-20pm	656	328	97	102	38	3	1	58	14	1	0	3	17	1318	5.58%
20-21pm	650	325	88	83	29	2	0	45	8	1	0	3	15	1249	5.29%
21-22pm	561	281	84	67	21	1	0	32	2	0	0	2	9	1060	4.49%
22-23pm	540	270	73	46	12	0	0	18	1	0	0	1	4	965	4.09%
23-24pm	510	255	67	38	9	0	0	13	0	0	0	1	2	895	3.79%
24pm-1am	410	193	29	12	4	3	2	7	2	3	2	5	3	675	2.86%

1-2am	363	119	18	3	1	4	2	0	4	0	0	3	3	520	2.20%
2-3am	285	92	12	0	1	3	0	0	3	0	0	0	0	396	1.68%
3-4am	168	62	8	1	0	0	0	4	2	3	0	1	0	249	1.06%
4-5am	121	51	28	30	3	1	2	3	4	2	0	2	0	247	1.05%
5-6am	362	137	63	68	15	2	1	27	11	0	0	0	7	693	2.94%
<b>TOTAL</b>	<b>11570</b>	<b>5586</b>	<b>2099</b>	<b>1789</b>	<b>589</b>	<b>128</b>	<b>25</b>	<b>899</b>	<b>555</b>	<b>42</b>	<b>5</b>	<b>54</b>	<b>259</b>	<b>23600</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>49.03%</b>	<b>23.67%</b>	<b>8.89%</b>	<b>7.58%</b>	<b>2.50%</b>	<b>0.54%</b>	<b>0.11%</b>	<b>3.81%</b>	<b>2.35%</b>	<b>0.18%</b>	<b>0.02%</b>	<b>0.23%</b>	<b>1.10%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Los 4 Suyos.

**-FECHA:** 01/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	446	223	127	85	23	10	0	36	49	0	0	3	19	1021	4.67%
7-8am	455	227	138	103	31	11	1	47	55	3	0	4	26	1101	5.03%
8-9am	435	217	123	93	29	10	1	43	50	1	1	4	23	1030	4.71%
9-10am	493	246	98	84	28	11	1	42	48	2	0	2	9	1064	4.87%
10-11am	499	249	113	107	38	9	0	58	44	1	0	2	12	1132	5.18%
11-12am	511	256	94	87	31	13	1	47	63	2	0	2	17	1124	5.14%
12am-13pm	508	254	69	74	28	8	1	43	38	1	0	1	6	1031	4.71%
13-14pm	502	251	76	72	26	7	1	40	30	1	0	1	4	1011	4.62%
14-15pm	493	246	86	70	23	4	0	35	21	1	1	1	4	985	4.50%
15-16pm	514	257	93	72	23	3	0	34	18	1	0	1	6	1022	4.67%
16-17pm	548	274	86	74	25	4	0	37	19	0	0	2	11	1080	4.94%
17-18pm	603	301	110	99	35	4	1	53	17	2	0	2	12	1239	5.67%
18-19pm	645	322	95	101	38	3	1	58	14	3	0	3	14	1297	5.93%
19-20pm	633	317	80	85	32	3	0	49	10	1	0	3	14	1227	5.61%
20-21pm	627	314	71	66	23	1	1	36	5	1	1	2	13	1161	5.31%
21-22pm	539	269	67	50	15	0	0	23	0	1	0	1	7	972	4.44%
22-23pm	517	259	56	29	6	0	0	9	1	0	0	0	2	879	4.02%
23-24pm	487	244	50	21	3	0	0	4	0	1	0	0	0	810	3.70%
24pm-1am	408	191	27	10	1	1	0	0	0	1	0	3	1	643	2.94%

1-2am	361	117	16	1	1	2	0	1	2	0	0	1	0	502	2.30%
2-3am	283	90	10	1	0	1	2	0	1	1	0	1	0	390	1.78%
3-4am	166	60	6	0	1	0	0	2	0	2	0	1	0	238	1.09%
4-5am	119	49	26	28	2	2	0	5	2	0	0	0	2	235	1.07%
5-6am	360	135	61	66	15	0	1	20	9	0	1	0	6	674	3.08%
<b>TOTAL</b>	<b>11152</b>	<b>5368</b>	<b>1778</b>	<b>1478</b>	<b>477</b>	<b>107</b>	<b>12</b>	<b>722</b>	<b>496</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>40</b>	<b>208</b>	<b>21868</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>51.00%</b>	<b>24.55%</b>	<b>8.13%</b>	<b>6.76%</b>	<b>2.18%</b>	<b>0.49%</b>	<b>0.05%</b>	<b>3.30%</b>	<b>2.27%</b>	<b>0.12%</b>	<b>0.02%</b>	<b>0.18%</b>	<b>0.95%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Los 4 Suyos.

**-FECHA:** 02/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	481	240	154	111	33	12	1	50	60	2	0	4	25	1173	4.75%
7-8am	489	245	165	129	40	14	2	61	67	4	0	5	32	1253	5.07%
8-9am	469	235	150	119	38	12	1	57	62	3	0	5	29	1180	4.77%
9-10am	527	264	125	110	37	13	2	56	58	5	0	2	16	1215	4.92%
10-11am	533	267	140	133	47	12	1	72	57	2	2	3	18	1287	5.21%
11-12am	546	273	121	113	40	15	2	61	73	3	0	3	22	1272	5.15%
12am-13pm	543	271	96	100	37	11	2	57	49	3	1	2	12	1184	4.79%
13-14pm	537	268	103	98	35	9	2	54	43	3	0	1	11	1164	4.71%
14-15pm	527	264	113	96	32	6	2	49	30	4	0	1	9	1133	4.58%
15-16pm	549	274	120	98	32	5	1	48	27	2	0	1	9	1166	4.72%
16-17pm	583	291	113	100	34	6	1	51	29	1	0	2	13	1224	4.95%
17-18pm	637	319	137	125	44	8	2	67	32	4	1	4	20	1400	5.66%
18-19pm	679	340	122	127	47	5	2	72	25	5	0	4	24	1452	5.87%
19-20pm	668	334	107	111	42	4	1	63	20	2	0	4	20	1376	5.57%
20-21pm	662	331	98	92	33	3	1	50	17	1	0	3	17	1308	5.29%
21-22pm	573	287	94	76	24	2	0	37	13	1	0	2	12	1121	4.54%
22-23pm	552	276	83	55	15	2	0	23	8	0	0	1	6	1021	4.13%
23-24pm	522	261	77	47	12	1	0	18	4	0	0	1	4	947	3.83%
24pm-1am	411	194	30	13	4	4	3	3	3	4	3	6	4	682	2.76%

1-2am	364	120	19	4	4	5	3	1	5	1	0	4	4	<b>534</b>	<b>2.16%</b>
2-3am	286	93	13	1	2	4	0	0	4	0	0	1	1	<b>405</b>	<b>1.64%</b>
3-4am	169	63	9	1	0	0	0	5	3	4	0	2	0	<b>256</b>	<b>1.04%</b>
4-5am	122	52	29	31	5	2	3	8	5	3	0	3	0	<b>263</b>	<b>1.06%</b>
5-6am	363	138	64	69	18	3	2	23	12	0	0	0	8	<b>700</b>	<b>2.83%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11792</b>	<b>5700</b>	<b>2282</b>	<b>1959</b>	<b>655</b>	<b>158</b>	<b>34</b>	<b>986</b>	<b>706</b>	<b>57</b>	<b>7</b>	<b>64</b>	<b>316</b>	<b>24716</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>47.71%</b>	<b>23.06%</b>	<b>9.23%</b>	<b>7.93%</b>	<b>2.65%</b>	<b>0.64%</b>	<b>0.14%</b>	<b>3.99%</b>	<b>2.86%</b>	<b>0.23%</b>	<b>0.03%</b>	<b>0.26%</b>	<b>1.28%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Los 4 Suyos.

**-FECHA:** 03/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	465	233	147	104	30	13	1	46	62	2	0	4	27	1134	4.54%
7-8am	485	243	158	121	37	14	2	57	69	5	0	5	33	1229	4.92%
8-9am	466	233	143	112	35	13	2	53	63	5	0	5	31	1161	4.65%
9-10am	510	255	119	102	34	14	3	52	62	5	1	3	16	1176	4.71%
10-11am	522	261	133	125	45	12	1	68	58	1	0	3	19	1248	5.00%
11-12am	537	268	114	106	37	16	2	57	77	4	0	4	23	1245	4.99%
12am-13pm	540	270	89	93	35	11	1	53	52	2	0	2	13	1161	4.65%
13-14pm	549	274	96	91	32	10	2	49	44	4	0	2	11	1164	4.66%
14-15pm	533	266	117	138	54	7	2	82	35	5	0	2	11	1252	5.01%
15-16pm	533	267	118	131	51	6	2	77	32	3	0	2	13	1235	4.95%
16-17pm	594	297	115	140	56	7	1	85	33	3	0	3	18	1352	5.41%
17-18pm	649	324	132	158	63	7	1	95	31	3	0	4	18	1485	5.95%
18-19pm	703	351	116	155	64	6	2	98	28	4	0	4	21	1552	6.21%
19-20pm	677	339	100	104	39	5	1	59	25	3	2	4	21	1379	5.52%
20-21pm	652	326	91	85	30	4	0	46	19	1	0	4	19	1277	5.11%
21-22pm	569	285	87	68	22	3	1	33	15	1	0	3	13	1100	4.40%
22-23pm	537	269	76	48	12	2	0	19	9	0	0	2	7	981	3.93%
23-24pm	512	256	70	40	9	1	0	14	5	1	0	1	6	915	3.66%
24pm-1am	414	197	33	16	8	0	1	11	6	2	0	4	4	696	2.79%

1-2am	367	123	22	7	5	3	2	4	1	1	0	2	2	<b>539</b>	<b>2.16%</b>
2-3am	289	96	16	4	5	2	0	4	1	0	0	2	0	<b>419</b>	<b>1.68%</b>
3-4am	172	66	12	5	4	1	1	8	3	0	0	2	1	<b>275</b>	<b>1.10%</b>
4-5am	125	55	32	34	7	2	2	7	5	2	0	1	0	<b>272</b>	<b>1.09%</b>
5-6am	366	141	67	72	19	3	1	31	15	0	0	1	11	<b>727</b>	<b>2.91%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11766</b>	<b>5695</b>	<b>2203</b>	<b>2059</b>	<b>733</b>	<b>162</b>	<b>31</b>	<b>1108</b>	<b>750</b>	<b>57</b>	<b>3</b>	<b>69</b>	<b>338</b>	<b>24974</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>47.11%</b>	<b>22.80%</b>	<b>8.82%</b>	<b>8.24%</b>	<b>2.94%</b>	<b>0.65%</b>	<b>0.12%</b>	<b>4.44%</b>	<b>3.00%</b>	<b>0.23%</b>	<b>0.01%</b>	<b>0.28%</b>	<b>1.35%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Los 4 Suyos.

**-FECHA:** 04/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	441	220	138	93	26	11	1	39	57	3	0	4	25	1058	4.60%
7-8am	461	230	149	110	33	13	2	50	62	5	0	5	32	1152	5.01%
8-9am	441	221	134	101	31	12	2	47	57	3	0	5	29	1083	4.71%
9-10am	485	243	110	91	30	12	3	46	56	5	1	3	15	1100	4.79%
10-11am	497	249	124	115	40	11	1	61	51	3	0	3	18	1173	5.10%
11-12am	512	256	105	95	33	15	2	50	70	4	0	3	23	1168	5.08%
12am-13pm	515	258	80	82	30	10	2	46	45	4	0	2	12	1086	4.72%
13-14pm	524	262	87	80	28	8	2	43	38	4	0	2	10	1088	4.73%
14-15pm	508	254	97	78	25	6	2	39	28	5	1	2	10	1055	4.59%
15-16pm	509	254	104	80	25	5	1	37	25	3	0	2	12	1057	4.60%
16-17pm	569	285	98	81	27	6	1	41	26	2	1	3	17	1157	5.03%
17-18pm	624	312	121	107	37	6	2	56	24	5	0	3	18	1315	5.72%
18-19pm	678	339	107	108	40	4	3	61	22	5	0	4	20	1391	6.05%
19-20pm	653	326	91	93	35	4	1	53	18	3	0	4	20	1301	5.66%
20-21pm	627	314	82	74	26	2	1	39	13	2	0	3	19	1202	5.23%
21-22pm	545	272	78	58	17	1	1	26	8	1	0	2	13	1022	4.45%
22-23pm	513	256	67	37	8	1	1	12	6	1	0	1	8	911	3.96%
23-24pm	487	244	61	29	5	1	1	7	5	1	0	1	6	848	3.69%
24pm-1am	412	195	31	14	6	0	0	9	4	1	0	1	2	675	2.94%

1-2am	365	121	20	5	6	1	0	5	0	1	0	0	1	525	2.28%
2-3am	287	94	14	2	3	0	1	2	0	0	0	1	0	404	1.76%
3-4am	170	64	10	3	2	1	0	6	0	1	0	0	1	258	1.12%
4-5am	123	53	30	32	5	0	0	5	3	0	0	1	0	252	1.10%
5-6am	364	139	65	70	17	1	2	29	13	1	0	0	6	707	3.08%
<b>TOTAL</b>	<b>11310</b>	<b>5461</b>	<b>2003</b>	<b>1638</b>	<b>535</b>	<b>131</b>	<b>32</b>	<b>809</b>	<b>631</b>	<b>63</b>	<b>3</b>	<b>55</b>	<b>317</b>	<b>22988</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>49.20%</b>	<b>23.76%</b>	<b>8.71%</b>	<b>7.13%</b>	<b>2.33%</b>	<b>0.57%</b>	<b>0.14%</b>	<b>3.52%</b>	<b>2.74%</b>	<b>0.27%</b>	<b>0.01%</b>	<b>0.24%</b>	<b>1.38%</b>	<b>100.00%</b>	

**-LUGAR:** Provincia de Trujillo.

**-TRAMO:** Av. Metropolitana comprendida desde el óvalo El Milagro hasta los 4 Suyos.

**-ESTACIÓN:** Los 4 Suyos.

**-FECHA:** 05/05/2019

HORA	Vehículos Ligeros				Bus			Camión			Semi Tráiler y/o Tráiler			TOTAL	PORCENT.
	AUTO	CAMIONETA	COMBI	MICROBÚS	B2	B3-1	B4-1	C2	C3	C4	T2S1	T3S2	T3S3		
6-7am	413	207	107	66	17	10	1	25	51	1	0	3	17	918	4.57%
7-8am	433	217	119	83	24	12	1	37	59	2	0	4	23	1014	5.04%
8-9am	414	207	104	73	22	11	0	33	52	1	0	3	22	942	4.69%
9-10am	458	229	79	64	21	11	1	32	50	3	0	1	7	956	4.76%
10-11am	470	235	93	88	31	10	1	48	48	1	1	1	11	1038	5.16%
11-12am	485	242	74	69	24	14	1	36	64	1	0	2	13	1025	5.10%
12am-13pm	488	244	50	55	21	9	1	32	41	2	0	0	4	947	4.71%
13-14pm	497	248	56	54	19	7	1	29	35	1	0	0	2	949	4.72%
14-15pm	481	240	66	52	16	5	1	25	20	2	0	0	1	909	4.52%
15-16pm	481	241	74	53	16	4	0	24	17	1	0	0	1	912	4.54%
16-17pm	542	271	67	54	18	5	0	27	19	0	0	1	5	1009	5.02%
17-18pm	597	298	90	81	28	6	1	42	25	2	1	3	13	1187	5.90%
18-19pm	651	325	76	82	31	3	1	47	17	1	0	3	15	1252	6.23%
19-20pm	625	313	60	67	26	2	0	39	11	1	0	2	13	1159	5.77%
20-21pm	600	300	51	47	17	1	0	25	8	0	0	2	9	1060	5.27%
21-22pm	517	259	47	31	8	0	0	13	1	1	0	1	3	881	4.38%
22-23pm	485	243	36	10	4	0	0	7	0	0	0	0	2	787	3.92%
23-24pm	460	230	30	2	1	0	0	5	0	0	0	0	0	728	3.62%
24pm-1am	397	180	16	0	0	1	0	2	1	0	0	1	0	598	2.97%

1-2am	350	106	5	0	1	0	0	0	2	2	0	0	0	466	2.32%
2-3am	272	79	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	354	1.76%
3-4am	155	49	0	0	2	1	0	2	1	0	0	1	0	211	1.05%
4-5am	108	38	15	12	3	0	0	7	0	1	0	0	0	184	0.92%
5-6am	349	124	50	47	9	2	1	14	17	0	0	0	3	616	3.06%
<b>TOTAL</b>	<b>10728</b>	<b>5125</b>	<b>1365</b>	<b>1091</b>	<b>359</b>	<b>114</b>	<b>12</b>	<b>552</b>	<b>539</b>	<b>23</b>	<b>2</b>	<b>28</b>	<b>164</b>	<b>20102</b>	<b>100.00%</b>
<b>PORCENT.</b>	<b>53.37%</b>	<b>25.49%</b>	<b>6.79%</b>	<b>5.43%</b>	<b>1.79%</b>	<b>0.57%</b>	<b>0.06%</b>	<b>2.75%</b>	<b>2.68%</b>	<b>0.11%</b>	<b>0.01%</b>	<b>0.14%</b>	<b>0.82%</b>	<b>100.00%</b>	

**ANEXO N°4**

**PROPUESTA**

**ARQUITECTÓNICA EN**

**3D, PLANTA Y**

**SECCIONES**



