



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS AASHTO 93 E
INSTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL
PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO - JOSÉ
LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - PERÚ**

**PRESENTADA POR
RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN**

**ASESOR
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

**TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

LIMA – PERÚ

2018



**Reconocimiento - No comercial – Compartir igual
CC BY-NC-SA**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS AASHTO 93 E
INSTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO
DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO -
JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO - PERÚ**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

IRIGOIN QUESQUÉN, RONY JOEL

LIMA- PERÚ

2018

DEDICATORIA

Primero, a Dios por sobre todas las cosas por permitirme llegar hasta ahora lograr mis objetivos.

Segundo, a mis padres María Mercedes Quesquén Paico y Juan Fermín Irigoin Fernández por su apoyo incondicional y comprensión

Tercero, a mis hermanos Paola Aimee, Juan Augusto y mi prima Noemí por ser partícipes de mi crecimiento profesional.

Por último, a la memoria de mi tía Juanita Socorro Quesquén Paico, por ser un ejemplo de sacrificio y trabajo.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, al Ing. Juan Augusto Irigoin Quesquén, mi hermano, por su apoyo y enseñanza en mi desarrollo profesional.

En segundo lugar, a mi alma máter Universidad de San Martín de Porres, por los años en que me brindó conocimiento.

En tercer lugar, a mi amigo Henry Robert Saboya Guerrero por su apoyo moral y amistad incondicional.

Finalmente, a todas las personas que de una u otra manera me asesoraron en la presente tesis.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 .Descripción de la situación problemática	15
1.2. Formulación del problema	16
1.3. Objetivos	17
1.4. Justificación	18
1.5. Alcances y limitaciones	18
1.6. Viabilidad	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	20
2.1 Antecedentes de la investigación	20
2.2 Marco legal	24
2.3 Bases teóricas	25
2.4 Definición de términos básicos	60
2.5 Formulación de la hipótesis	64
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	66
3.1 Diseño metodológico	66
3.2 Variables y definición operacional	66
3.3 Población y muestra	67
3.4 Técnicas de recolección de datos	68
3.5 Técnicas estadísticas para procedimiento de información	69
CAPÍTULO IV. DESARROLLO	70
4.1 Aplicación del método AASHTO 93	70
4.2 Aplicación del método del Instituto del Asfalto	83

CAPÍTULO V. RESULTADOS	92
5.1 Estructura del pavimento	92
5.2 Análisis económico	93
5.3 Aspectos de durabilidad	99
CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN	101
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	104
FUENTES DE INFORMACIÓN	105
ANEXOS	111

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Período de análisis y diseño	37
Tabla 2. Niveles recomendados de confiabilidad (R)	39
Tabla 3. Valores de desviación normal estándar	39
Tabla 4. Valores recomendados para la desviación estándar (So)	40
Tabla 5. Criterios de aceptación	41
Tabla 6. Capacidad de drenaje	46
Tabla 7. Valores sugeridos de drenaje “mi”	46
Tabla 8. Espesores mínimos para concreto asfáltico	49
Tabla 9. Factor de crecimiento según el periodo de diseño	52
Tabla 10. Carril de diseño	53
Tabla 11. Factores de equivalencia de cargas	54
Tabla 12. Valores percentil para el Mr subrasante	56
Tabla 13. Tipos de mezclas	57
Tabla 14. Requisitos de calidad para capas de agregados no tratados	57
Tabla 15. Grados de asfalto	58
Tabla 16. Selección de la calidad del asfalto	58
Tabla 17. Efectos de heladas en función al TMAA	58
Tabla 18. Espesores mínimos para bases con emulsión asfáltica	59
Tabla 19. Espesores mínimos para bases no tratados	59
Tabla 20. Operacionalización de variables	67
Tabla 21. Selección del periodo de diseño	70
Tabla 22. Número de ESAL obtenido	70
Tabla 23. Nivel de confiabilidad elegida	70

Tabla 24. Valores de desviación estándar normal elegida	71
Tabla 25. Valor de desviación estándar combinado elegida	71
Tabla 26. Resultados de C.B.R del laboratorio	72
Tabla 27. Resultados del laboratorio de C.B.R de agregados	72
Tabla 28. Tiempo de agua en drenar	75
Tabla 29. Coeficiente de drenaje escogido	76
Tabla 30. Parámetros obtenidos por el método AASHTO 93	78
Tabla 31. Espesores mínimos elegidos por el método AASHTO 93	78
Tabla 32. Número de EAL obtenido	83
Tabla 33. Numero Percentil del CBR en base al EAL	83
Tabla 34. C.B.R. obtenidos del proyecto	83
Tabla 35. Selección de la Calidad de Asfalto	84
Tabla 36. Temperatura media anual del aire elegido	85
Tabla 37. Parámetros obtenidos por el Método del Instituto del Asfalto	85
Tabla 38. Espesor mínimo del concreto asfáltico recomendado	86
Tabla 39. Partida: corte de terreno natural	93
Tabla 40. Partida: eliminación de material excedente con equipo	93
Tabla 41. Partida: perfilado y compactado de subrasante	94
Tabla 42. Partida: capa Anticontaminante de arenilla	94
Tabla 43. Partida: mejoramiento de la subrasante con Over	94
Tabla 44. Partida: subbase granular	95
Tabla 45. Partida: base granular	95
Tabla 46. Partida: imprimación asfáltica	95
Tabla 47. Partida: carpeta asfáltica en caliente	96
Tabla 48. Costo por partida en pavimentos flexibles	96
Tabla 49. Dimensiones de las vías a pavimentar	96

Tabla 50. Espesores del pavimento - AASHTO 93	97
Tabla 51. Espesores del pavimento - Instituto del Asfalto	97
Tabla 52. Presupuesto del pavimento flexible con el método AASHTO 93	97
Tabla 53. Presupuesto del pavimento flexible con el método del Instituto del Asfalto	98
Tabla 54. Costo directo del pavimento flexible de ambos métodos	98
Tabla 55. Comparativo de los métodos de diseño para pavimento flexible	102

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estructura de un pavimento	25
Figura 2. Corte transversal de un pavimento	27
Figura 3. Estructura de un pavimento flexible	28
Figura 4. Gráfico de un pavimento flexible que recibe una carga	29
Figura 5. Distribución de cargas en un pavimento flexible	30
Figura 6. Pavimento frente a la carga de tránsito	31
Figura 7. Distribución de los pavimentos flexibles y rígidos	32
Figura 8. Ciclo de vida del pavimento de asfalto	33
Figura 9. Corte típico de un pavimento flexible convencional	35
Figura 10. Representación gráfica del período de diseño y de análisis	38
Figura 11. Comportamiento de un pavimento producido por cargas que ejercen sobre el	41
Figura 12. Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a_1)	43
Figura 13. Gráfica para obtener el coeficiente estructural (a_2)	44
Figura 14. Gráfica para obtener el coeficiente estructural (a_3)	45
Figura 15. Corte de pavimento flexible	47
Figura 16. Procedimiento para determinar espesores mínimos de capa	48
Figura 17. Localización de esfuerzos considerados en el diseño	50
Figura 18. Factores de equivalencia de carga	53
Figura 19. Factor de ajuste por presión de llantas	55
Figura 20. Elección del coeficiente estructural de la sub base Granular "a3"	73
Figura 21. Elección del coeficiente estructural de la base granular "a2"	74

Figura 22. Elección del coeficiente estructural de la carpeta asfáltica “a1”	75
Figura 23. Resultado del Numero estructural (SN) del programa	77
Figura 24. Nomograma de diseño AASHTO para obtener el número estructural (SN)	77
Figura 25. Estructura del pavimento flexible en base al SN	79
Figura 26. Determinación de SN de carpeta asfáltica, con Mr Base	79
Figura 27. Determinación de SN de carpeta asfáltica + base. Se calcula con el Mr Sub base	80
Figura 28. Determinación de SN de carpeta asfáltica+ base + sub base, Se calcula con Mr Subrasante	80
Figura 29. Distribución de alturas de las capas por el Método AASHTO 93	82
Figura 30. Propuesta del pavimento flexible por el método AASHTO 93	82
Figura 31. Carta A-29- Base de agregados no tratados de 6” de espesor	87
Figura 32. Carta A-30- Base de agregados no tratados de 12” de espesor	88
Figura 33. Carta A-35- Base de agregados no tratados de 6” de espesor	89
Figura 34. Carta A-36- Base de agregados no tratados de 12” de espesor.	90
Figura 35. Distribución de alturas de las capas por el Método del Instituto del Asfalto	91
Figura 36. Propuesta del pavimento flexible por el método del Instituto del Asfalto	91
Figura 37. Pavimento flexible con el método AASHTO 93	92
Figura 38. Pavimento flexible con el método del Instituto del Asfalto	92
Figura 39. Comparación de costos: AASHTO 93 Vs. Instituto del Asfalto	98
Figura 40. Consideraciones de durabilidad en un pavimento	100

RESUMEN

La presente tesis realiza un estudio comparativo entre las metodologías AASHTO 93 e Instituto del Asfalto, donde tiene como objetivo principal determinar el óptimo diseño del pavimento flexible, en aspecto estructural de espesores, costos y durabilidad, para el Asentamiento Humano San Lorenzo, sector oeste – José Leonardo Ortiz – Chiclayo -Perú.

Los parámetros principales que influyen en estos diseños son el módulo resiliente de la subrasante, el número de cargas de ejes equivalentes simples y la temperatura media anual del aire. Por otra parte, el CBR obtenido de la subrasante corresponde a un nivel de pobre a regular, factor que fue en cierta medida determinante en la estructura del pavimento obtenido.

Se determinó que al aplicar el método AASHTO 93 se obtuvo los siguientes espesores estructurales del pavimento: carpeta asfáltica de 4 pulgadas, base de 6 pulgadas y sub base de 6 pulgadas; mientras que, con el método del Instituto del Asfalto: carpeta asfáltica de 6 pulgadas, base de 6 pulgadas y sub base de 6 pulgadas, esto demuestra que la diferencia más resaltante es en la capa superficial donde es mayor con la segunda metodología mencionada.

Después de diseñar la estructura del pavimento, y realizar la comparación entre ambos métodos, resultó que el diseño del pavimento flexible con el método AASHTO 93, es el más óptimo en comparación al método del Instituto del Asfalto.

Palabras claves: AASHTO 93, Instituto del Asfalto, pavimento flexible, optimización de diseño, comparación de métodos empíricos, módulo resiliente, tráfico.

ABSTRACT

The present thesis makes a comparative study between the methodologies AASHTO 93 and Asphalt Institute, where its main objective is to determine the optimal design of the flexible pavement, in structural aspect of thicknesses, costs and durability; for the west sector of the Human Settlement San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo- Perú.

The main parameters influencing these designs are the resilient modulus of the subgrade, the number of simple equivalent axle loads and the average annual air temperature. On the other hand, the CBR obtained from the subgrade corresponds to a poor to regular level, a factor that was to some extent determined in the structure of the pavement obtained.

It was determined that by applying the AASHTO 93 method the following structural thicknesses of the pavement were obtained: 4-inch asphalt layer, 6-inch base and 6-inch sub-base; while with the Asphalt Institute method: 6-inch asphalt layer, 6-inch base and 6-inch sub-base, this demonstrates that the most outstanding difference is in the surface layer where it is greater with the second mentioned methodology.

After designing the structure of the pavement, and making the comparison between both methods, it turned out that the flexible pavement design with the AASHTO 93 method is the most optimal in results than with the Asphalt Institute method.

Keywords: AASHTO 93, Asphalt Institute, flexible pavement, design optimization, comparison of empirical methods, resilient module, traffic.

INTRODUCCIÓN

El Distrito de José Leonardo Ortiz, es uno de los 20 distritos que pertenece a la Provincia de Chiclayo. Entre los Asentamientos Humanos o Pueblos Jóvenes más grandes y poblados demográficamente se encuentra el A.H. San Lorenzo, específicamente su sector Oeste, ya que no cuenta con una infraestructura de pavimentación.

En el Perú, todavía se siguen utilizando los métodos empíricos tradicionales, respecto al diseño de pavimento tanto rígido como flexible, en la región Lambayeque los proyectos de pavimentos flexibles que se ejecutan tienen base en métodos de diseño convencionales como lo son el AASHTO 93 y el del Instituto del Asfalto, siendo el primero el que más se usa en esta región.

En la actualidad, las vías que comprenden este sector se encuentran a nivel de terreno natural, muestran desniveles, baches, ahuellamiento, entre otros. Además, en temporada de lluvia las vías se vuelven intransitables por la formación de charcos de lodos sumados la falta de drenajes pluviales. Esto genera dificultad para el desarrollo pleno de las actividades normales de la población.

La importancia del presente estudio, viene dada por la necesidad de pavimentar las vías comprendidas en el sector en mención, de manera que se subsanen las deficiencias respecto a la inadecuada infraestructura vial a fin de mejorar la transitabilidad vehicular, limitante del desarrollo integral. Además, que de ejecutarse el proyecto será beneficioso económicamente tanto para los moradores y el gobierno local, reduciendo los costos de operación y mantenimiento por parte del municipio, los pobladores verán disminuidos los gastos de reparación de sus vehículos, asimismo, que los predios del sector incrementarán su valor comercial.

El proyecto se enfocará en el desarrollo del siguiente proceso metodológico: llevar a cabo un diagnóstico en la zona de estudio, recopilar información, realizar los estudios básicos (estudio de tráfico, estudio de

mecánica de suelos, pluviométrico, etc.), para determinar los parámetros de diseño a través del estudio de tráfico y cargas; asimismo, se procederá con el diseño de pavimento flexible usando los métodos: AAHSTO 93 y del Instituto del Asfalto, para posteriormente comparar ambos resultados y tomar la mejor opción; luego se procederá con las conclusiones y recomendaciones, finalmente se adjuntará los diferentes estudios anteriormente mencionados, entre otros.

Por último, la estructura de la tesis comprende seis capítulos; en el Capítulo I: Planteamiento del Problema, en el Capítulo II: Marco Teórico, en el Capítulo III: Metodología, en el Capítulo IV: Desarrollo, en el Capítulo V: Resultados y en el Capítulo VI: Discusión.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la situación problemática

El Asentamiento Humano San Lorenzo está ubicado en el Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Región Lambayeque; cuenta con un alto porcentaje de vías sin pavimentación.

El presente estudio contempla las vías por pavimentar, el cual abarca el sector Oeste del Asentamiento Humano San Lorenzo. La zona urbana cuenta con un área aproximada de 25.13 Ha. La población beneficiaria es de 3,100 hab. Las vías a intervenir son de 5.02 Km. (datos obtenidos del plano catastral del distrito de José Leonardo Ortiz).

Los habitantes tienen acceso a un sistema de agua potable y alcantarillado pero con una antigüedad de 35 años, por lo que han solicitado a la entidad municipal se ejecute un proyecto de cambio de redes para el mejoramiento del saneamiento, para posteriormente, se elabore y ejecute un proyecto de pavimentación de la zona.

En la actualidad, las vías que comprenden el sector en mención y no cuentan con pavimentación son: Av. El Dorado cuadras 23-26, Av. Venezuela cuadras 32-33, Av. Panamá cuadras 33-34, Ca. San Lorenzo cuadras 01-04, Ca. Las Palmeras cuadras 12-17, Ca. Niño Héroe cuadras 01-03, Ca. Daniel Alcides Carrión cuadras 11-15, Ca. San Pablo cuadras 01-05, Ca. Antonio Raymondi cuadras 01-05, Ca. San Miguel cuadras 01-04, Ca. San Lucas cuadras 03-09, Ca. San Antonio cuadras 23-28, Ca. San Marcos cuadras 03-

04, Ca. Tahuantinsuyo cdra. 20 y Pje. La Paz S/N, la única vía pavimentada es la Av. México cuadras 33-37.

Las avenidas, calles y pasajes se encuentran a nivel de terreno natural, muestran desniveles, baches, ahuellamiento, entre otros. En temporada de lluvia (febrero-abril) las vías se vuelven intransitables por la formación de charcos de lodos sumados a la falta de drenajes pluviales.

Los moradores se ven afectados por la polvareda que trae por consecuencias de los fuertes vientos que existe y el paso de los vehículos, además el deterioro del paisaje urbanístico. Esto genera dificultad para el desarrollo pleno de las actividades normales de la población.

Los medios de transportes que circulan diariamente por estas vías son: vehículos livianos y en menor proporción vehículos pesados. El tipo de vehículo que más transita lo conforma las mototaxis, seguido de los autos, camionetas Pick Up, camionetas tipo Panel, camiones y Tráilers.

La propuesta de pavimento flexible se basa como una opción para que pueda ser empleada en el área del proyecto, en aspectos económicos y técnicos para la mejoría de las vías en cuanto a su funcionalidad y viabilidad.

1.2 Formulación del problema

a) Problema general

¿En qué medida incide la comparación entre los métodos AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para optimizar el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú?

b) Problemas específicos

- ¿En qué medida los espesores de la estructura utilizando el método AASHTO 93 optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?

- ¿En qué medida el costo de la estructura utilizando el método AASHTO 93 optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?

- ¿En qué medida la durabilidad de la estructura utilizando el método AASHTO 93 optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?

- ¿En qué medida los espesores de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?

- ¿En qué medida el costo de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?

- ¿En qué medida la durabilidad de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?

1.3 Objetivos

a) Objetivo general

Realizar el estudio comparativo entre los métodos AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para optimizar el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A. H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.

b) Objetivos específicos

- Determinar los espesores de la estructura utilizando el método AASHTO 93 para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.

- Determinar el costo de la estructura utilizando el método AASHTO 93 para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.

- Determinar la durabilidad de la estructura utilizando el método AASHTO 93 para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.
- Determinar los espesores de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.
- Determinar el costo de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.
- Determinar la durabilidad de la estructura utilizando el método instituto del Asfalto para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.

1.4 Justificación

- La presente tesis busca causar un impacto técnico, demostrando mayor información en pavimentos flexibles al aplicar los métodos AASHTO 93 e Instituto del Asfalto, para el diseño estructural que conforma el pavimento.

- Tiene un aporte social porque ofrecerá una alternativa más apropiada para hacer frente al problema del deficiente servicio de transitabilidad y plantear una nueva superficie de rodadura, viéndose favorecidos los pobladores del sector oeste del Asentamiento Humano San Lorenzo.

- Será beneficioso económicamente, pues los pobladores verán disminuidos los gastos de reparación de sus vehículos y ahorro en gasolina, ya que tendrán un pavimento nuevo para el tránsito vehicular y peatonal, además los predios del sector incrementarán su valor comercial.

1.5 Alcances y limitaciones

Alcance del estudio topográfico de la zona de estudio, por parte del municipio distrital de José Leonardo Ortiz. Otro alcance es la variedad de

información bibliográfica acerca de los métodos convencionales como el AASHTO e Instituto del Asfalto.

Las limitaciones del estudio corresponden a la inseguridad que presenta la zona, en cuanto a la toma de información en campo por lo que se necesitó el apoyo de la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz para que las camionetas de serenazgo rondarán en el área de estudio. Otra limitación es la poca bibliografía en cuanto a métodos actualizados o mecánicos aplicados o publicados en el Perú, por ejemplo, el método mecánico - empírico MEPDG AASHTO 2002, 2008 o 2015.

1.6 Viabilidad

- Se contó con mano de obra calificada para la realización del estudio de mecánica de suelos, que garantice un buen diseño del pavimento y brindar un buen confort a los usuarios, por lo que es viable técnicamente.
- El proyecto beneficiará tanto para los moradores y el gobierno local, pues el pavimento flexible no generará demasiado gasto a diferencia con otro tipo de pavimento, se reducirá los costos de operación y mantenimiento por parte del municipio, por lo que es viable económicamente.
- El proyecto generará un beneficio para la población tanto en salud como transporte, el mismo que no tendrá inconvenientes de impactos socio/ambientales negativos, por lo que es viable socialmente.
- Se tiene los conocimientos para la aplicación de la metodología que se usó para proponer la alternativa de una estructura nueva de pavimento flexible. Asimismo se contó con el apoyo de terceros, los cuales cuentan con instrucción técnica sobre la materia, por lo que es viable operativamente.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Se realizaron investigaciones en el ámbito nacional, de los cuales se consultó a los siguientes autores: Lozano, 2015; Bellido y Ochoa, 2017; Inga, 2004; Piscocoya y Nanfuñay, 2016; Rengifo, 2014. Así mismo en el ámbito internacional se revisaron trabajos de: Salamanca y Zuluaga, 2014; Thenoux y Gaete, 1995; Monzón, 2010; Polito, 2015; Mba y Tabares, 2005. Sus temas guardan relación con las metodologías AASHTO 93 e Instituto del Asfalto.

Lozano (2015), tuvo como objetivo determinar el diseño óptimo de la estructura aplicando los métodos AASHTO e Instituto del Asfalto, con el propósito de evaluar el resultado obtenido y proponer la mejor alternativa. Finalmente, concluyó que los espesores de las capas del pavimento, en cuanto al método AASHTO tuvieron un espesor de 11.5" conformada por la capa asfáltica de 2", la base de 5.5" y una sub-base de 4", en comparación con el método del Instituto del Asfalto, el cual tiene el doble de espesor de capas. Por lo tanto, el diseño óptimo resultó ser el utilizado con el método AASHTO, en aspectos económicos en opinión del autor.

Escobar y Huincho (2017), los autores hacen mención a la problemática al analizar la influencia de los parámetros para el análisis de la estructura debido a las fallas en la carpeta asfáltica del pavimento. El objetivo principal es determinar la influencia de parámetros de diseño para un buen desempeño del pavimento flexible, usando las metodologías AASHTO 1993 e Instituto del Asfalto. Según lo investigado en el año 2006 el ESAL era 2, 289,418 de ejes

equivalentes y un espesor de carpeta asfáltica de 4"; para el 2017 la carpeta asfáltica sería de 7" con un ESAL de 7, 867,970 de ejes equivalentes, por lo que concluyen que a mayor ESAL aumenta el espesor de la carpeta asfáltica requerida y menor ESAL disminuye dicho espesor; de esa manera la estructura trabaja a óptimas condiciones, la vida útil incrementa significativamente, por lo que el modelo en fallas es recomendable el método del Instituto del Asfalto en comparación con el del AASHTO 93.

Inga (2004), su investigación proyecta mejorar la vía actual a nivel de asfalto, y así tener las condiciones de transitabilidad y confort de los usuarios, además busca beneficiar a la población en tiempo y costo de transporte. El autor indica la importancia de la ejecución del módulo de resiliencia relacionándolo con el ensayo de CBR, las metodologías de diseño utilizadas para el cálculo de espesores fueron el AASHTO 1993 y el del Instituto del Asfalto. Como resultado se dio que para el diseño y cálculo de espesores; el método AASHTO es la mejor alternativa porque es más analítica y se ajusta a las necesidades de nuestro medio, siendo los espesores las siguientes: carpeta de asfalto en caliente de 10 cm, base de 30 cm y subbase de 30 cm. Se suscribe que la práctica de reducir espesores de la capa base es rechazada por el instituto del Asfalto, debido a que incrementa el potencial de otras dificultades en el pavimento.

Piscoya y Nanfuñay (2016), sus objetivos fueron diseñar una estructura de pavimento para las vías que comprende su área de investigación, para mejorar las condiciones de transitabilidad vehicular, evaluando en el periodo y carril de diseño, tal que la estructura no presente esfuerzos tampoco deformaciones a lo largo de su vida útil, lo cual se procedió con el diseño usando las metodologías y normas, por intermedio de los métodos: AASHTO-93, Shell y del Instituto del asfalto. Como resultado de los métodos aplicados, se obtuvo que con el método AASHTO la conformación de la estructura es: carpeta asfáltica de 2", base de 5" y sub base 5", también concluyen que el pavimento tipo flexible ofrece el diseño una apropiada construcción de vías, pues presentan menores costos en su inversión inicial.

Rengifo (2014), este estudio tuvo como propósito el diseño de un kilómetro del pavimento del tramo de Huacho a Pativilca, donde consideraron el tipo flexible y rígido. En el caso del pavimento flexible se utilizó las metodologías AASHTO e Instituto del Asfalto, luego comparando los resultados se escogió la mejor opción. Para los pavimentos flexibles, el método del Instituto del Asfalto fue más directo porque se utilizó sus nomogramas de diseño; el primer método arrojó un menor valor de número estructural que el segundo método, los espesores obtenidos por la segunda metodología son mayores. Los resultados determinan que el pavimento flexible es más económico en comparación con el pavimento rígido, con una diferencia de casi 260,000 soles, considerando solo la etapa de construcción para el análisis de costos unitarios.

Salamanca y Zuluaga (2014), tuvieron como objetivo diseñar el paquete estructural del pavimento flexible utilizando los métodos AASHTO 1993, INVIAS y el del Instituto del Asfalto, para la vía la Ye en Lebrija -Colombia. Al evaluar la estructura de pavimento calculados por estos métodos se evidenció que los espesores resultantes por el método AASHTO 93 cumple con el criterio general, pero no la protección por capas, por lo que describen que es necesario aumentar los espesores de la carpeta asfáltica; de igual forma al verificar los espesores obtenidos por el método INVIAS se evidenció que los mismos no cumplen con el criterio de falla por fisuramiento, por lo tanto, fue necesario aumentar la carpeta asfáltica y disminuir granulares, lo que permitió optimizar los espesores obtenidos bajo los otros métodos. La estructura que recomendaron los autores es la elaborada por el método del Instituto del Asfalto esto se debe al cumplimiento de los parámetros de fatiga de la carpeta asfáltica.

Thenoux y Gaete (1995), plantearon estudiar alternativas que permitan mantener a los pavimentos en buen estado de conservación y nivel de servicio al usuario, entre sus objetivos está describir los métodos y dispositivos importantes para la evaluación del pavimento como también comparar los diferentes métodos de cálculo de recapado con asfalto. De los resultados obtenidos del cálculo de espesores de recapado según los distintos métodos

se establece que el método AASHTO da como resultados espesores muy similares a los obtenidos por el del Instituto del Asfalto. Para el caso de recapado asfáltico sobre hormigón agrietado, los espesores con el método del Instituto del asfalto son del orden de dos veces los resultantes con el método AASHTO, esto se debería a que el primer método evalúa de modo más estricto la posibilidad de evitar el reflejo de grietas, por lo que en este caso este método es más recomendable; por otra parte, en el caso de recapados sobre hormigón con juntas simples el método del Instituto del asfalto no toma en cuenta el efecto del tráfico, considerando espesores mínimos según la temperatura y largo de losa, en este caso recomiendan diseñar con el método AASHTO y tener en cuenta los espesores mínimos del método primero.

Monzón (2010), el autor hace mención a la maestría en ingeniería vial en relación con la necesidad de la inversión de proyectos viales en su país, los cambios climáticos y la falta de cobertura en el periodo de diseño de los proyectos ejecutados; por lo que, obliga adquirir conceptos teóricos para aplicar diferentes métodos de diseño tanto en la actualidad como en el futuro. Se tiene desarrollado varios conceptos referentes al pavimento flexible, tanto su evolución como también los métodos para la obtención del paquete estructural de dicho pavimento, además explica los diferentes métodos de diseño como los empíricos, empíricos - experimentales, mecanísticos – empíricos; entre los métodos que especifica el autor están el AASHTO 1993 y el Instituto del Asfalto, tanto los procedimientos para determinar los espesores del pavimento.

Pólito (2015), su estudio de investigación se basa en demostrar que los pavimentos flexibles todavía tienen muchas ventajas sobre los pavimentos rígidos, y lo mucho que aún tienen que ofrecer en el sector de las carreteras en México. Uno de sus objetivos es ayudar como referencia para futuros estudios relacionado al tema. En el capítulo tres se menciona sobre los métodos de diseño para pavimento flexibles utilizados en México como los del Instituto de ingeniería UNAM, Instituto del Asfalto de USA, diseño español MOPU y del AASHTO de Norteamérica. Tuvieron como conclusión que dentro del proceso constructivo se tiene que respetar la etapa de diseño, eligiendo el

método necesario para el proyecto. Profundizando el procedimiento de los métodos AASHTO guía de 1993 como también el del Instituto del Asfalto para calcular los espesores de la estructura. Se menciona otro capítulo que se tiene que implementar tecnologías nuevas en metodología de pavimentos que por su alto costo de producción todavía no son lanzados al mercado.

Mba y Tabares (2005), en ese trabajo se realizó una evaluación utilizando diferentes métodos para el diseño de pavimento como el AASHTO 93 y el del Instituto del Asfalto. Elaboraron un diagnóstico de la vía que interviene en el área de investigación, donde quieren saber cuáles son las condiciones actuales de la carpeta de rodadura. Finalmente, como resultado de las evaluaciones, concluyeron que la diferencia al aplicar estos métodos se presenta en la capa superficial, pues cada uno de ellos varía; en cuanto a las capas restantes presentan valores similares. El análisis desarrollado con el método del Índice de condición de pavimento (PCI) determinó que se encuentra en buen estado; por otro lado, aplicando el método AASHTO 93 se tiene mayor espesor de la carpeta asfáltica con 18 cm, por lo que se tomó este valor para el diseño.

2.2 Marco Legal

- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018), aprobada por R.D. N° 03-2018-MTC/14.

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

- Norma CE. 010: Pavimento Urbanos, del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por D.S. N°001-2010-VIVIENDA.

- Reglamento Nacional de Vehículos (RNV) aprobada por D.S. 058-2003-MTC y su modificatoria D.S. 025-2016-MTC.

- Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras, aprobado por R.D. N° 003-2015-EF/63.01.

- Guía AASHTO para diseño de estructuras de pavimentos, 1993. Traducido por IDPP.

- Manual Series (MS-1) Diseño de espesores Pavimentos Asfálticos para calles y Carreteras del Instituto del Asfalto, Traducido por IDPP.

- Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas -2005- VCHI.

2.3 Bases teóricas

A continuación, se define algunos conceptos y proposiciones que se vinculan con el proyecto planteado.

2.3.1 Definición de pavimento

El pavimento está compuesto por capas de materiales sobrepuestas, está apoyado sobre un terreno acondicionado o natural, recibe las cargas producto del tránsito vehicular en forma directa y las transfiere a las capas que se encuentran en la parte inferior de la misma. (Piscoya y Nanfuñay, 2016).

Figura 1. Estructura de un pavimento



Elaborado por el autor

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2014) indica lo siguiente:

El pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general, está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura. (p. 21).

Rodríguez (2009) hace mención que la guía AASHTO, tiene dos criterios para conceptualizar un pavimento los cuales son:

De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante, esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Y desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella, es decir debe proporcionar un servicio de calidad óptimo. (p. 3).

Provías (2008) citado por Leguía y Pacheco (2016) indica lo siguiente:

Se define a los pavimentos como una estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general, está conformada por las siguientes capas: subbase, base y carpeta de rodadura. (p. 21).

2.3.2 Estructura de un pavimento

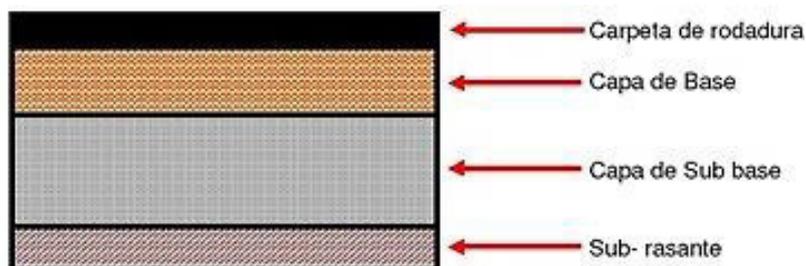
Como lo mencionan Piscocoya y Nanfuñay (2016), “la estructura de un pavimento lo constituyen capas de materiales, los cuales son seleccionados y normados, denominados capas de la estructura que ofrecen una adecuada funcionalidad a las cargas de tránsito y a los efectos medio ambientales” (p. 9).

En otras palabras, estas capas deben soportar las cargas que provienen del tránsito vehicular, y que cumplan con la serviciabilidad necesaria durante su periodo de diseño.

Esta estructura debe cumplir con lo siguiente:

- Tener resistencia ante los efectos climatológicos.
- Brindar comodidad y seguridad a la población.
- Cumplir con el periodo de diseño y vida útil.
- Ser durables.

Figura 2. Corte transversal de un pavimento



Fuente: Morales (2007)

2.3.3 Conformación de la estructura de un pavimento

Estas las conforman la capa de soporte o sub rasante y las capas estructurales del pavimento las cuales son: capa superficial o rodante, capa base y capa subbase.

a) Capa de soporte o sub rasante

Esta capa es el terreno natural, y es la que soporta las cargas que ocasiona el paso de vehículos tanto pesados como livianos; por otro lado, está en función de la calidad misma de suelo, a través del CBR para el diseño propio.

b) Capas del pavimento

b.1) Capa superficial

Esta es la capa más externa y está en contacto con el tráfico, se pone sobre la capa base, según Lozano (2015), “la función principal de esta capa es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para el ingreso del agua lluvia por filtración que puede saturar las capas inferiores” (p. 8).

b.2) Base

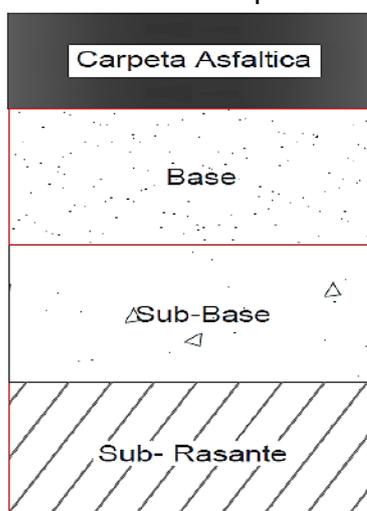
El MTC (2014) nos dice: “Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ($\text{CBR} \geq 80\%$) o será tratada con asfalto, cal o cemento” (p. 21).

El agua que se introduce a través de los acotamientos del pavimento, la base debe drenarlo, como también impedir la ascensión capilar.

b.3) Subbase

“Es la capa de la estructura del pavimento que tiene por funciones: soportar, transmitir y distribuir de manera uniforme las cargas aplicadas desde la superficie de rodadura del pavimento a la subrasante” (Lozano, 2015, p. 7).

Figura 3. Estructura de un pavimento flexible



Fuente: Huilcapi y Pucha (2015)

2.3.4 Clasificación de pavimentos

Se toma en cuenta las cargas que recibe la subrasante por parte de la carpeta de rodadura, distribuyéndose en su área; la ausencia o reemplazo de una o varias capas depende de factores como, el material a usarse, el CBR, tipo de suelo, el clima, el tránsito vial, entre otros.

Rodríguez (2009) menciona: “Pueden identificarse 3 tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete de estructura que presentan:” (p.4).

- Pavimentos Flexibles.
- Pavimentos Rígidos.
- Pavimentos mixtos.

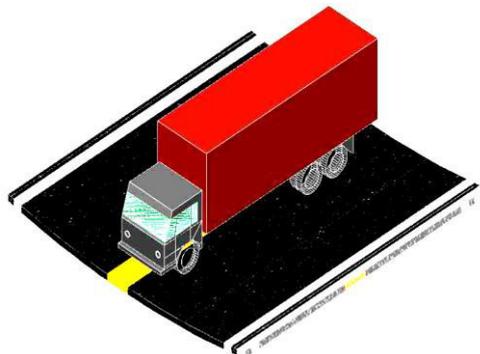
2.3.5 Pavimento flexible

Este tipo de pavimento brinda su mayor ventaja por ductilidad, es su capacidad de deformabilidad adaptándose según el diseño, a los efectos del medio ambiente.

El siguiente autor resalta que:

Usualmente llamando pavimento asfáltico, constituido por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, apoyada en su conjunto sobre la subrasante compactada, de manera que la sub base, base y carpeta de rodamiento son los componentes estructurales de este tipo de pavimento. (Chávez y Cusquisiban, 2017, p. 8)

Figura 4. Gráfico de un pavimento flexible que recibe una carga



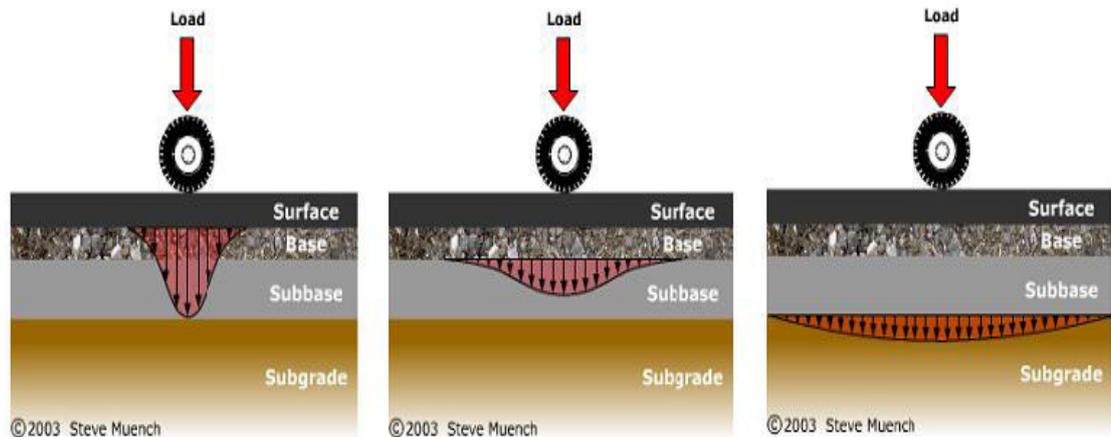
Fuente: Piscoya y Nanfuñay (2016)

Otro concepto sobre pavimento flexible:

Leguía y Pacheco (2017) cita lo siguiente: “Llamado también pavimento asfáltico, conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores

sin que la estructura falle; la base y la subbase, todas apoyadas sobre la subrasante” (p. 23).

Figura 5. Distribución de cargas en un pavimento flexible



Fuente: Delgado y Quispe (2012)

2.3.6 Características del pavimento flexible

Para Chávez y Cusquisiban (2017) nos dice lo siguiente para cada uno de los siguientes enunciados:

a) Resistencia estructural

“Capacidad para soportar cargas aplicadas por el tránsito, transformándose en esfuerzos normales o cortantes en la estructura” (p.8).

b) Durabilidad

“Depende del proceso constructivo inicial, calidad de material y mantenimiento permanente para cumplir el periodo de vida útil, así mismo brindar seguridad a los usuarios que suelen emplear la avenida de pavimento flexible” (p. 9).

c) Requerimiento de conservación

“Los pavimentos se encuentran expuestos a cambios climáticos severos, cargas repetitivas de tráfico vehicular y deterioro de los materiales, haciendo que la vida del pavimento se acorte” (p. 9).

d) Comodidad

“Consiste en brindar al usuario confort y seguridad al momento de transportarse por grandes autopistas y vías principales, secundarias o vecinales de pavimento flexible, mediante mantenimientos continuos alargando su vida útil” (p. 9).

2.3.7 Comportamiento estructural del pavimento

Leguía y Pacheco (2017) dice que “el comportamiento estructural de un pavimento frente a cargas externas, varía de acuerdo a las capas que lo constituyen. La principal diferencia entre el comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos es la forma cómo se reparten las cargas” (p.25).

Figura 6. Pavimento frente a la carga de tránsito

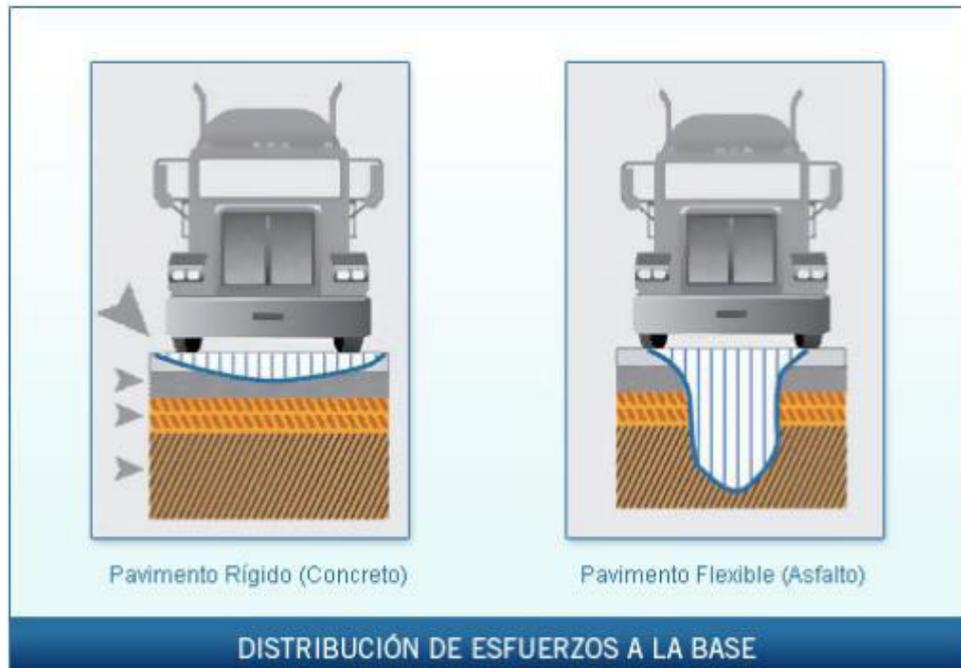


Fuente: Rodríguez (2009)

2.3.8 Ciclo de diseño de un pavimento

En toda obra de pavimentación antes de ponerlo en servicio deberá primero ser planificado todo el proceso y así, garantizar lo óptimo del proyecto, para eso, es necesario tomar criterio al diseñar y que a la larga no ocasione problemas.

Figura 7. Distribución de los pavimentos flexibles y rígidos



Fuente: Recuperado de Duravía (s.f.)

Según Duravía (s.f.):

El pavimento luego de su construcción presenta un muy buen estado y satisface con plenitud a los usuarios. Con el paso del tiempo, y de la acción conjunta del tránsito y el clima, empieza un desgaste, lento y poco visible pero constante, donde el pavimento va debilitándose. En esta etapa, que se mantiene por varios años, el pavimento presenta un buen estado hasta que aparecen los primeros indicadores de deterioro. (párr. 2).

A continuación, se explicará este ciclo proyectado de diseño del pavimento de forma general:

- ✓ Se identifica en qué zonas se deben pavimentar, para luego determinar qué tipo de estructura se va a utilizar.
- ✓ Luego viene la parte del diseño de acuerdo a las normas establecidas en las metodologías propuestas; entendiéndose por diseño, espesores de las capas incluida la subrasante.

- ✓ Posteriormente, se escoge los materiales a emplearse en su construcción, tiene que haber relación al prescribir las especificaciones a través de los planos que se ejecutará el proyecto. Considerar las canteras que se encuentren cerca al proyecto y analizarlos los agregados en un laboratorio.
- ✓ Luego viene la parte de licitación, resaltar que un proyecto para pavimentación requiere de un contratista (adm. indirecta) o supervisor que nos asegure la calidad en el proceso a medio y a largo plazo. Asimismo, es importante la parte económica, pero sin dejar de lado este aspecto con la calidad del proyecto.
- ✓ Al terminar la construcción se procede a que empiece el fluido del tráfico vehicular, y es cuando el pavimento comienza a trabajar, por lo que se sugiere estar en constante vigilancia los primeros días para ver cómo se comporta el pavimento, para así poder tomar decisiones lo más pronto posible.
- ✓ Luego se hará un mantenimiento a la vía pavimentada para corregir daños prematuros.
- ✓ Cuando empiecen aparecer las fallas es conveniente evaluarlos para pasar a proceder a la renovación o rehabilitación de la estructura del pavimento.

Figura 8. Ciclo de vida del pavimento de asfalto



Fuente: Recuperado de Duravía (s.f.)

“En el esquema se observa el ciclo de vida para veinticinco años de un pavimento de asfalto, se tiene que realizar mantenimiento periódico mono capa cada cinco o siete años y un refuerzo parcial de cinco centímetros de mezcla asfáltica” (Duravía, s.f., párr. 4).

2.3.9 Diseño del pavimento

El pavimento en cuanto a su diseño ha estado progresivamente avanzando en base a métodos empíricos - científicos, sin embargo, en la actualidad tienen un papel importante en la parte constructiva de proyectos civiles.

Como lo mencionan Arias y Sarmiento (2015), “en 1920 el espesor de un pavimento era calculado puramente con la experiencia constructiva, de tal manera que, con la mayor experiencia ganada con los años, diferentes personajes desarrollaron métodos de diseño para calcular el espesor del pavimento” (p. 20).

Otra referencia conceptual a continuación:

El Diseño de pavimentos, será el proceso de determinación de una combinación de tipos de materiales, y espesores de capas construidas con tales materiales, que garanticen tanto el comportamiento estructural de su conjunto, cuando es sometido a los efectos impuestos por las variables actuantes sobre esta estructura, como el cumplimiento de las funciones para las cuales ha sido diseñado. (Corredor, 2004, párr. 5)

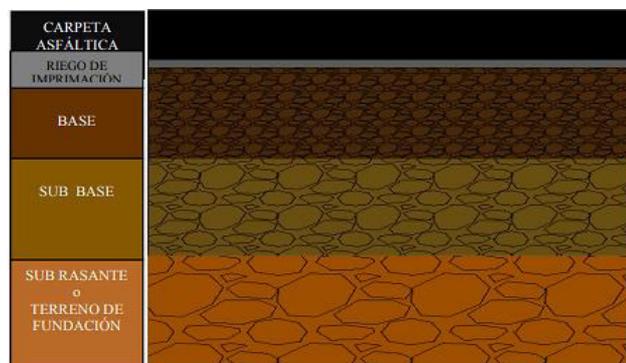
Diseño de pavimento tipo flexible

Para diseños de pavimentos tipo flexibles se tiene que tener en cuenta la metodología con que se va a desarrollar, para obtener los parámetros en función del tránsito, suelo, confiabilidad, entre otros. Normalmente, se utiliza ecuaciones, ábacos o tablas para establecer los diferentes espesores estructurales del pavimento.

Piscoya y Nanfuñay (2016), en su tesis nos dice:

En este tipo de pavimento la capa superior está conformada por material bituminoso y debe tener resistencia al corte, absorber los esfuerzos horizontales además de las presiones verticales que se transmiten a los estratos inferiores (capas no rígidas), los cuales son solicitados por la repetición de cargas acumuladas por tráfico vehicular. Donde el número de capas a emplearse responden a las necesidades de diseño del pavimento y de la importancia de la vía. (pp. 18-19)

Figura 9. Corte típico de un pavimento flexible convencional



Fuente: Huamán (2011)

2.3.10 Método AASHTO 93

A. Alcance

El método de diseño del American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) o en español: Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte, fue desarrollado en base a pruebas en autopistas entre los años 1959 y 1960, este método se basa en la guía de diseño 1993 y es posiblemente el método que mayormente es utilizado en todo el mundo (Piscoya y Nanfuñay, 2016).

“El primer antecedente en el diseño de pavimentos según el método AASHTO se tiene con el AASHO Road Test que fue un ensayo realizado sobre pavimentos de determinadas características bajo diferentes cargas en Ottawa y Illinois” (Lozano, 2015, p. 39).

Lozano (2015) nos dice lo siguiente en su tesis:

De estos ensayos se obtuvo información para ser aplicada en la metodología de diseño de pavimentos. Así aparece la AASHO *Interim Guide for Design of Rigid and Flexible Pavement* (1962) que contenía procedimientos de diseño basados en modelos empíricos deducidos de datos recolectados en el AASHO *Road Test*. (p. 39)

Luego aparece la "AASHTO *Interim Guide for Design of Pavement Structures*" en 1972 y luego de hacer observaciones a partir de 1983, aparece en 1986 la "AASHTO *Guide for Design of Pavement Structures*" con muchas modificaciones con respecto a la de 1972 y finalmente en 1993 fue hecha una versión revisada de esta guía, que no ofrece cambios en lo que a diseño de pavimentos flexibles se refiere. (p. 39)

Una serie de conceptos importantes surgieron de la práctica que se emplean en otras metodologías de diseño, donde Piscoya y Nanfuñay (2016) lo resume en lo siguiente:

En primer lugar, un sistema de calificación del pavimento fue desarrollado como parte de la prueba de manejo. En segundo lugar, a un amplio panel de usuarios de carretera se les pidió que condujeran a través de una variedad de caminos diferentes e indicar su opinión de las condiciones en una escala entre 0 (mala) a 5 (excelente). (p. 21)

El promedio de calificación obtenida por cada camino se llama "*Present Serviceability Rating*" o PSR por sus siglas en inglés. Esto se correlaciona luego con mediciones objetivas de la rugosidad, ahuellamiento, formación de grietas y parches, de los cuales la rugosidad fue el factor dominante. El objetivo es medir el índice actual de serviciabilidad o "*Present Serviceability Index*" (PSI). (p. 21)

Este método que se basa en la Guía AASHTO 1993 de diseño y estructuras de pavimentos, donde el comportamiento de este está relacionado a diferentes ecuaciones y ábacos que se definieron en 1961 con el experimento de carreteras de la AASHO.

B. Parámetros de diseño

B.1) Variables de entrada

El método AASHTO 93 considera en el diseño las siguientes variables: tiempo de diseño y análisis, ESAL de diseño, nivel de confiabilidad, entre otros.

Periodo de diseño y análisis

Está relacionado con el nivel de mantenimiento, rehabilitación o repavimentación del pavimento a elegirse, dependiendo el tipo de vía, y que el diseñador tendrá que considerar tácticas y criterio al escoger los valores de serviciabilidad para el diseño del pavimento.

Tabla 1. Período de análisis y diseño

Tipos de carretera	Períodos (años)	
	análisis	diseño
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50	15 - 20
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50	15 - 20
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25	5 - 12
Afirmada con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20	5 - 8

Fuente: AASHTO (1993)

ESAL de diseño

El volumen del tráfico responde a la acumulación de cargas equivalentes en el carril de diseño, este volumen representado numéricamente es el parámetro que es utilizado para el diseño estructural de un pavimento.

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y

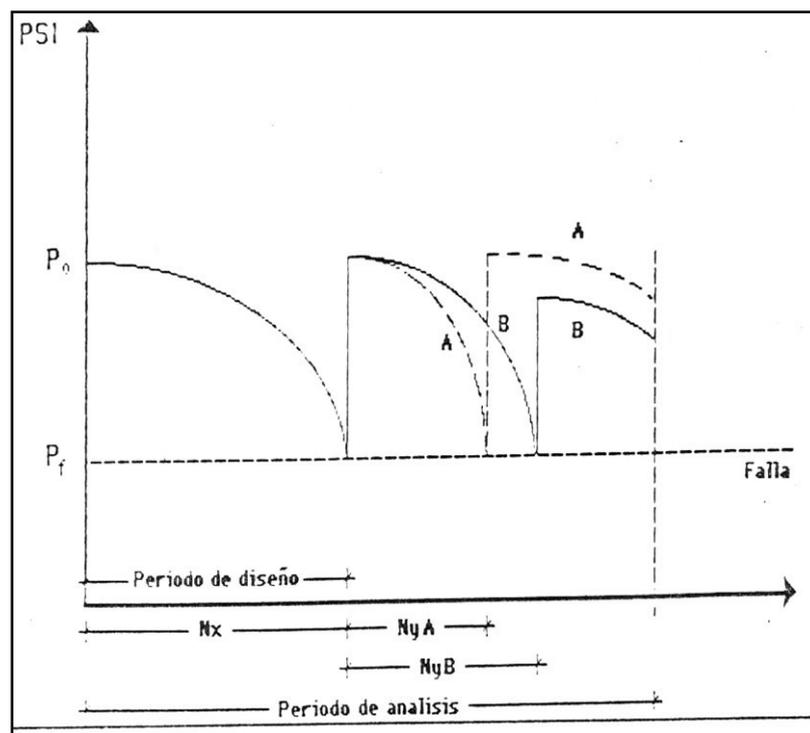
número de ejes, y a los efectos de cálculo, se los transforma en un número equivalente de ejes tipo de 80 kN o 18 kips (18,000 libras). (Lozano, 2015, p. 43)

A estos ejes se le denomina ESAL, que significa: “Carga de Eje Equivalente Simple” o en sus iniciales en inglés: “*Equivalent Single Axle Load*”.

Nivel de Confiabilidad (R)

“Confiabilidad es la probabilidad de que el sistema estructural que forma el pavimento cumpla su función prevista dentro de su vida útil bajo las condiciones (medio ambiente) que tiene lugar en ese lapso” (Lozano, 2015, p. 41).

Figura 10. Representación Gráfica del Período de Diseño y de Análisis



Fuente: AASHTO (1993)

Piscoya y Nanfuñay (2016) nos dice en su tesis:

“Es el margen de seguridad (R) que se establece en la alternativa de diseño del pavimento, la misma que debe dar servidumbre en el período de diseño seleccionado” (p. 22).

La tabla 2 se muestra los niveles de confiabilidad (R) recomendados por la guía ASSHTO 93.

Tabla 2. Niveles recomendados de confiabilidad (R)

Clasificación funcional de la vía	Nivel recomendado de confiabilidad (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO (1993)

Se debe considerar el momento de diseño del pavimento que, a mayor valor de confiabilidad, resultarán mayores las dimensiones de los espesores de cada capa del pavimento.

Desviación Normal Estándar (ZR)

El valor de desviación normal estándar está relacionado al nivel de confiabilidad seleccionado, el cual se muestra a continuación:

Tabla 3. Valores de desviación normal estándar

Confiabilidad (R)	Valor de ZR
50	- 0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

Fuente: AASHTO (1993)

Desviación estándar del sistema (So)

Representa las condiciones locales de la zona del proyecto, en cuanto a los índices obtenidos por la AASHTO respecto a los diferentes materiales y diferentes etapas constructivas del pavimento.

“Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de otros factores que afectan el comportamiento del pavimento” (Vega, 2018, p. 38).

En la tabla 4 se muestran valores para la desviación estándar, las mismas que pueden variarse según la zona del proyecto.

Tabla 4. Valores recomendados para la desviación estándar (So)

Condición	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible
En construcción nueva	0.35	0.45
En sobrecapas	0.39	0.49

Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

Nivel de Serviciabilidad o Servicapacidad (ΔPSI)

“La serviciabilidad de un pavimento se define como la capacidad de servir al tipo de tránsito para el cual ha sido diseñado” (Lozano, 2015, p. 40).

Los índices de serviciabilidad inicial (p_o) y final (p_t), deben ser determinados para el cálculo de la pérdida de serviciabilidad (ΔPSI). Estos índices PSI (*Present Serviciability Index*) califican al pavimento en un Rango de 0 a 5.

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

El índice de serviciabilidad inicial (p_o) es el valor que tendrá el pavimento inmediatamente después de la construcción. El valor establecido por la AASTHO para los pavimentos flexibles es de 4.2.

Se entiende como servicapacidad final al valor que puede ser tolerado por los usuarios de una vía antes que se realicen acciones de rehabilitación, repavimentación o reconstrucción del pavimento, variando este con la clase de vía de diseño, pudiéndose considerar los siguientes valores. (Piscoya y Nanfuñay, 2016, p. 28)

Para vías sean urbanas y troncales de tráfico alto:

$$pt = 2.5 - 3.0$$

Para vías sean urbanas o troncales de regular tráfico:

$$pt = 2.0 - 2.5$$

Para vías sean locales, agrícolas, ramales, o secundarias:

$$pt = 1.8 - 2.0$$

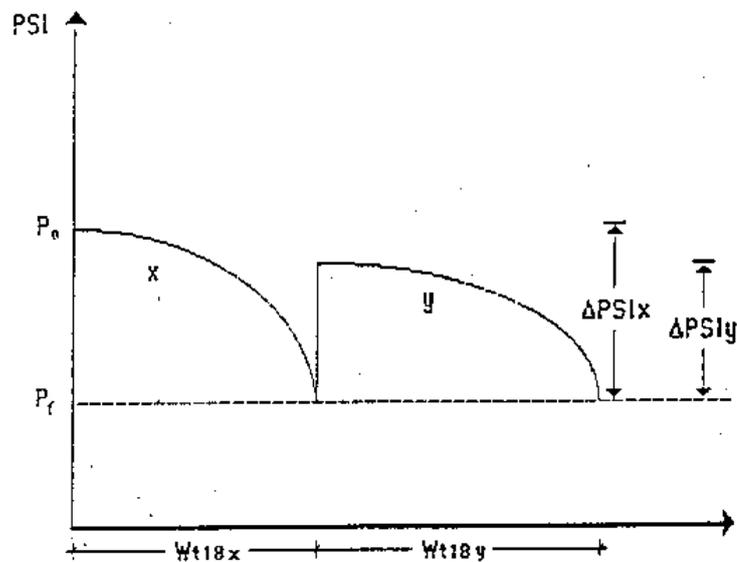
Tabla 5. Criterios de aceptación

Valor de Pt	Porcentaje de afectación de los usuarios como buena condición de servicio del pavimento
3.0	82
2.5	45
2.0	15

Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

La Figura 11 podemos notar el comportamiento que tiene un pavimento producto de las cargas vehiculares, a su vez se indica que la serviciabilidad de inicio se reduce a su valor permisible mínimo.

Figura 11. Comportamiento de un pavimento producido por cargas que ejercen sobre el



Fuente: AASHTO (1993)

B.2) Propiedades de los materiales para el diseño

Para el método AASHTO 93, las capas que conforman el pavimento flexible se les determinan por su módulo resiliente y para la carpeta asfáltica a través del módulo elástico.

Módulo Resiliente de la Subrasante (Mr)

“Conocidas las propiedades de la Sub-rasante como su CBR, se puede determinar su módulo resiliente a través de la utilización de relaciones empíricas, siendo esta, la siguiente” (Piscoya y Nanfuñay, 2016, p.29).

Para $CBR \leq 10\%$:

$$Mr = 1,500 \times CBR \text{ (psi)}$$

Para los de $10\% < CBR \leq 20\%$:

$$Mr = 3,000 \times CBR^{0.65} \text{ (psi)}$$

Para $CBR > 20\%$:

$$Mr = 4,326 \times \ln(CBR) + 241 \text{ (psi)}$$

La guía de diseño 2002 del AASHTO propone para todos los casos la siguiente correlación:

$$Mr = 2,555 \times CBR^{0.64} \text{ (psi)}$$

La fórmula que indica el AASHTO 2002 está más afines a las propiedades que constituyen los suelos. El módulo resiliente (Mr) se mide en psi (lb/pulg²).

Coeficientes estructurales de los materiales

Los coeficientes estructurales (*a_i*) son obtenidos de varias formas, entre ellas a través de fórmulas establecidas como también de nomogramas que proporciona la guía AASHTO 93; para eso, se hace uso del CBR que se obtiene del estudio de mecánica de suelos (Para base y sub base) siempre cumpliendo con los requisitos mínimos que establece el MTC.

Estos coeficientes se consiguen para las diferentes capas y son las siguientes:

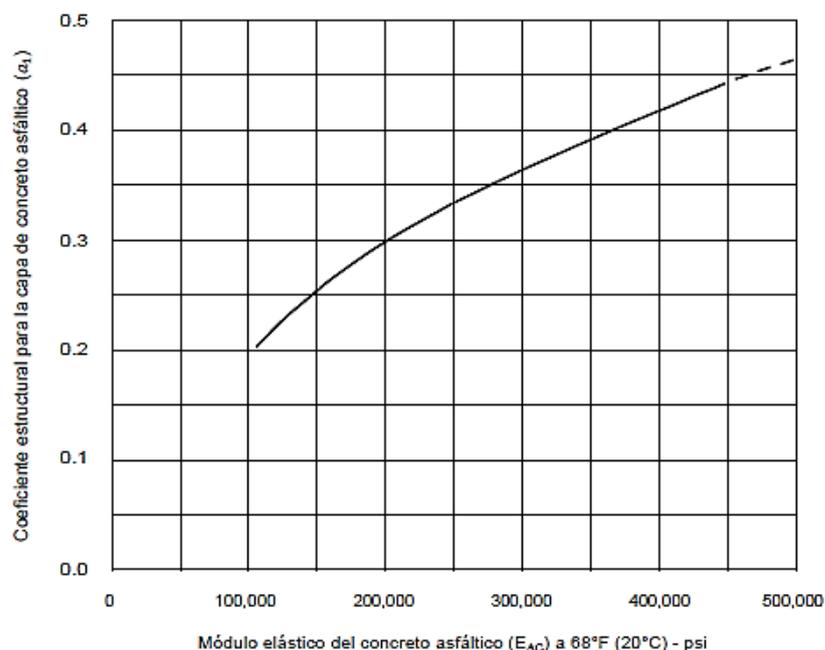
- **Concreto asfáltico**

Se podrá determinar usando el modulo elástico esto ya determinado en los gráficos del AASHTO como lo resalta el siguiente autor:

El coeficiente estructural de capa a1 para mezclas densamente gradadas de muestras de concreto asfáltico se puede determinar su módulo elástico dinámico (E_{ca}) a partir de ensayos normados de laboratorio para mezclas asfálticas, debiéndose tener especial cuidado con mezclas de concreto asfáltico superior a 450,000 psi, ya que el aumento en su rigidez eleva la susceptibilidad de fallas por agrietamiento por efecto de la temperatura y fatiga del material. (Piscoya y Nanfuñay, 2016, p. 31)

La Figura 12 se emplea para obtener el (a_1) de la capa asfáltica, a partir del módulo elástico establecido en el siguiente gráfico.

Figura 12. Gráfico para determinar el coeficiente estructural (a_1)

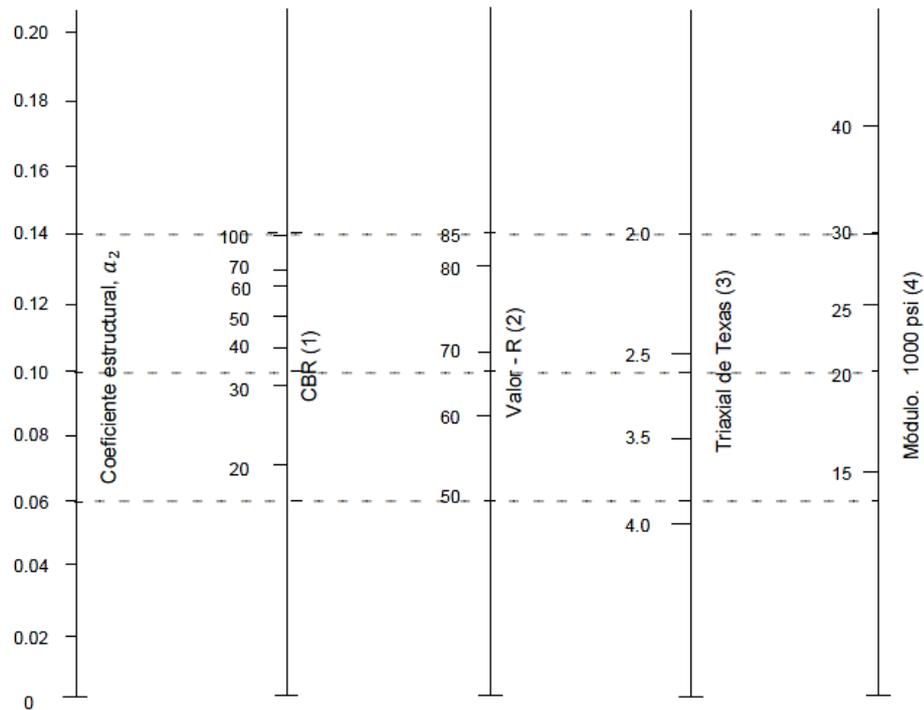


Fuente: AASHTO (1993)

- **Bases granulares no tratadas**

Cuando se obtenga el valor de CBR, Valor-R o Triaxial de Texas. Se podrá determinar el valor (a_2) para la base, en la siguiente figura:

Figura 13. Gráfica para obtener el coeficiente estructural (a_2)

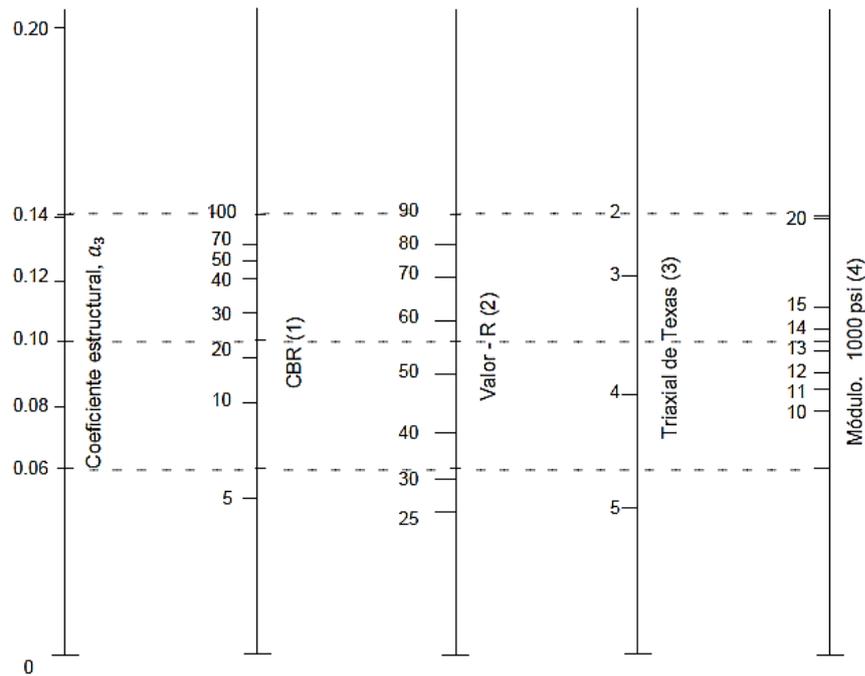


Fuente: AASHTO (1993)

- **Subbases granulares no tratadas**

La Figura siguiente se emplea para conseguir el coeficiente estructural (a_3) de la subbase, cuando se tenga el valor de CBR, Triaxial de Texas o Valor-R.

Figura 14. Gráfica para obtener el coeficiente estructural de la capa (a_3)



Fuente: AASHTO (1993)

Coeficiente de drenaje (m_i)

La AASHTO proporciona coeficientes de drenaje, en base de la calidad de la misma en el pavimento.

Lozano (2015) define lo siguiente:

El valor de este coeficiente depende de dos parámetros: la capacidad del drenaje, que se determina de acuerdo al tiempo que tarda el agua en ser evacuada del pavimento, y el porcentaje de tiempo durante el cual, el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación, en el transcurso del año. (p. 61)

La guía AASHTO 93 define 5 rangos de drenaje, en base a la calidad de la misma.

Tabla 6. Capacidad de Drenaje

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	(el agua no drena)

Fuente: AASHTO (1993)

En la tabla, AASHTO 93 señala los valores de porcentaje en función al tiempo donde el pavimento se encuentra expuesta a los diferentes rangos de humedad próximos a saturación en base a la calidad del drenaje.

Tabla 7. Valores sugeridos para el drenaje “ m_i ”

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1% a 5%	5% a 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Malo	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy malo	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: AASHTO (1993)

C. Determinación de espesores

C.1) Número estructural (SN)

El número estructural “es un valor fundamental para la determinación de los espesores finales de las diferentes capas que conforman la estructura de pavimento” (García, 2015, p. 3).

Para el método AASHTO 1993, el SN se obtiene a través de la ecuación siguiente:

$$\log(W_{18}) = Z_R(S_o) + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log Mr - 8.07$$

Donde:

W_{18} : Número de cargas acumuladas equivalentes a un eje de 8.2 Tn previstas.

Z_R : Desviación normal estándar.

S_o : Desviador estándar total del sistema.

ΔPSI : Diferencia entre la serviciabilidad inicial y final dispuesta en el diseño.

M_r : Es el módulo resiliente de la sub rasante, base y sub base.

SN : indicador requerido para resistir las cargas vehiculare y espesores totales del pavimento:

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

Donde:

a_1 =Coeficiente estructural de la capa asfáltica.

a_2 = Coeficiente estructural de la capa base.

a_3 = Coeficiente estructural de la capa sub base.

$m_2=m_3$ = Coeficiente de drenaje de la base y sub base.

D_1 = Espesor de la capa asfáltica (en pulgadas).

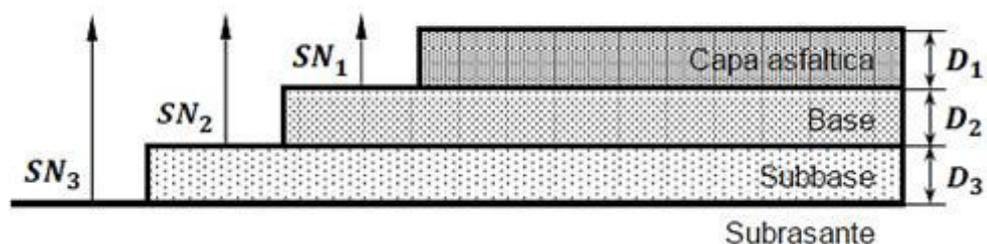
D_2 = Espesor de la capa base (en pulgadas).

D_3 = Espesor de la capa sub base (en pulgadas).

Comentario:

La ecuación AASHTO 93 puede resolverse mediante programas de diseño que existen hoy en día como el Miraspec o el Ecuación AASHTO 1993, Excel, nomogramas o también manualmente por interacciones sucesivas.

Figura 15. Corte de pavimento flexible



Fuente: Lozano (2015)

C.2) Espesores mínimos

En función del número estructural (SN)

“Se conoce también como diseño con verificación por capas, puesto que para cada una de las capas se verifica que existe el suficiente espesor por encima de la misma para prevenir ahuellamiento y daños estructurales” (Lozano, 2015, p. 64).

Se debe cumplir con el siguiente procedimiento y que se resume a continuación:

Figura 16. Procedimiento para determinar espesores mínimos de capa

$$D_1^* \geq \frac{SN_1}{a_1}$$

$$SN_1^* = a_1 \times D_1^* \geq SN_1$$

$$D_2^* \geq \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$$

$$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$$

$$D_3^* \geq \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \times m_3}$$

Fuente: AASHTO (1993)

En función del tránsito (W18)

En aspectos de tránsito, La AASHTO 1993 dictamina espesores mínimos recomendables que se tiene que cumplir para lograr que las mezclas tengan resultados satisfactorios en base a su cohesión, estabilidad y durabilidad.

En la siguiente tabla se presenta los espesores mínimos para el concreto asfáltico y base granular en relación al tránsito obtenido en el ESAL.

Tabla 8. Espesores mínimos para concreto asfáltico

Tránsito (W_{18})	Concreto asfáltico (pulg)	Base granular (pulg)
Menos de 50,000	1.0 (*)	4.0
50,000 - 150,000	2.0	4.0
150,001 - 500,000	2.5	4.0
500,001 - 2'000,000	3.0	6.0
2'000,001 - 7'000,000	3.5	6.0
Más de 7'000,000	4.0	6.0

(*) o tratamiento superficial

Fuente: AASHTO (1993)

2.3.11 Método del Instituto del Asfalto

A. Alcance

El Instituto del Asfalto de los Estados Unidos, es la asociación internacional de productores de asfalto de petróleo, fabricantes y afiliadas. Su método se fundamenta en el diseño de espesores de pavimentos asfálticos para calles y carreteras correspondiente al Manual Series No.1 (MS-1) versión febrero 1991.

A continuación, se presenta algunos aportes de diferentes autores:

Este método “establece valores límites de esfuerzo y/o deformaciones en la estructura a fin de prevenir ciertos tipos de fallas” (Huamán, s.f).

“En este procedimiento de diseño, la estructura de un pavimento es considerada como un sistema elástico de capas múltiples. El material en cada una de las capas se caracteriza por su módulo de elasticidad” (Coronado, 2002, p. 158).

“Este método será basado también en el establecimiento de un límite de deflexión a la estructura del pavimento, el cual es función del número e intensidad de aplicaciones de carga a que estará sujeto el pavimento estudiado” (Rico y Del Castillo, 2005, p. 168).

Para Lozano (2015):

En el Manual para Diseño de Espesores de Pavimentos Asfálticos para Calles y Carreteras del Instituto del Asfalto, se presentan los procedimientos para la determinación de los espesores de estructuras de pavimentos con superficies de concreto asfáltico, de asfalto emulsificado (con tratamiento superficial), bases de concreto asfáltico, bases con asfalto emulsificado y bases o sub bases de agregados no tratados. (p.9)

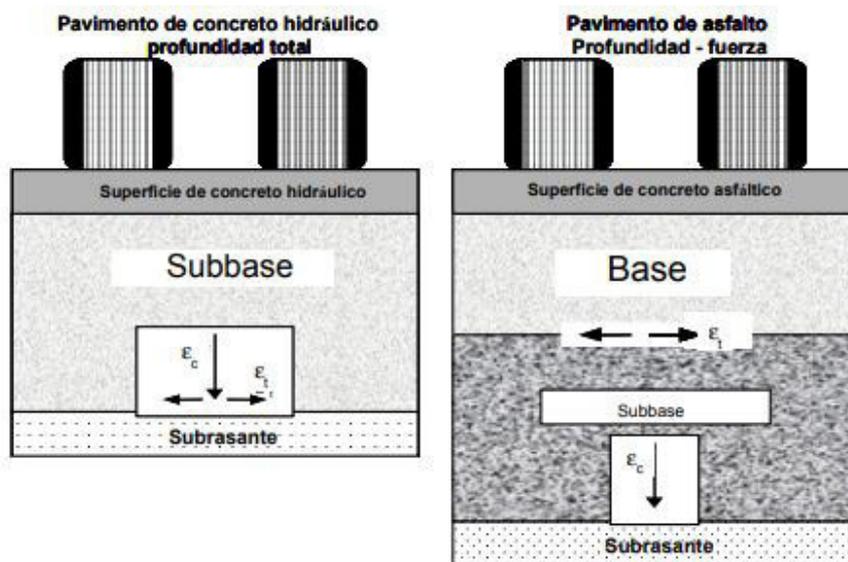
B. Consideraciones de diseño

“En la metodología adoptada por este método, las cargas sobre la superficie, producen dos esfuerzos de tensión que son críticos para propósitos de diseño” (Coronado, 2002, p. 159).

Estos son:

- a) El esfuerzo horizontal de tensión ϵ_t sobre el fondo del límite de la carpeta asfáltica.
- b) El esfuerzo vertical de compresión ϵ_c en la parte superficial de la subrasante o terreno de fundación.

Figura 17. Localización de esfuerzos considerados en el diseño



Fuente: Instituto del Asfalto (1991)

De la gráfica anterior se describe:

Si la fuerza de tensión horizontal E_t es excesiva pueden resultar grietas en la capa; si la fuerza de compresión vertical E_c es excesiva, resultan deformaciones permanentes en la superficie de la estructura de pavimento por las sobrecargas en la subrasante. Excesivas deformaciones en las capas tratadas, pueden ser controladas por las calidades a que están sujetas las propiedades de los materiales. (Coronado, 2002, p. 160)

C. Variables de diseño

Usualmente, se conoce acerca de las características de la subrasante y tráfico, pero un factor importante para el diseño es el clima, en este método se toma en cuenta el factor ambiental a través de ábacos de temperatura, estas variables son:

C.1) Periodo de diseño y análisis

Se precisa la diferencia que hay entre un período de Diseño y un período de Análisis, descrita por Coronado (2002):

Un pavimento debe ser diseñado para soportar los efectos acumulados del tránsito en cualquier periodo de tiempo; el periodo seleccionado, en años, se define como período de Diseño, al término de este, es posible que el pavimento necesite de una acción de rehabilitación mayor, lo cual debe ser una sobrecarpeta de refuerzo para restaurarlo a su condición original. (pp. 160-161)

La vida útil de un pavimento o periodo de análisis, es el tiempo que transcurre entre la construcción del mismo y el momento en que este alcanza las mínimas condiciones de transitabilidad y se puede extender de forma indefinida por medio de la colocación de sobrecarpetas u otras acciones de rehabilitación, hasta que la carretera sea obsoleta. (p. 161)

Este método considera periodos de diseño de hasta 35 años y tasas de crecimiento de 2-10%, para efectos de cálculos se describe en la siguiente tabla estos valores.

Tabla 9. Factor de crecimiento según el periodo de diseño

Período diseño (años)	Tasa de crecimiento anual (porcentaje) r						
	2	4	5	6	7	8	10
1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2	2.02	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.06	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.12	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.20	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.31	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.43	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.58	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.75	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.95	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	12.17	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	13.41	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	14.68	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	15.97	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	17.29	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	18.64	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	20.01	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	21.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	22.84	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	24.30	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28
25	32.03	41.65	47.73	54.86	63.25	73.11	98.35
30	40.57	56.08	66.44	79.06	94.46	113.28	164.49
35	49.99	73.65	90.32	111.43	138.24	172.32	271.02

Fuente: Instituto del Asfalto (1991)

C.2) Análisis de tráfico

Carril de diseño

Como los vehículos tipo camión son los que más daño producen en las vías de tránsito, se debe tomar en cuenta el flujo vehicular que transita sobre el carril de diseño, dependiendo el número de carril se tiene los siguientes valores.

Tabla 10. Carril de diseño

Número de carriles (dos direcciones)	Porcentaje de camiones en el carril de diseño
2	50
4	45 (35 - 48)*
6 ó más	40 (25 - 48)*

*Rango probable

Fuente: Instituto del Asfalto (1991)

EAL de diseño

El EAL (Equivalent Axle Load) es la representación estructural de la carga vehicular sobre el pavimento, a través del análisis de tráfico se determina el número de ejes equivalentes previsto en el periodo de diseño determinado, valor que es usado para obtener los espesores de las capas del pavimento.

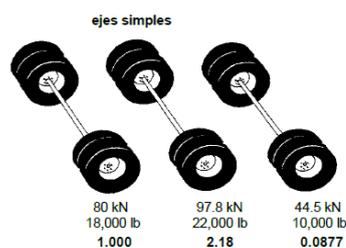
Como lo menciona García (s.f.), “Se ha demostrado que es posible representar el efecto de cualquier eje cargado con cualquier masa, sobre el comportamiento de un pavimento, por medio del número de aplicaciones de carga por eje simple, equivalente a 18,000 libras (80 KN)” (p.13).

Factor de equivalencia de carga

“Es el número de aplicaciones equivalentes a una carga por eje simple de 18,000 lb (80 kN) en una pasada de un eje dado” (Lozano, 2015, p. 13).

En la figura 18 se presenta ejemplos de factores de equivalencia de carga respecto a varios ejes simples de carga.

Figura 18. Factores de equivalencia de carga



Fuente: Lozano (2015)

Se presenta los factores de equivalencia de cargas considerando desde 1000 lbs hasta 80,000 lbs, en la siguiente tabla.

Tabla 11. Factores de equivalencia de cargas

Carga por eje		Factores de equivalencia de carga			Carga por eje		Factores de equivalencia de carga		
kN	lb	Ejes simples	Ejes tándem	Ejes tridem	kN	lb	Ejes simples	Ejes tándem	Ejes tridem
4.45	1,000	0.00002			182.5	41,000	23.27	2.29	0.540
8.9	2,000	0.00018			187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
13.35	3,000	0.00072			191.3	43,000	28.22	2.76	0.658
17.8	4,000	0.00209			195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
22.25	5,000	0.00500			200.0	45,000	34.00	3.27	0.793
26.7	6,000	0.01043			204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
31.15	7,000	0.0196			209.0	47,000	40.74	3.85	0.948
35.6	8,000	0.0343			213.5	48,000	44.50	4.17	1.033
40.0	9,000	0.0562			218.0	49,000	48.54	4.51	1.12
44.5	10,000	0.0877	0.00688	0.002	222.4	50,000	52.88	4.86	1.22
48.9	11,000	0.1311	0.01008	0.002	226.8	51,000		5.23	1.32
53.4	12,000	0.189	0.0144	0.003	231.3	52,000		5.63	1.43
57.8	13,000	0.264	0.0199	0.005	235.7	53,000		6.04	1.54
62.3	14,000	0.360	0.0270	0.006	240.2	54,000		6.47	1.66
66.7	15,000	0.478	0.0360	0.008	244.6	55,000		6.93	1.78
71.2	16,000	0.623	0.0472	0.011	249.0	56,000		7.41	1.91
75.6	17,000	0.796	0.0608	0.014	253.5	57,000		7.92	2.05
80.0	18,000	1.000	0.0773	0.017	258.0	58,000		8.45	2.20
84.5	19,000	1.24	0.0971	0.022	262.5	59,000		9.01	2.35
89.0	20,000	1.51	0.1206	0.027	267.0	60,000		9.59	2.51
93.4	21,000	1.83	0.148	0.033	271.3	61,000		10.20	2.67
97.8	22,000	2.18	0.180	0.040	275.8	62,000		10.84	2.85
102.3	23,000	2.58	0.217	0.048	280.2	63,000		11.52	3.03
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057	284.5	64,000		12.22	3.22
111.2	25,000	3.53	0.308	0.067	289.0	65,000		12.96	3.41
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080	293.5	66,000		13.73	3.62
120.0	27,000	4.71	0.426	0.093	298.0	67,000		14.54	3.83
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109	302.5	68,000		15.38	4.05
129.0	29,000	6.14	0.572	0.126	307.0	69,000		16.26	4.28
133.5	30,000	6.97	0.658	0.145	311.5	70,000		17.19	4.52
138.0	31,000	7.88	0.753	0.167	316.0	71,000		18.15	4.77
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191	320.0	72,000		19.16	5.03
146.8	33,000	9.98	0.971	0.217	325.0	73,000		20.22	5.29
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246	329.0	74,000		21.32	5.57
155.7	35,000	12.50	1.23	0.278	333.5	75,000		22.47	5.86
160.0	36,000	13.93	1.38	0.313	338.0	76,000		23.66	6.15
164.5	37,000	15.50	1.53	0.352	342.5	77,000		24.91	6.46
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393	347.0	78,000		26.22	6.78
173.5	39,000	19.06	1.89	0.438	351.5	79,000		27.58	7.11
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487	356.0	80,000		28.99	7.45

Fuente: Instituto del Asfalto (1991)

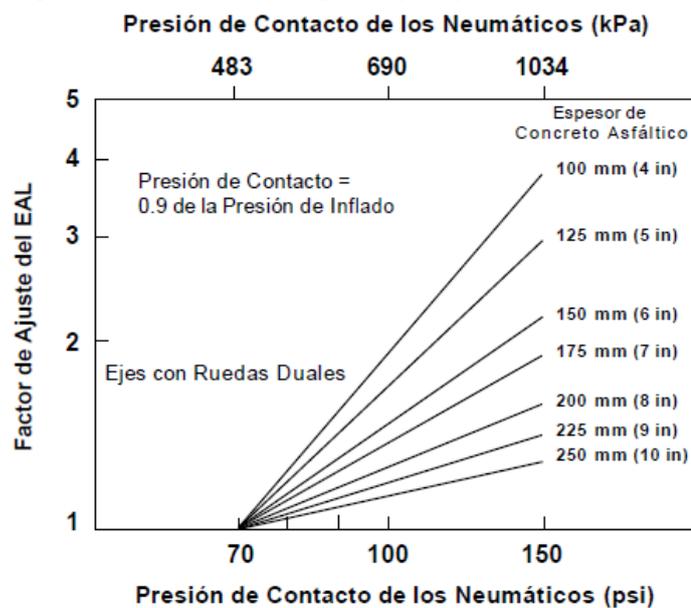
Factor de ajuste de los ejes equivalentes

Este método incorpora factores de ajuste para diferentes presiones de contacto de las llantas sobre el pavimento.

Una característica que añade este método en el diseño del pavimento es el que menciona coronado (2002), “ya que, a mayor presión de inflado y menor espesor de capa de rodadura, incrementa en buena medida el número de ejes equivalentes y por lo tanto mayor daño a una estructura determinada” (p. 165).

En la figura 19 se establecen espesores de carpeta asfáltica desde 4 in hasta 10 in.

Figura 19. Factor de ajuste por presión de llantas



Fuente: Instituto del Asfalto (1991)

C.3) Evaluación de los materiales

“En el diseño de espesores de una estructura de pavimento flexible, el método del Instituto de Asfalto, considera como parámetro fundamental la evaluación de los materiales para obtener el Módulo de resiliencia (M_r)” (Coronado, 2002, p. 166).

Subrasante

El instituto del Asfalto ha establecido las siguientes correlaciones mediante su módulo resiliente para caracterizar los materiales, utilizando el CBR. Estas correlaciones recomendadas son las siguientes:

$$Mr = 10,342 * CBR \text{ (Mpa)}$$

$$Mr = 1,500 * CBR \text{ (psi)}$$

“Las correlaciones presentadas anteriormente se usan para materiales de la Sub-rasante, no pudiéndose usar para materiales tipo granulares que conforman las capas de base y subbase” (Piscoya y Nanfuñay, 2016, p. 44).

Valores percentiles de la capa subrasante

Con los valores de CBR que se obtienen en el laboratorio, se calcula el módulo resiliente (Mr) de la subrasante previamente se debe obtener el nuevo CBR de diseño, esto con los percentiles de la tabla siguiente.

Tabla 12. Valores percentil para el Mr subrasante

Nivel de tráfico (EAL)	Percentil de diseño (%)
10^4 ó menos	60
Entre 10^4 y 10^6	75
10^6 ó mas	87.5

Fuente: Instituto del Asfalto (1991)

Carpeta asfáltica y bases granulares

“En cuanto a la rodadura, el método considera la utilización de mezcla asfáltica del tipo concreto asfáltico y en uno sus casos, tratamiento superficial doble” (García, s.f., p. 41).

Las bases son tanto de concreto asfáltico estabilizadas con emulsión asfáltica o granulares sin estabilizar.

Las bases estabilizadas con emulsiones asfálticas se determinan por la clase de agregados empleados, existen tres tipos de mezclas:

Tabla 13. Tipos de mezclas

Tipo I	Mezcla de emulsión asfáltica con agregado procesado, densamente graduado
Tipo II	Mezcla de emulsión asfáltica con agregado semiprocesado, de trituración, de banco o carretera.
Tipo III	Mezcla de emulsión con arena o arenas limosas

Fuente: García (s.f.)

Se recomienda los siguientes valores para las pruebas que se realicen en laboratorio con materiales de base y subbase granulares no tratados.

Tabla 14. Requisitos de calidad para capas de agregados no tratados

Ensayo	Requerimientos	
	Subbase	Base
CBR ₁ , mínimo, o	20	80
Valor R, mínimo	55	78
Límite líquido, máximo	25	25
Índice de plasticidad, máximo, o	6	NP
Equivalente de arena, mínimo	25	35
Pasante tamiz No. 200, máximo	12	7

Fuente: Lozano (2015)

C.4) Condiciones ambientales de temperatura

“Es importante señalar que también el método incluye factores de medio ambiente y diferentes clases de tipos de asfalto; para el caso se consideran tres diferentes temperaturas dependiendo de la región o zona en donde se pretenda construir el pavimento” (Coronado, 2002, p. 169).

Se recomienda la siguiente clasificación:

Tabla 15. Grados de asfalto

Clima	Temperatura media anual del aire (TMAA)	Grado de asfalto
Frío	Menor o igual a 7° C	AC-5, AC-10
Templado	Entre 7° y 24° C	AC-10, AC-20
Cálido	Mayor de 24° C	AC-20, AC-40

Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

Estos datos se pueden complementar con lo expuesto por Piscoya y Nanfuñay (2016), donde mencionan las características de las emulsiones asfálticas están condicionadas por la temperatura medio ambiental, esto se describe en la siguiente tabla.

Tabla 16. Selección de la calidad del asfalto

Condición de temperatura	Calidades de Asfalto *	
Fría, temperatura promedio anual del aire $\leq 7^{\circ}\text{C}(45^{\circ}\text{F})$	CA-5, AR-2000, 120/150 pen.	CA-10 AR-4000 85/100 pen.
Caliente, temperatura promedio anual del aire entre $7^{\circ}\text{C}(45^{\circ}\text{F})$ y $24^{\circ}\text{C}(75^{\circ}\text{F})$	CA-10 AR-4000 85/100 pen.	CA-20 AR-8000 60/70 pen.
Caliente, temperatura promedio anual del aire $\geq 24^{\circ}\text{C}(75^{\circ}\text{F})$	CA-20 AR-8000 60/70 pen.	CA-40 AR-16000 40/50 pen.

* Las emulsiones asfálticas de escenas medio (MS) y lento (SS) son usadas en mezclas de base de emulsión asfáltica. Estas pueden ser de dos tipos: catiónico (ASTM D 2397 ó AASHTO M 208) ó aniónico (ASTM D 977 ó AASHTO M 140). La calidad de la emulsión asfáltica es seleccionada principalmente en base a su habilidad de cubrir al agregado satisfactoriamente. Esto es determinado con ensayos de cubrir y estabilizar (ASTM D 244, AASHTO T 59). Otros factores importantes en la selección es la disponibilidad de agua en el lugar de trabajo, el tiempo anticipado en el momento de construcción, el proceso mezclado a ser usado y el tiempo de curado.

Fuente: Piscoya y Nanfuñay (2016)

El método del Instituto del Asfalto determina 3 condiciones referido al medio ambiente (temperatura media anual del aire) de la zona de estudio, para el diseño del pavimento flexible.

Tabla 17. Efectos de heladas en función al TMAA

Temperatura Media Anual del Aire	Efecto de la Helada
$< 7^{\circ}\text{C}(45^{\circ}\text{F})$	Si
$15.5^{\circ}\text{C}(60^{\circ}\text{F})$	Posible
$> 24^{\circ}\text{C}(75^{\circ}\text{F})$	No

Fuente: Instituto del Asfalto (1991)

D. Determinación de espesores

El método del manual series MS-1 del Instituto del Asfalto proporciona para el diseño final de los espesores de un pavimento flexible, cartas de diseño en sistema métrico, decimal como también en sistema inglés, donde involucran las variables que fueron analizadas anteriormente en este capítulo.

D.1) Espesores mínimos

a) Para superficies de concreto asfáltico sobre bases estabilizadas con emulsión asfáltica.

Tabla 18. Espesores mínimos para bases con emulsión asfáltica

NIVEL TRANSITO EN EJES EQUIVALENTES	ESPESOR MINIMO DE CARPETA ASFÁLTICA EN CM (*)
10,000	5.0
100,000	5.0
1'000,000	7.5
10'000,000	10.0
Mayor de 10'000,000	13.0

Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

* Puede emplearse concreto asfáltico como también mezclas asfálticas con emulsión Tipo I con un tratamiento superficial, sobre bases tipo II o III (Ver tabla 13).

c) Para superficies de concreto asfáltico sobre bases granulares sin estabilizar (no tratados).

Tabla 19. Espesores mínimos para bases no tratados

NIVEL TRANSITO EN EJES EQUIVALENTES	CONDICION TRÁNSITO	ESPESOR MINIMO DE CARPETA ASFÁLTICA EN CM (*)
Hasta 10,000	Ligero	75 mm (3.0 pulg)
Entre 10,000 y 1'000,000	Mediano	100 mm (4.0 pulg)
Mayor de 1'000,000	Pesado	125 mm (5.0 pulg) o más

Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

* Para pavimentos con espesor concreto asfáltico FULL DEPTH de una sola capa o pavimento con base de emulsiones asfálticas, se necesita como mínimo un espesor de 4 pulg.

D.2) Procedimiento de diseño

Los pasos para el procedimiento del diseño en la obtención de los espesores de la estructura del pavimento flexible son:

1. Seleccionar o determinar las variables de entrada.
 - Valor del EAL de diseño.
 - Módulo resiliente de diseño de la subrasante.
 - Temperatura promedio anual del aire.
 - Tipo de base
2. Determinar las combinaciones del espesor de diseño usando la información de inicial.
3. Seleccionar el diseño final a través de las cartas* del Instituto del Asfalto.

Las cartas de diseño A-5, A-6, A-11, A-12, A-17 y A-18 para el sistema de unidades internacionales y las cartas A-23, A-24, A-29, A-30, A-35 y A-36 para el sistema de unidades americanas, fueron desarrolladas para diseñar pavimentos usando concreto de asfalto sobre bases de agregados no tratados.

*Las principales cartas de diseño se adjuntan en los anexos.

2.4 Definición de términos básicos

a) Afirmado

“Capa compactada procesada o natural, se coloca sobre la subrasante y funciona como superficie de rodadura” (Rengifo & Vargas, 2017, p.34).

b) Agregado

“Material granular de diferentes tamaños, estas pueden ser arena, grava, escoria o roca triturada” (Rengifo & Vargas, 2017, p. 34).

c) Ahuellamiento

“El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente

producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito” (Robles, 2015, p. 30).

d) Asentamiento Humano

Es el lugar donde una comunidad o grupos de familias se establecen a través de viviendas y que carecen la mayoría de servicios básicos.

e) Asfalto

“Es un material altamente impermeable, cohesivo y adherente, capaz de resistir altos esfuerzos instantáneos y fluir bajo la acción de cargas permanentes” (Fajardo & Vergaray, 2014, p. 1).

f) Bache

“Hoyo o depresión que se forma en una superficie de rodadura, producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada” (Reinoso, 2013, p. 574).

g) Bench Mark (BM)

“Referencia topográfica de coordenada y altimetría de un punto marcado en el terreno, destinado a servir como control de la elaboración y replanteo de los planos de un proyecto vial” (MTC, 2018, p. 5).

h) Bombeo

“Pendiente transversal de la superficie de rodadura en las tangentes de una obra vial, que tiene por objeto facilitar el escurrimiento superficial del agua” (Ayala, 2003, p. 36).

i) Calicata

“Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas” (Reinoso, 2013, p. 582).

j) Capacidad de diseño

“Capacidad práctica o menor valor elegido para su utilización en el diseño del camino” (Reinoso, 2013, p. 589).

k) Carril

“Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito” (MTC, 2018, p. 7).

l) CBR (California Bearing Ratio)

“Valor relativo de soporte de un suelo o material, que se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa de suelo” (Reinoso, 2013, p. 598).

m) Cemento asfáltico

“Un asfalto con flujo o sin flujo, especialmente preparado en cuanto a calidad o consistencia para ser usado directamente en la construcción de pavimentos asfálticos” (MTC, 2018, p. 7).

n) Durabilidad

“Indica qué tanto permanecen en un cemento asfáltico, sus características, cuando es expuesto a procesos normales de degradación y envejecimiento” (Fajardo & Vergaray, 2014, p. 11).

o) Ensayo de abrasión

“El que se hace para determinar, por acción mecánica, el grado de desgaste que puede sufrir un agregado” (Reinoso, 2013, p. 635).

p) Ensayo Marshall

“Procedimiento para obtener el contenido de asfalto y diferentes parámetros de calidad de una mezcla bituminosa” (Reinoso, 2013, p.637).

q) Flexibilidad

“La flexibilidad es la capacidad de un pavimento asfáltico para acomodarse sin que se agriete, a movimiento y asentamientos graduales de la subrasante, debido a que estas virtualmente se

asientan (bajo cargas) o se expanden (por expansión del suelo)” (Fajardo & Vergaray, 2014, p. 40).

r) Granulometría

“Características de un agregado que se refiere a la distribución de sus partículas según sus dimensiones” (Reinoso, 2013, p. 653).

s) Infraestructura vial

“Es el conjunto de elementos que componen la vía: superficie de rodadura, bermas y/o franjas laterales, puentes, túneles, obras de arte y drenaje, señalización, elementos de seguridad vial, entorno, medio ambiente y otros” (Leguía & Pacheco, 2016, p. 83).

t) Máxima densidad seca

“Máximo valor de densidad seca definido por la curva de compactación para un esfuerzo especificado (estándar o modificado)” (MTC, 2018, p.16).

u) Módulo resiliente

“Esfuerzo repetido axial de desviación de magnitud, duración y frecuencias fijas, aplicado a un espécimen de prueba apropiadamente preparado y acondicionado” (MTC, 2018, p. 16).

v) Nomograma

Es un instrumento gráfico de cálculo, un diagrama bidimensional que permite el cómputo gráfico y aproximado de una función de cualquier número de variables

w) Perfil longitudinal

“Trazo del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias” (MTC, 2018, p. 17).

x) Rasante

“Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía” (MTC, 2018, p. 19).

y) Serviciabilidad

“Se define en relación al propósito de un pavimento construido, esto es, proveer un viaje confortable, seguro y suave a los usuarios. Durante este ciclo el pavimento inicia su vida en una condición perfecta hasta alcanzar una condición mala” (Leguía & Pacheco, 2016, p. 33).

z) 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” (Reinoso, 2013, p. 728).

aa) Tránsito

“Conjunto de desplazamientos de personas, vehículos y animales por las vías terrestres de uso público (Circulación)” (MTC, 2018, p. 22).

bb) Velocidad de diseño

“Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto” (MTC, 2018, p. 23).

cc) Vía urbana

“Arterias o calles conformantes de una red vial de una ciudad o centro poblado” (MTC, 2018, p. 23).

2.5 Formulación de la hipótesis

a) Hipótesis general

Si se determina la estructura del pavimento flexible por medio del método AASHTO 93 comparándolo con el método del Instituto del Asfalto entonces se podrá proponer el óptimo diseño del pavimento en el sector oeste del A. H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo –Perú.

b) Hipótesis específicas

- Determinando los espesores de la estructura utilizando el método AASHTO 93 en comparación con el método del Instituto del asfalto se obtiene

el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.

- Determinando el costo de la estructura utilizando el método AASHTO 93 en comparación con el método del Instituto del asfalto se obtiene el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.

- Determinando la durabilidad de la estructura utilizando el método AASHTO 93 en comparación con el método del Instituto del Asfalto se obtiene el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Orientación:

Según la orientación la investigación es de tipo aplicada, porque tiene como propósito solucionar un determinado problema.

Diseño de investigación:

La investigación de acuerdo al tipo de diseño es de: intervención - cuasi experimental, por una parte, se usó muestras de campo para realizar ensayos y por otra parte, se usaron manuales, guías y normas para su elaboración.

Nivel de investigación:

El nivel de investigación es descriptiva comparativa, porque se usaron cuadros comparativos de los resultados utilizando ambos métodos mencionados.

Enfoque:

El tipo de estudio es de enfoque cuantitativo, para determinar las variables se midieron estos mediante ensayos de laboratorio; también, hay datos numéricos y estadísticos para posteriormente, con métodos se establezcan conclusiones que consoliden la hipótesis.

3.2 Variables y definición operacional

3.2.1 Variables

Para este estudio se identificó la variable dependiente e independiente y son:

Variables Independientes:

- Método AASHTO 93.
- Método del Instituto del Asfalto.

Variable Dependiente: Optimizar el diseño del pavimento flexible.

3.2.2 Definición operacional

Tabla 20. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN (SUB VARIABLES)	INDICADORES
- Método AASHTO 93 - Método del Instituto del Asfalto	Metodologías para el diseño de espesores de la estructura de capas del pavimento.	- Estudio de tráfico y cargas. - Estudio de mecánica de suelos. - Estudio climatológico y pluviométrico.	- Ejes Equivalentes (ESAL/EAL) - CBR - TMAA (°C)
Optimización del diseño del pavimento flexible	Vías en condiciones transitables para el paso de vehículos livianos y pesados.	- Costos - Estructura - Durabilidad	- Análisis de precios unitarios, presupuesto. - Espesores de capas: sub base, base y carpeta asfáltica. - Resistencia, vida útil.

Elaborado por el autor

3.3 Población y muestra

La población tomada en cuenta para el presente estudio fueron todas las vías sin pavimentar, comprendidas en el sector oeste del A.H. San Lorenzo,

desde la Av. Mariano Cornejo del distrito de José Leonardo Ortiz- Chiclayo - Lambayeque, y abarca 5,020 m (5.02 km).

La muestra es la misma que la población y corresponde todas las vías sin pavimentar, comprendidas en el sector oeste del A.H. San Lorenzo, desde la Av. Mariano Cornejo del distrito de José Leonardo Ortiz- Chiclayo - Lambayeque.

3.4 Técnicas de recolección de datos

Se ha empleado las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

- Levantamiento topográfico, donde se usaron libreta de campo, barrena, teodolito electrónico o estación total, GPS map 60CSx y winchas para medidas.
- Estudio de tráfico y cargas, se realizó a través de la observación (conteo de vehículos) y medición con los formatos del MTC.
- Estudio de mecánica de suelos, donde se ha tomado muestras de suelo para los ensayos con el uso de equipos de laboratorio, además se utilizó libreta de campo, muestradores, bolsa de polietileno, tamices, probetas, moldes Proctor, balanzas electrónicas, máquina de abrasión y estufas.
- Estudio de cantera y fuente de agua, donde los análisis se basaron en la Norma Técnica Peruana y del MTC, a través de ensayos en laboratorio especializado.
- Estudio climatológico y pluviométrico, donde se tomaron datos estadísticos de los últimos años, respecto al régimen de precipitaciones y medioambientales de la zona de estudio.
- Se tomó en cuenta procesos constructivos en relación a los pavimentos flexibles utilizados en proyectos (expediente técnicos o perfiles de preinversión) y lo que representan al momento de su ejecución.

- Información que se obtuvo por parte de la entidad municipal como formatos, planos catastrales y referencias del área del proyecto fue importante para la elaboración del presente estudio.

En resumen, los principales materiales y herramientas para la recolección de datos fueron:

- Mapas y planos distritales con coordenadas UTM
- Computadora instalados software de diseños viales.
- Cámara digital fotográfica.
- Instrumentos señalados para los estudios básicos como la topografía y mecánica de suelos.

3.5 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

Las técnicas de procesamiento de la información obtenida de la recolección de datos son: hoja de cálculo de Microsoft Excel y el uso de programas para el diseño.

Se elaboró tablas y gráficos estadísticos y comparativos acerca de los métodos y ensayos que se utilizaron en este estudio.

Por medio de los datos procesados se podrá conocer los motivos por los cuales el tránsito vehicular de área de estudio es afectado por el mal estado de las vías.

CAPÍTULO IV DESARROLLO

4.1 Aplicación del método AASHTO 93

a) Periodo de diseño

Se adoptó un periodo de diseño de 10 años y un periodo de análisis de 20 años.

Tabla 21. Selección del periodo de diseño

Tipo de facilidad vial	Periodo de (en años)	
	análisis	diseño
De bajo volumen ° pavimentada con asfalto	15 – 25	5-12

Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

b) ESAL de diseño

Del estudio de tráfico y cargas se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 22. Número de ESAL obtenido

N° ESALs	866347.79
W18	8.66E+05

Elaborado por el autor

c) Nivel de Confiabilidad (R)

Tabla 23. Nivel de confiabilidad elegida

Clasificación funcional de la vía	Nivel recomendado de confiabilidad (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Tomado de la AASHTO (1993).

Para el área de estudio se adoptó la siguiente confiabilidad:

$$R = 70\%$$

d) Desviación estándar Normal (ZR)

Tabla 24. Valor de desviación estándar normal elegida

Confiabilidad (R)	Valor de ZR
50	- 0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

$$ZR = -0.524$$

Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

e) Desviación estándar combinado (So)

Tabla 25. Valores de desviación estándar combinado elegida

Condición	Pavimento Rígido	Pavimento Flexible
En construcción nueva	0.35	0.45
En sobrecapas	0.39	0.49

Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

$$So = 0.45$$

f) Índice de serviciabilidad o servicapacidad (ΔPSI)

Serviciabilidad Inicial (P_o)

$P_o = 4.5$ en pavimento rígido
 $P_o = 4.2$ en pavimento flexible



$P_o = 4.2$

Serviciabilidad Final (P_t)

✓ Autopistas urbanas, interurbanas y troncales de tránsito normal:

$$P_t = 2.0 - 2.5$$



$$P_t = 2.0$$

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

g) Determinación del módulo resiliente de la subrasante

De los resultados del estudio de mecánica de suelos se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 26. Resultados de C.B.R del laboratorio

C.B.R. AL (95% D.M.S)
5.40
7.10

Elaborado por el autor

El MTC recomienda que cuando se tenga menos de 06 valores de CBR y si estos son parecidos tomar el promedio y si son diferentes tomar el valor más bajo (critico):

$$C.B.R = 5.40$$

$$Mr = 2555 * CBR^{0.64}$$

$$Mr = 2555 * 5.40^{0.64}$$

$$Mr = 7518.36 \text{ psi}$$

h) Determinación de los coeficientes estructurales de capa (a1, a2, a3)

Del estudio de cantera y fuente de agua se obtuvo en laboratorio los siguientes indicadores:

Tabla 27. Resultados del laboratorio de C.B.R de agregados

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE N°	PENETRACIÓN	LBS/PULG 2	N° DE GOLPES	C.B.R. (%)	D.M. SECA
33	0,1 "	873.77	56	87.38	2.22
21	0,1 "	633.19	25	63.32	2.15
45	0,1 "	377.51	12	37.75	2.09

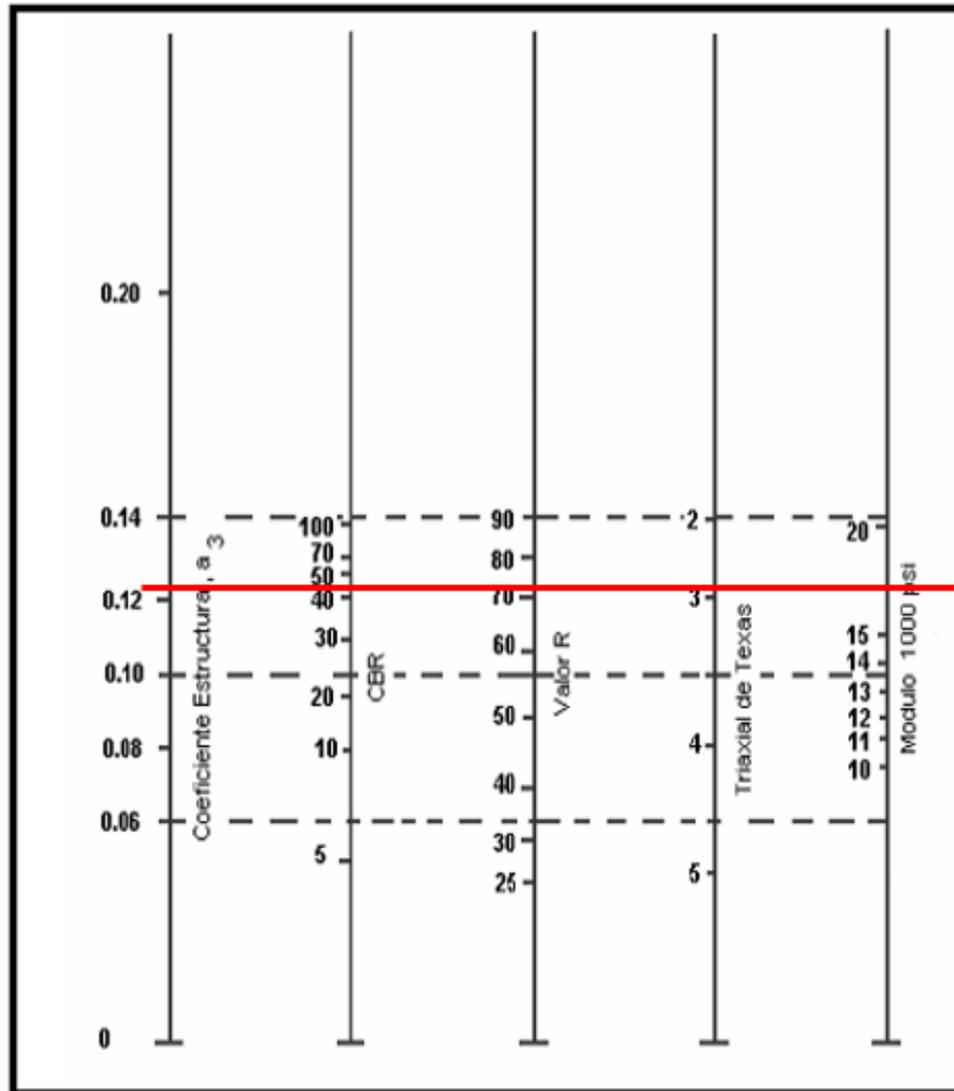
ENBEBIDO	EXPANSION	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	CBR 100%	CBR 95%
04 Días	0.24%	0,1 "	6.88%	2.22 Gr/cc	2.11 Gr/cc	87.38%	44.20 %

Fuente: Estudio de cantera de la presente tesis

Para la determinación del a_1 , a_2 y a_3 se emplearán los ábacos que la guía de diseño AASHTO 93 recomienda.

CBR 0.1” al 95% DMS subbase granular = 44.2%

Figura 20. Elección del coeficiente estructural de la sub base granular “ a_3 ”



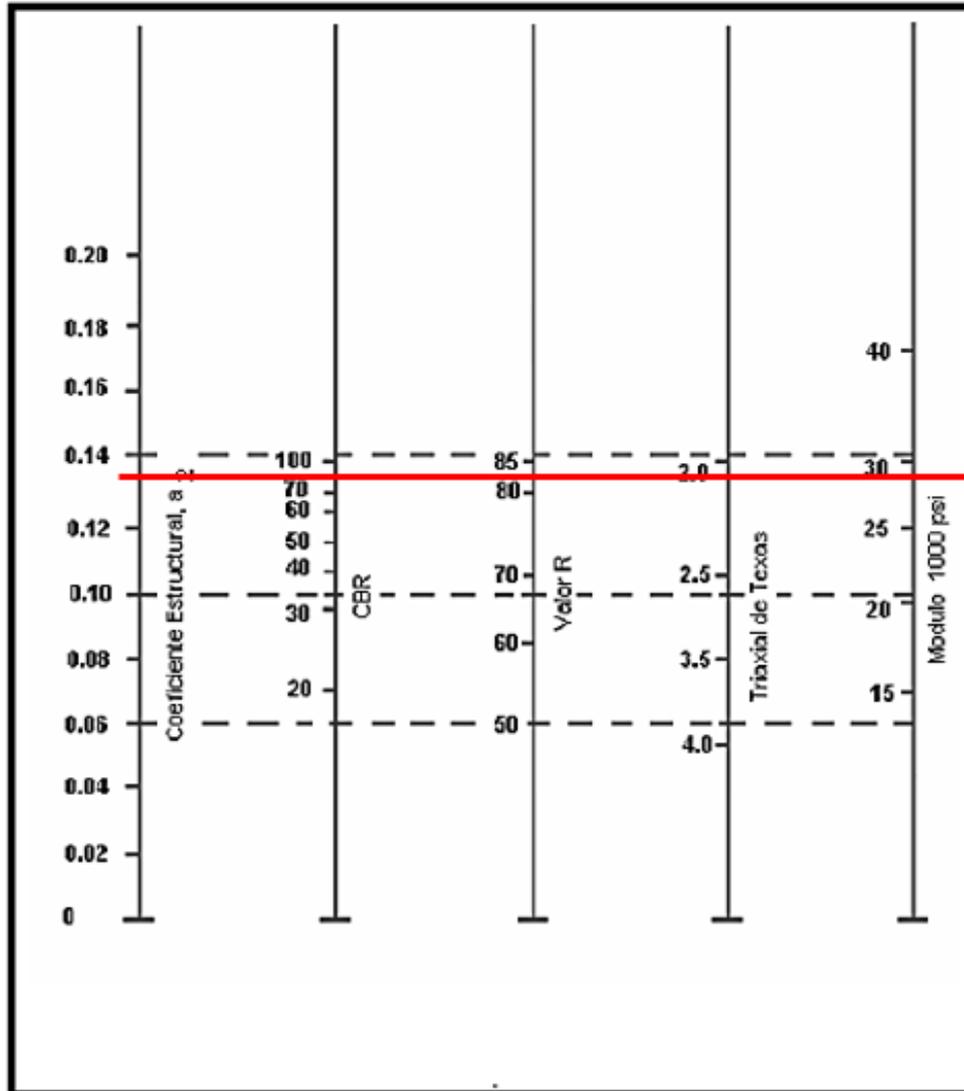
Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

Mr subbase= 17200 psi

a_3 = 0.123

CBR 0.1” al 100% DMS Base granular = 87.38%

Figura 21. Elección del coeficiente estructural de la base granular “a2”.



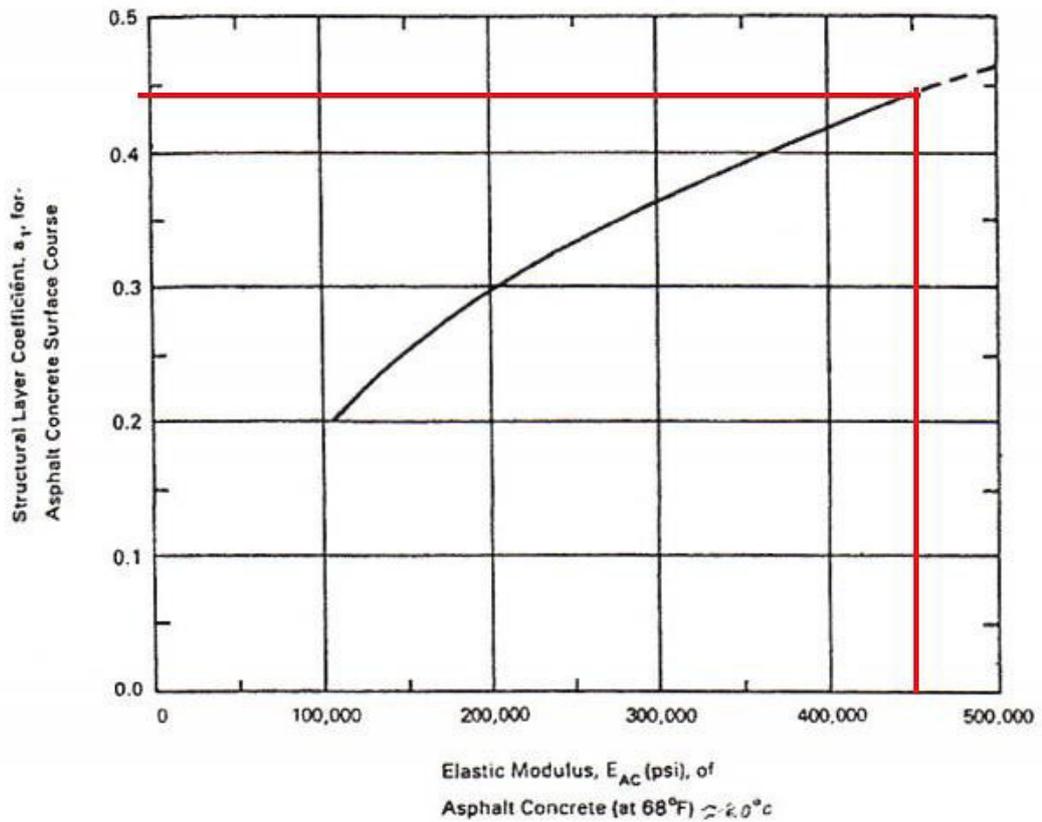
Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

Mr base= 29000 psi

a₂= 0.134

El siguiente ábaco relaciona el coeficiente estructural a₁ con el modulo elástico del concreto asfáltico.

Figura 22. Elección del coeficiente estructural de la carpeta asfáltica “a1”.



Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

Modulo elástico del concreto asfáltico:

$E_c=450000$ psi

$$a_1 = 0.44$$

i) Determinación de los coeficientes de drenaje (m2 y m3)

Se adoptó con criterio tomar el valor de 1 semana en tiempo de remoción del agua.

Tabla 28. Tiempo de agua en drenar

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO DE REMOCION DEL AGUA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1mes
Malo	agua no tratada

Elaborado por el autor

En base al estudio climatológico y pluviométrico se determinó que la zona de estudio y toda la región Lambayeque se considera que llueve 03 meses al año (periodo conservador), donde pertenece a una región seca (precipitación menor a 400 mm/año), estará expuesto a condiciones de saturación en:

$$03 \text{ meses}/12 \text{ meses} = 0.25 = 25\%$$

$$\text{Porcentaje de Exposición a saturación} = (25/ 365)*100 = 6.85\%$$

Tabla 29. Coeficiente de drenaje escogido

Capacidad de Drenaje	% de tiempo en el que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación.			
	Menos del 1 %	1 a 5 %	5 a 25 %	Más del 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Malo	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Muy malo	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

$$m_2 = m_3 = 1.00$$

j) Dimensionamiento de la Estructura – Pavimento Flexible

$$\log W_{18} = Z_R(S_o) + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{2.15}}} + 2.32 \log Mr - 8.07$$

- ✓ Resolviendo la fórmula a través del programa de Ecuación AASHTO 93 del Ing. Luis Ricardo Vásquez Varela.

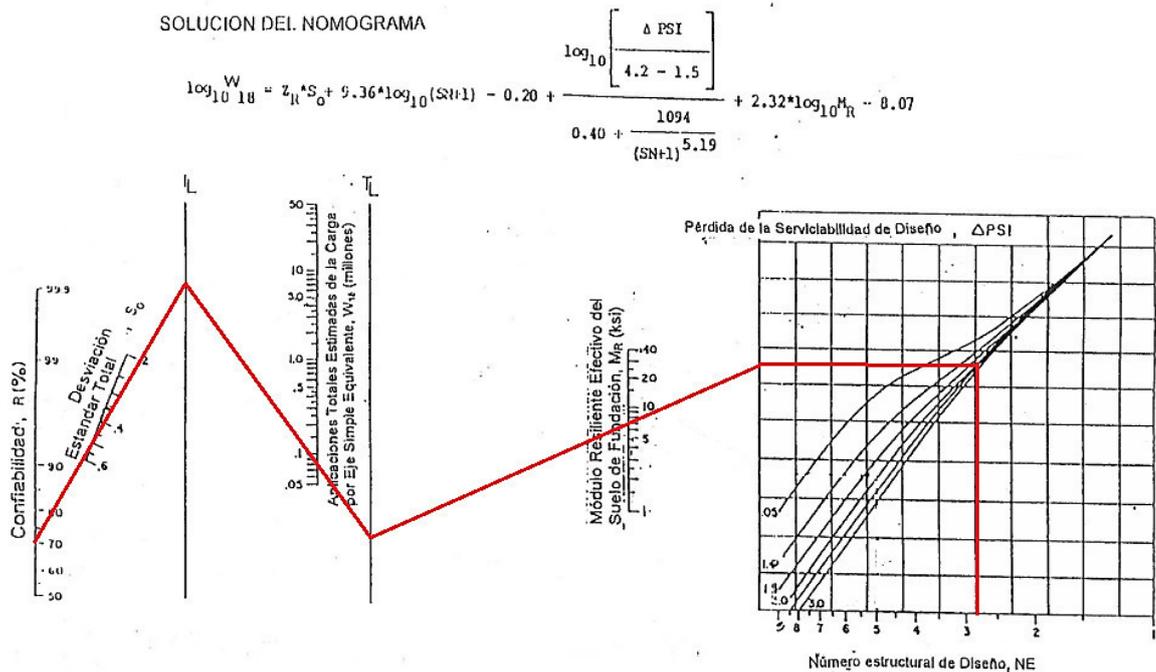
Figura 23. Resultado del Numero estructural (SN) del programa

Fuente: Imagen del cálculo realizado con el Programa Ecuación AASHTO 93.

$$\boxed{SN = 2.89}$$

✓ Resolviendo la fórmula a través del nomograma del AASHTO.

Figura 24. Nomograma de diseño AASHTO para obtener el número estructural (SN)



Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

El valor estimado que se obtiene del nomograma está dentro del rango de 2.85 a 2.90, por lo que se tomará el valor obtenido por el programa (2.89).

CÁLCULO DE LOS ESPESORES (ANÁLISIS POR CAPA)

En el siguiente cuadro, se muestran los parámetros considerados para el diseño.

Tabla 30. Parámetros obtenidos por el método AASHTO 93

Periodo de diseño	10 años
Número de cargas de 18,000 lb previstas (W18)	866,347.79
Confiabilidad (R)	70%
Desviación normal estándar (Zr)	-0.524
Desviación estándar total (So)	0.45
Indice de serviciabilidad inicial (Po)	4.2
Indice de serviciabilidad final (Pt)	2
Pérdida de serviciabilidad (ΔPSI)	2.2
Módulo resiliente de la subrasante (Mr subrasante)	7,518.36 psi
Módulo elastico del concreto asfaltico (EAC=Mr)	450,000 psi
Coficiente de capa del concreto asfaltico (a1)	0.44
Módulo de la base granular (Mr base)	29,000 psi
Coficiente de capa de la base granular (a2)	0.134
Coficiente de drenaje de la base granular (m2)	1.00
Módulo de la subbase granular (Mr sub base)	17,200 psi
Coficiente de capa de la subbase granular (a3)	0.123
Coficiente de drenaje de la subbase granular (m3)	1.00
Número estructural (SN)	2.89

Elaborado por el autor

Considerando el análisis de diseño por capas, debe cumplirse con los mínimos espesores:

Tabla 31. Espesores mínimos elegidos por el método AASHTO 93

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

Fuente: Tomado de la AASHTO (1993)

La AASHTO advierte, no obstante que estos mínimos valores pueden ser variados de acuerdo a las condiciones locales y la experiencia en la parte técnica de cada entidad.

Se reemplazará en la siguiente formula:

$$SN = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3$$

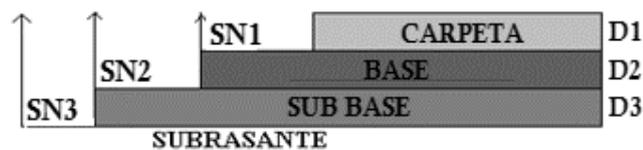
Comprobamos con el espesor mínimo:

$$2.89 = 0.44 * 3 + 0.134 * 1.00 * 6 + 0.123 * 1.00 * D_3$$

$$D_3 = 6.2 \geq 6" \text{ (mínimo) OK}$$

Se calcula el SN para cada capa del pavimento, para ello se hace uso del programa: Ecuación AASHTO 93.

Figura 25. Estructura del pavimento flexible en base al SN



Elaborado por el autor

Figura 26. Determinación de SN de carpeta asfáltica, con Mr Base

Fuente: Imagen del cálculo realizado con el Programa Ecuación AASHTO 93

$$SN_1 = 1.75$$

Figura 27. Determinación de SN de carpeta asfáltica + base. Se calcula con el Mr Sub base

Fuente: Imagen del cálculo realizado con el Programa Ecuación AASHTO 93

$$\text{SN}_2 = 2.14$$

Figura 28. Determinación de SN de carpeta asfáltica+ base + sub base, se calcula con Mr Sub-rasante.

Fuente: Imagen del cálculo realizado con el Programa Ecuación AASHTO 93

$$\text{SN}_3 = 2.89$$

• **Cálculo del espesor de carpeta asfáltica**

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

$$D_1 = 1.75/0.44 =$$

D1= 3.98 " Si cumple con los espesores mínimos
 se considera D1*= 4 "

Según el cuadro de espesores mínimos de la Guía AASHTO 93, se concluye que se cumple con los requisitos de espesores mínimos. Debido a la aproximación del espesor se corrige el SN1

SN1* = a1xD1* Se verifica lo anterior:

SN1* =	1.76	≥	1.75	_OK	⇒	$a_1 D_1^* \geq SN_1$
--------	------	---	------	-----	---	-----------------------

• **Cálculo del espesor de la base**

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$$

D2 = (2.14 - 1.76) / (0.134 * 1.00)
 D2 = 2.84 " No cumple con el espesor mínimo
 se considera: D2* = 6 "

$$SN_1^* \geq SN_1$$

Del resultado anterior se observa que no se cumple con el espesor mínimo permitido, por tal razón se incrementa D2* = 6" para cumplir con el espesor mínimo establecido por la Norma; corrigiéndose el SN2 :

SN2* = D2* x a2 x m2 Se verifica lo anterior:

SN2* =	0.80	≥	2.14	_OK	⇒	$SN_1^* + SN_2^* \geq SN_2$
--------	------	---	------	-----	---	-----------------------------

• **Cálculo del espesor de la SubBase**

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 m_3}$$

D3 = (2.89 - 1.76 - 0.80) / (0.123 * 1.00)
 D3 = 2.65 "
 se considera: D3* = 6 "

SN3* = D3* x a3 x m3

SN3* =	0.7	SN=2.89
--------	-----	---------

Verificando el SN* total, se tiene que:

SN* ≥ SN = SN1* + SN2* + SN3* ≥ SN =

3.30	≥	2.89
------	---	------

 OK

Para optimizar el diseño, se propone mantener el espesor de la capa de concreto asfáltico a su dimensión obtenida de 4 pulg y no reducirla a su espesor mínimo, esto con el objetivo de que la estructura sea mas durable.

Figura 29. Distribución de alturas de las capas por el Método AASHTO 93



K) Paquete estructural considerando un mejoramiento de subrasante

Según el MTC (2014), nos dice:

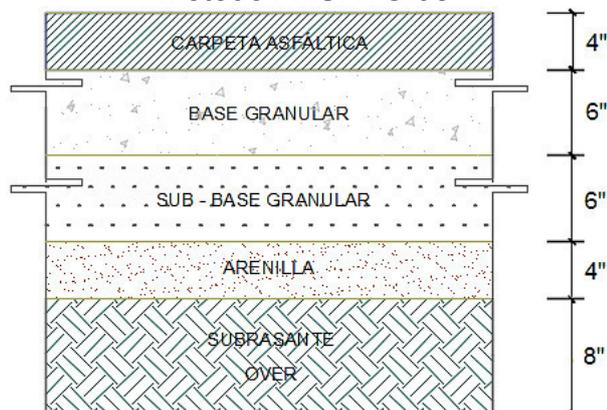
“El suelo debajo del nivel superior de la sub rasante tenga un CBR < 6% (sub rasante pobre o subrasante inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual el ingeniero responsable analizará según la naturaleza del suelo alternativas de solución” (p. 21).

El CBR tomado para este método fue de 5.40%, además por lo señalado en el estudio de mecánica de suelos sobre el terreno de fundación (En anexos), se procederá a mejorar la subrasante.

Se deben tener un CBR >30%, al 100% de la MDS del Próctor Modificado (MTC E 115-ASTM D 1557). El ensayo de granulometría deberá indicar el porcentaje de piedras mayores a 3” y el tamaño máximo.

El mejoramiento se dará con la colocación uniforme de una capa de OVER con un diámetro máximo de piedra de 6”. Adicionalmente, se usará una capa anticontaminante de arena de 4” sobre la subrasante.

Figura 30. Propuesta del Pavimento Flexible por el Método AASHTO 93



4.2 Aplicación del método del Instituto del Asfalto

a) Periodo de diseño y análisis

Se adoptó un periodo de diseño de 10 años y un periodo de análisis de 20 años.

b) EAL de diseño

Del estudio de tráfico y cargas se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 32. Número de EAL obtenido

total EAL	1190916.60
EAL	1.19E+06

Elaborado por el autor

d) Determinación del módulo resiliente de la subrasante

El módulo resiliente de diseño de la subrasante se define utilizando los valores de la siguiente tabla de percentil del diseño (%) en relación al nivel de tráfico ya obtenido.

Tabla 33. Numero Percentil del CBR en base al EAL

Nivel de tráfico (EAL)	Percentil de diseño (%)
10 ⁴ ó menos	60
Entre 10 ⁴ y 10 ⁶	75
10 ⁶ ó mas	87.5

Fuente. Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

Sólo se cuenta con dos ensayos de CBR, obtenidos en laboratorio:

Tabla 34. C.B.R. obtenidos del proyecto

C.B.R. AL (95% D.M.S)
5.40
7.10

Elaborado por el autor

PUESTO	CBR	Mr
1	7.1	73.43
2	5.4	55.85

Donde:

n: numero de datos 2

$P_{87.5} = 1.875$ (puesto que ocupa)

Interpolando o usando la formula +PERCENTIL(7.1:5.4,0.875) en Excel se obtiene:

Al 87.5% CBR % DISEÑO= 6.89

Usando las siguientes formulas:

$$MR = 10.342 * CBR(MPa)$$

$$MR = 1,500 * CBR(psi)$$

$$Mr = 10.342 * 6.89 \rightarrow Mr = 71.26 \text{ Mpa}$$

$$Mr = 1,500 * 6.89 \rightarrow Mr = 10,335 \text{ psi}$$

e) Condiciones Ambientales de Temperatura

De los datos obtenidos del estudio climatológico y pluviométrico en la región Lambayeque, se puede estimar la temperatura del aire promedio anual (TMAA) que es de 20.8°C, con una mínima de 18.6°C y una máxima de 24.8°C.

Tabla 35. Selección de la Calidad de Asfalto

Condición de temperatura	Calidades de Asfalto *	
Fría, temperatura promedio anual del aire $\leq 7^{\circ}\text{C}$ (45°F)	CA-5, AR-2000, 120/150 pen.	CA-10 AR-4000 85/100 pen.
Caliente, temperatura promedio anual del aire entre 7°C (45°F) y 24°C (75°F)	CA-10 AR-4000 85/100 pen.	CA-20 AR-8000 60/70 pen.
Caliente, temperatura promedio anual del aire $\geq 24^{\circ}\text{C}$ (75°F)	CA-20 AR-8000 60/70 pen.	CA-40 AR-16000 40/50 pen.

* Las emulsiones asfálticas de escenas medio (MS) y lento (SS) son usadas en mezclas de base de emulsión asfáltica. Estas pueden ser de dos tipos: catiónico (ASTM D 2397 ó AASHTO M 208) ó aniónico (ASTM D 977 ó AASHTO M 140).

La calidad de la emulsión asfáltica es seleccionada principalmente en base a su habilidad de cubrir al agregado satisfactoriamente. Esto es determinado con ensayos de cubrir y estabilizar (ASTM D 244, AASHTO T 59). Otros factores importantes en la selección es la disponibilidad de agua en el lugar de trabajo, el tiempo anticipado en el momento de construcción, el proceso mezclado a ser usado y el tiempo de curado.

Fuente: Editado de Piscoya y Nanfuñay (2016)

Según la tabla anterior, en la zona de investigación es de clima caliente, le corresponde una condición entre 60°F y 75°F, pudiéndose optar por la calidad de asfalto CA-20, AR-8000 PEN 60/70.

En la tabla siguiente se muestra el TMAA para obtener los espesores de la estructura del pavimento flexible con este método.

Tabla 36. Temperatura media anual del aire elegido

Temperatura Media Anual del Aire	Efecto de la Helada
< 7 °C (45 °F)	Si
15.5 °C (60 °F)	Posible
> 24 °C (75 °F)	No

Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

Se utilizará las cartas de diseño que tienen un TMAA= 15.5°C (60°F) y 24°C (75°F).

f) Tipos de bases

Para el diseño del pavimento se empleó base de agregados no tratados

g) Dimensionamiento de la estructura – pavimento flexible

En el siguiente cuadro, se muestran los parámetros considerados para determinar los espesores de la estructura del pavimento flexible.

Tabla 37. Parámetros obtenidos por el Método del Instituto del Asfalto

Periodo de diseño	10 años
Temperatura media anual del aire (TMAA)	18.6°C y 24.8°C
EAL de diseño	1,190,916.60
Módulo de resiliencia de la subrasante (Mr)	10,335 psi
Tipo de base Agregado	no tratado

Elaborado por el autor

El espesor mínimo recomendado por el método del Instituto del Asfalto para el concreto tipo asfáltico, según EAL es de 5". Los espesores de concreto asfáltico requeridos sobre el espesor de la base granular se pueden leer directamente de las cartas.

Tabla 38. Espesor mínimo del concreto asfáltico recomendado

Tráfico EAL	Condición de Tráfico	Espesor Mínimo de Concreto Asfáltico
10 ⁴ o menos	Parques de estacionamiento de tráfico ligero, entradas de autos y caminos rurales	75 mm (3.0 in.)*
Entre 10 ⁴ & 10 ⁶	Tráfico medio del camión	100 mm (4.0 in.)
10 ⁶ ó más	Tráfico pesado del camión	125 mm (5.0 in.) o mayor

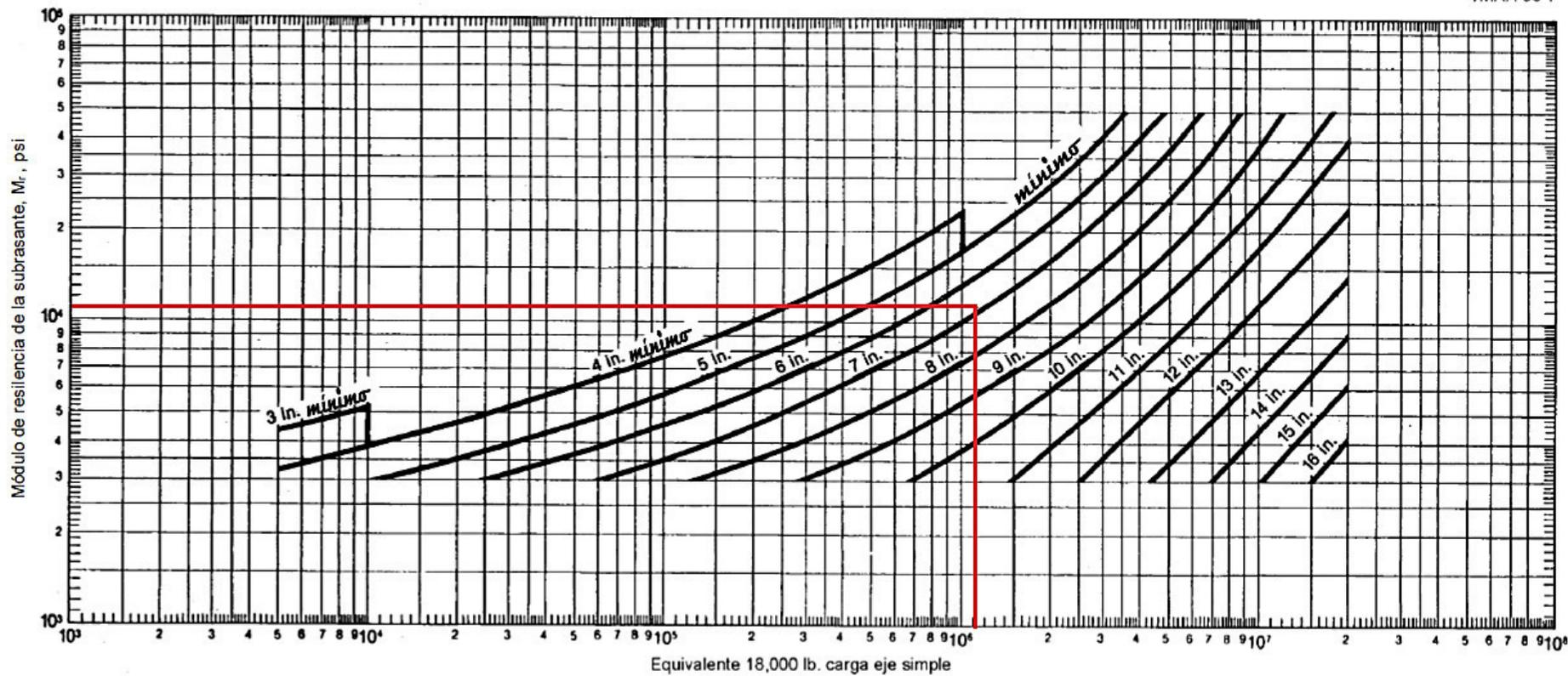
Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

h) Dimensionamiento de la estructura – pavimento flexible

- ✓ En la Figura 28, la carta de diseño A-29, corresponde a una TMAA de 60°F y base de agregados no tratados de 6" de espesor, se parte del eje horizontal con Equivalente 18,000 lb, carga eje simple de 1, 190,916.60 = 1.19×10^6 y del eje vertical con el módulo de resiliencia de la subrasante, Mr, en psi de 10,335 = 1.03×10^4 , donde ambos se interceptan en 7 pulg. de espesor para el concreto asfáltico.
- ✓ En la Figura 29, la carta de diseño A-30, que corresponde a una TMAA de 60°F y base de agregados no tratados de 12" de espesor, siguiendo el mismo procedimiento anterior se llega a la intercepción de 6 pulg. de espesor para el concreto asfáltico.
- ✓ En la Figura 30, la carta de diseño A-35, que pertenece a una TMAA de 75°F y base de agregados no tratados de 6" de espesor, siguiendo el mismo procedimiento anterior se llega a la intercepción de 8 pulg. de espesor para el concreto asfáltico.
- ✓ En la Figura 31, la carta de diseño A-36, que tiene una TMAA de 75°F y base de agregados no tratados de 12" de espesor, siguiendo el mismo procedimiento anterior se llega a la intercepción de 6 pulg. de espesor para el concreto asfáltico.

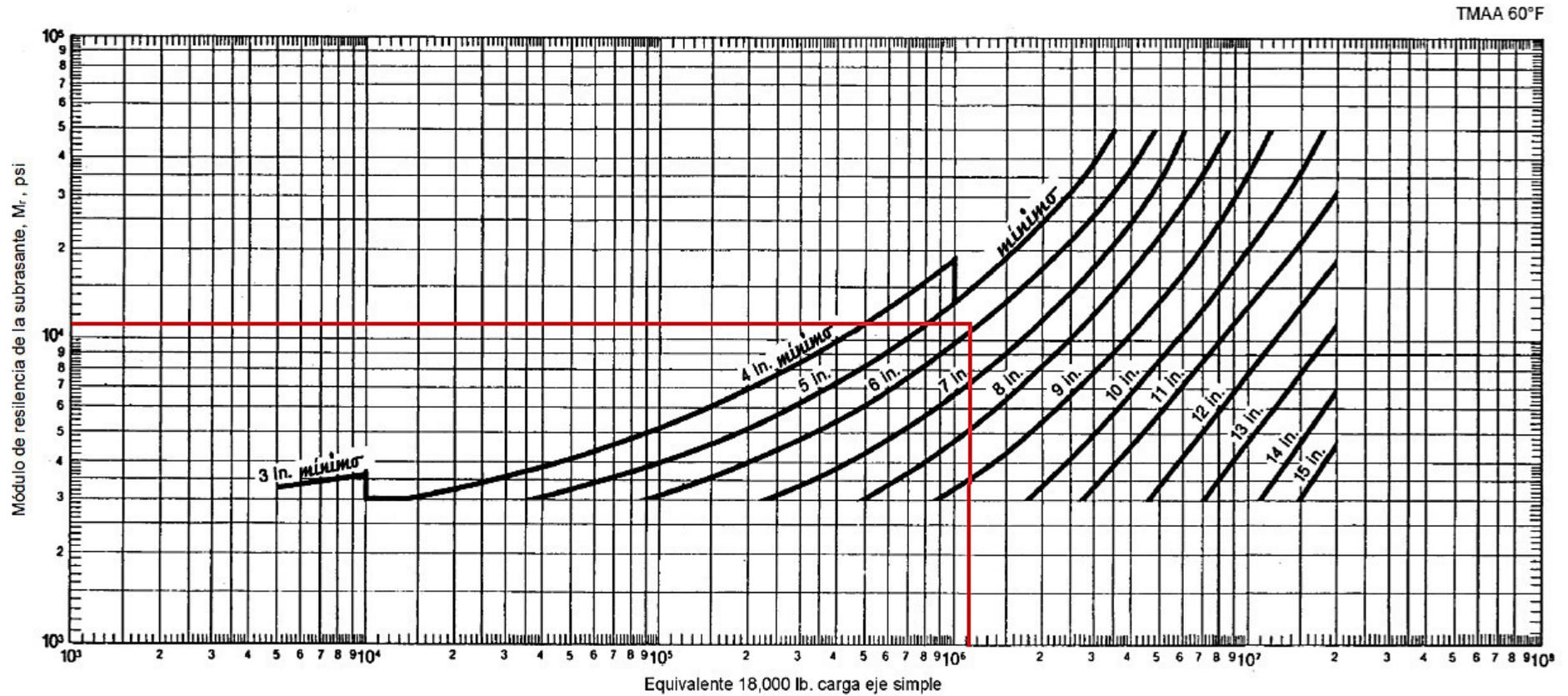
Figura 31. Carta A-29 -Base de agregados no tratados de 6" de espesor

TMAA 60°F



Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

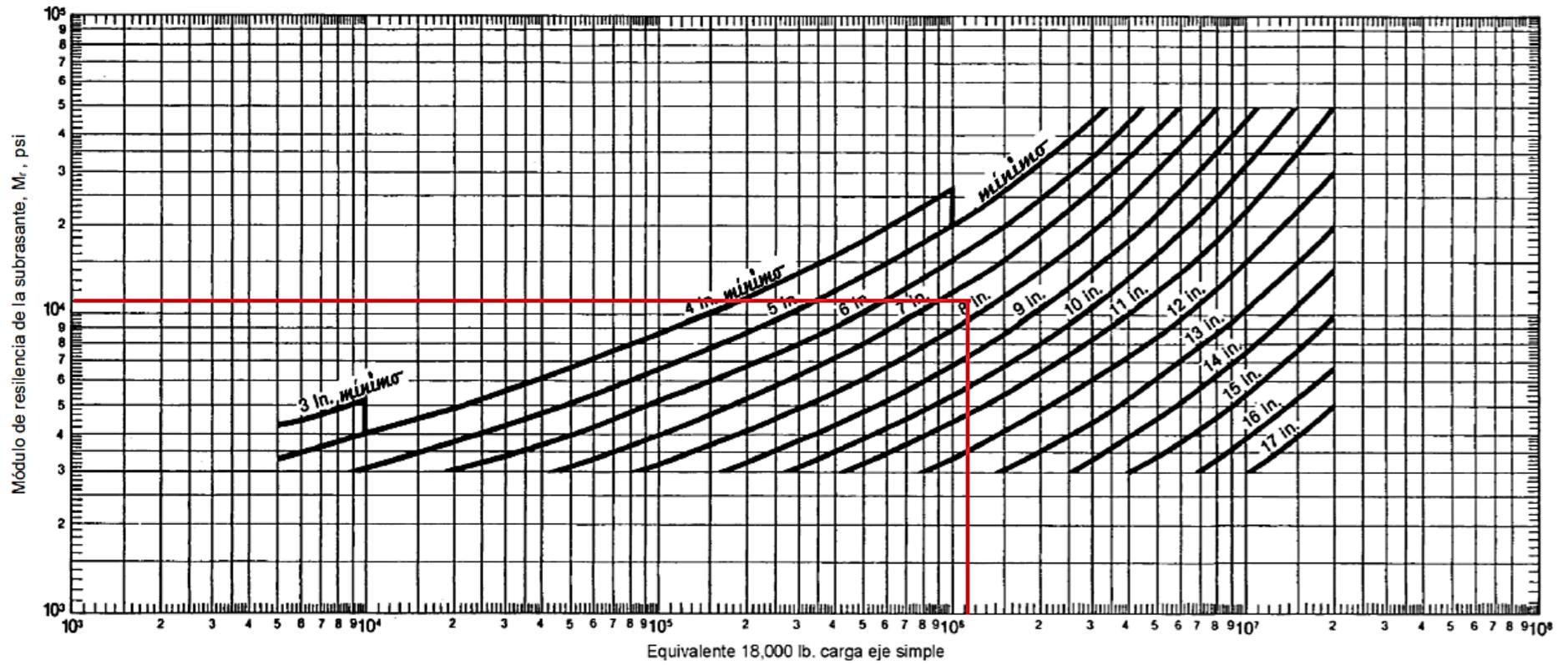
Figura 32. Carta A-30- Base de agregados no tratados de 12" de espesor



Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

Figura 33. Carta A-35 - Base de agregados no tratados de 6" de espesor

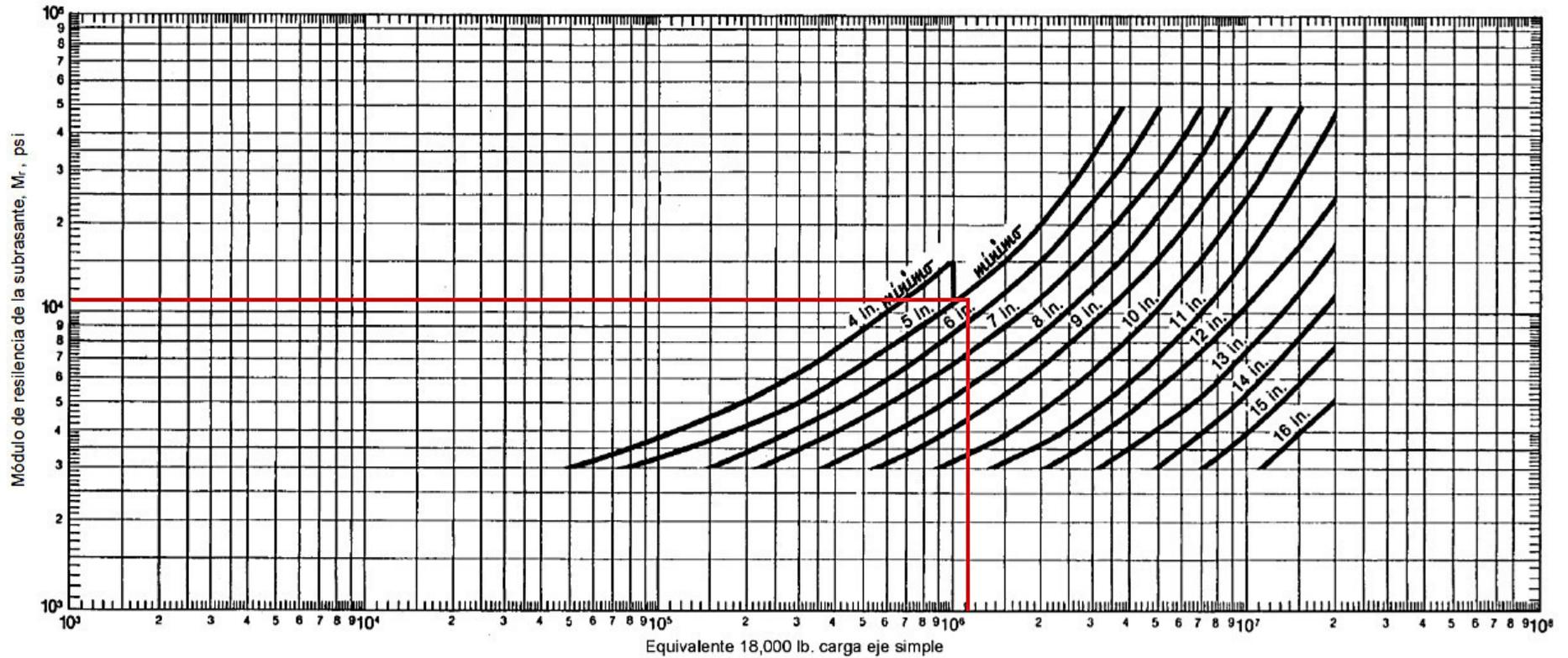
TMAA 75°F



Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

Figura 34. Carta A-36- Base de agregados no tratados de 12" de espesor

TMAA 75°F



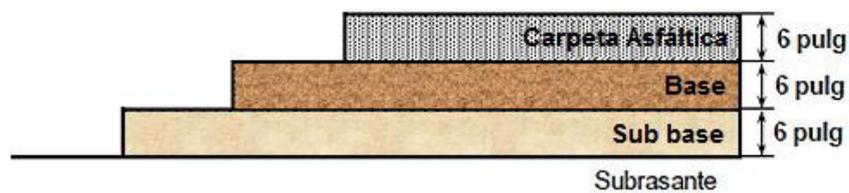
Fuente: Tomado del Instituto del Asfalto (1991)

Por lo expuesto anteriormente, se debe tener criterio al elegir con que base se diseñara, por lo que abarca su funcionalidad respecto a durabilidad; pero, sin dejar de lado la parte económica del diseño.

Alternativa elegida:

Para otorgarle mayor resistencia y durabilidad se usara capas granulares de 12" de espesor, se debe colocar 6" de concreto asfaltico. Para este caso, 6" de las 12" de capas granulares podran constituirse con material que presente las características de base y el resto con material apto para sub base.

Figura 35. Distribución de alturas de las capas por el Método del Instituto del Asfalto

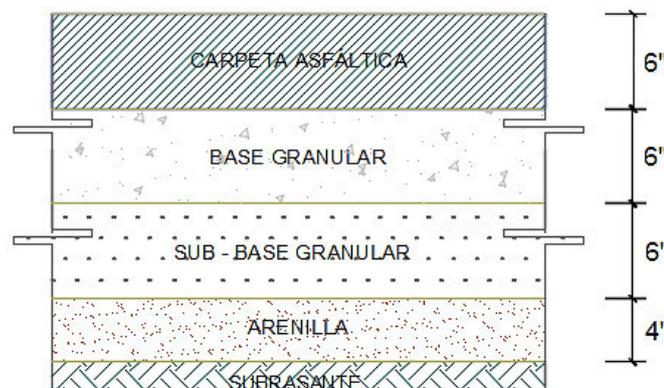


Elaborado por el autor

i) Paquete Estructural

Para este método, no es necesario el mejoramiento de la subrasante puesto que el CBR de diseño obtenido es de 6.89%, se encuentra dentro de lo recomendado por el MTC ($CBR \geq 6\%$) son suelos adecuados y estables. Se usará una capa anticontaminante de arenilla de 4" sobre la subrasante.

Figura 36. Propuesta del Pavimento Flexible por el Método del Instituto del Asfalto



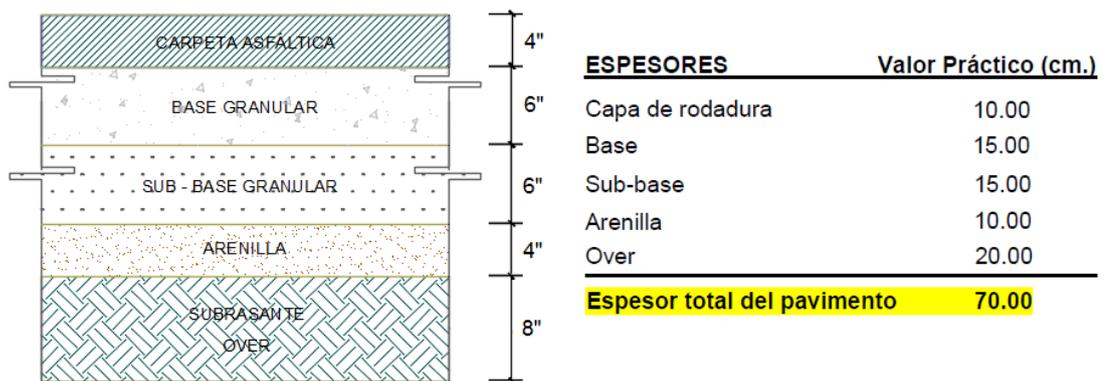
Elaborado por el autor

CAPÍTULO V RESULTADOS

5.1 Estructura del pavimento

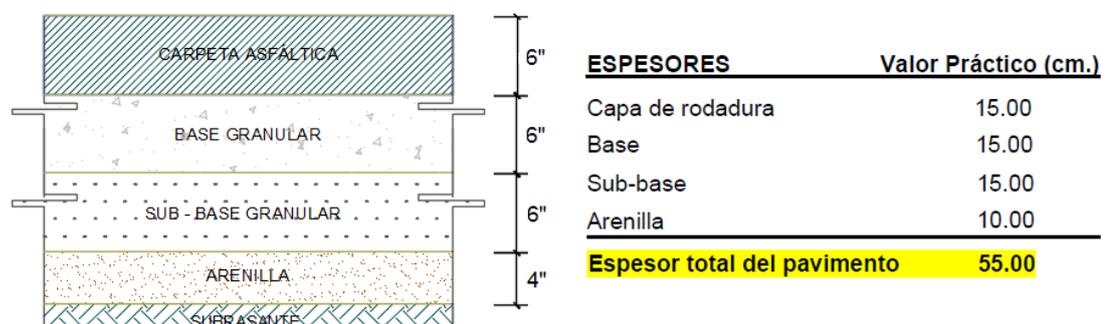
Espesores de las capas

Figura 37. Pavimento Flexible con el método AASHTO 93



Elaborado por el autor

Figura 38. Pavimento flexible con el método del Instituto del Asfalto



Elaborado por el autor

El pavimento flexible utilizando el método AASHTO 93 está por encima del método del Instituto del Asfalto, respecto al espesor total en un 27.28% de estructura (incluido la cama de apoyo de arenilla y el over en la subrasante).

5.2 Análisis económico

En este ítem se evaluará cuál de las opciones es la más económica y luego se hará una comparación de costos entre el método AASHTO 93 y el método del Instituto del Asfalto.

Para esto se realizó un análisis de precios unitarios de las partidas involucradas en la construcción del pavimento y posteriormente se elaboró un presupuesto. Los resultados se muestran a continuación.

5.2.1 Análisis de precios unitarios

A continuación, se muestran las principales partidas de los precios unitarios a emplear en el presupuesto de construcción del pavimento flexible.

Tabla 39. Partida: Corte de terreno natural

Partida	01.01		CORTE DE TERRENO NATURAL				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m3			7.39
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
014700032	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0200	21.95	0.44
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0200	17.59	0.35
014701004	PEON		hh	3.0000	0.0600	15.86	0.95
							1.74
	Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.74	0.05
034808008	TRACTOR DE ORUGAS 140-160 HP		hm	1.0000	0.0200	280.00	5.60
							5.65

Elaborado por el autor

Tabla 40. Partida: Eliminación de material excedente con equipo

Partida	01.02		ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5.0 KM				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3			13.92
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
014701003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0400	17.59	0.70
							0.70
	Equipos						
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.70	0.02
0348040028	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.		hm	2.0000	0.0800	120.00	9.60
0349040022	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3		hm	0.5000	0.0200	180.00	3.60
							13.22

Elaborado por el autor

Tabla 41. Partida: Perfilado y compactado de subrasante

Partida	01.03 PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			3.09
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0053	21.95	0.12	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.59	0.09	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0213	15.86	0.34	
0.55							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.55	0.02	
0348040029	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0053	130.20	0.69	
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0053	206.12	1.09	
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0053	139.26	0.74	
2.54							

Elaborado por el autor

Tabla 42. Partida: Capa Anticontaminante de arenilla

Partida	01.04 CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.10m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			9.07
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0053	21.95	0.12	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.59	0.09	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0213	15.86	0.34	
0.55							
Materiales							
0204000000	ARENA FINA	m3		0.2600	23.00	5.98	
5.98							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.55	0.02	
0348040029	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0053	130.20	0.69	
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0053	206.12	1.09	
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0053	139.26	0.74	
2.54							

Elaborado por el autor

Tabla 43. Partida: Mejoramiento de la Subrasante con Over (*)

Partida	01.05 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON OVER E=0.20 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,200.0000	EQ. 2,200.0000	Costo unitario directo por : m2			16.89
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0036	21.95	0.08	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0036	17.59	0.06	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0218	15.86	0.35	
0.49							
Materiales							
0205030008	PIEDRA CASCOTE DIAMETRO 6"	m3		0.2730	53.00	14.47	
14.47							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.49	0.01	
0337540012	NIVEL TOPOGRAFICO	HE	1.0000	0.0036	8.00	0.03	
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0036	206.12	0.74	
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0036	139.26	0.50	
0349040022	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	hm	1.0000	0.0036	180.00	0.65	
1.93							

Elaborado por el autor

* Partida incluida solo para el presupuesto con el método AASHTO 93

Tabla 44. Partida: Subbase granular

Partida	02.01	SUB BASE GRANULAR					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3			48.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0178	24.15	0.43	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	17.59	0.31	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0711	15.86	1.13	
1.87							
Materiales							
0205010000	AFIRMADO	m3		1.0000	38.00	38.00	
38.00							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.87	0.06	
0348040029	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0178	130.20	2.32	
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0178	206.12	3.67	
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0178	139.26	2.48	
8.53							

Elaborado por el autor

Tabla 45. Partida: Base granular

Partida	02.02	BASE GRANULAR					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			51.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0229	24.15	0.55	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	17.59	0.40	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0914	15.86	1.45	
2.40							
Materiales							
0205010000	AFIRMADO	m3		1.0000	38.00	38.00	
38.00							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.40	0.07	
0348040029	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0229	130.20	2.98	
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0229	206.12	4.72	
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0229	139.26	3.19	
10.96							

Elaborado por el autor

Tabla 46. Partida: Imprimación asfáltica

Partida	02.03	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			6.37
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	17.59	0.07	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0240	15.86	0.38	
0.45							
Materiales							
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0100	23.00	0.23	
0213000007	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gln		0.2620	16.95	4.44	
4.67							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01	
0348040030	CAMION IMPRIMADOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	hm	1.0000	0.0040	150.00	0.60	
0348080009	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	hm	1.0000	0.0040	160.00	0.64	
1.25							

Elaborado por el autor

Tabla 47. Partida: Carpeta asfáltica en caliente

Partida	02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 645.0000	EQ. 645.0000	Costo unitario directo por : m3		630.11	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0124	24.15	0.30	
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.0496	21.95	1.09	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0248	17.59	0.44	
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.0992	15.86	1.57	
						3.40	
	Materiales						
0213020003	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE (Inc. Traslado)	m3		1.3000	475.00	617.50	
						617.50	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.40	0.10	
0348010009	ESPARCIDORA DE ASFALTO VIBRO-ACABADORA 155 HP - 7m	hm	1.0000	0.0124	445.24	5.52	
0348080009	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	hm	1.0000	0.0124	160.00	1.98	
0348080010	RODILLO NEUMÁTICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TON	hm	1.0000	0.0124	130.10	1.61	
						9.21	

Elaborado por el autor

De esta manera, se tiene la siguiente tabla resumen de las partidas mostradas que servirán para establecer el diseño más económico en la construcción del pavimento flexible:

Tabla 48. Costo por partida en pavimentos flexibles

Partida	Unidad	Costo (\$/)
Corte de Terreno Natural	m3	7.39
Eliminación del Material Excedente	m3	13.92
Perfilado y Compactado de Subrasante	m2	3.09
Capa Anticontaminante e=0.10m	m2	9.07
Mejoramiento de la Subrasante con Over	m2	16.89
Sub Base Granular	m3	48.4
Base Granular	m3	51.36
Imprimación Asfáltica	m2	6.37
Carpeta Asfáltica en Caliente	m3	630.11

Elaborado por el autor

5.2.2 Metrados

Se realiza el metrado de las vías del sector oeste del A.H. San Lorenzo (En anexos), obteniendo las siguientes dimensiones que se resume a continuación:

Tabla 49. Dimensiones de las vías a pavimentar

Longitud	5.02	Km
Área	42,520	m2

Elaborado por el autor

Los espesores en metros del pavimento con el método AASHTO 93 se resumen a continuación:

Tabla 50. Espesores del pavimento - AASHTO 93

CAPAS	espesores (Pulg)	espesores (m)*
Carpeta Asfáltica	4	0.10
Base granular	6	0.15
Sub base granular	6	0.15

* Valores redondeados

Elaborado por el autor

Los espesores en metros del pavimento obtenido por el método del Instituto del Asfalto se describen en la siguiente tabla:

Tabla 51. Espesores del pavimento - Instituto del Asfalto

CAPAS	espesores (Pulg)	espesores (m)*
Carpeta Asfáltica	6	0.15
Base granular	6	0.15
Sub base granular	6	0.15

* Valores redondeados

Elaborado por el autor

5.2.3 Presupuesto

Con los precios unitarios obtenidos, se obtiene el costo directo para el pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo y se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 52. Presupuesto del pavimento flexible con el método AASHTO 93

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,993,768.52
01.01	CORTE DE TERRENO NATURAL	m3	29,764.00	7.39	219,955.96
01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5.0 KM	m3	38,693.00	13.92	538,606.56
01.05	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON OVER E=0.20 m	m2	42,520.00	16.89	718,162.80
01.04	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.10m	m2	42,520.00	9.07	385,656.40
01.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	42,520.00	3.09	131,386.80
02	PAVIMENTO				3,586,349.40
02.01	SUB BASE GRANULAR	m3	6,378.00	48.40	308,695.20
02.02	BASE GRANULAR	m3	6,378.00	51.36	327,574.08
02.03	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	42,520.00	6.37	270,852.40
02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	4,252.00	630.11	2,679,227.72
				Costo Directo	5,580,117.92
				Costo x ML	1,111.58

Elaborado por el autor

Tabla 53. Presupuesto del pavimento flexible con el método del Instituto del Asfalto

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,113,058.80
01.01	CORTE DE TERRENO NATURAL	m3	23,386.00	7.39	172,822.54
01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5.0 KM	m3	30,401.80	13.92	423,193.06
01.04	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.10m	m2	42,520.00	9.07	385,656.40
01.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	42,520.00	3.09	131,386.80
02	PAVIMENTO				4,925,963.26
02.01	SUB BASE GRANULAR	m3	6,378.00	48.40	308,695.20
02.02	BASE GRANULAR	m3	6,378.00	51.36	327,574.08
02.03	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	42,520.00	6.37	270,852.40
02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE	m3	6,378.00	630.11	4,018,841.58
				Costo Directo	6,039,022.06
				Costo x ML	1,202.99

Elaborado por el autor

Comentario:

La partida: Carpeta asfáltica en caliente, con el método del Instituto del Asfalto (S/. 4,018,841.58) es mayor que con el método AASHTO 93 (S/. 2,679,227.72), esto se debe a la diferencia de espesores de dichas capas.

Entonces el costo de construcción del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo, con ambos métodos es:

Tabla 54. Costo directo del pavimento flexible de ambos métodos

Pavimento flexible	Costo S/.
Método AASHTO 93	5,580,117.92
Método del Instituto del Asfalto	6,039,022.06

Elaborado por el autor

Figura 39. Comparación de costos: AASHTO 93 Vs. Instituto del Asfalto



Elaborado por el autor

El costo de la construcción del pavimento flexible diseñado con el método del Instituto del Asfalto es de S/ 6,039,022.06; costo mayor al diseñado con el método AASHTO 93 (S/ 5,580,117.92) por una diferencia de S/ 458,904.14 (8.22% más elevado).

5.3 Aspectos de durabilidad

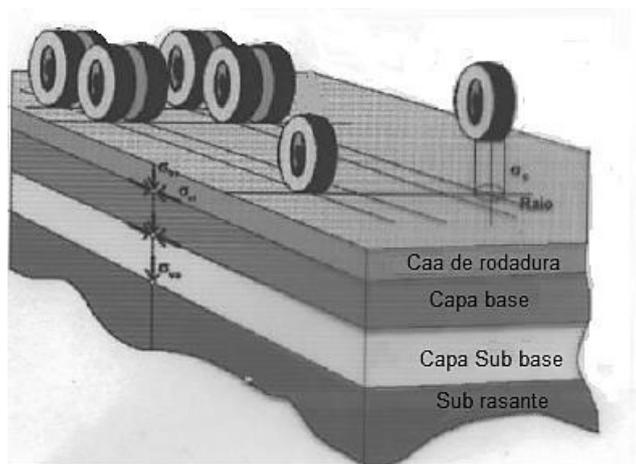
Un buen diseño de la estructura del pavimento flexible garantizará un correcto desempeño y durabilidad, además dependerá del proceso constructivo, calidad del material y mantenimiento permanente para cumplir el periodo de vida útil.

A continuación, se describe algunos aspectos en función a la durabilidad del diseño del pavimento flexible, que es importante analizarlo.

- El método del Instituto del Asfalto establece límites de deformaciones y esfuerzo en una estructura a fin de evitar ciertos tipos de fallas. Un ejemplo es como se describe en el estudio de tráfico y cargas, el periodo de diseño determinó el factor de crecimiento usado para los EE de diseño, obteniendo un aumento en el espesor de la carpeta asfáltica, es decir a mayor espesor de la carpeta asfáltica mayor será la durabilidad de la estructura, entonces trabaja a óptimas condiciones y la vida útil incrementa significativamente, en modelo de fallas es recomendable el método del Instituto del Asfalto.
- Cuando los materiales asfálticos se exponen a los elementos del medio ambiente tienen gradualmente un deterioro natural, y los materiales pierden rigidez y plasticidad. El método del Instituto del Asfalto incluye en sus variables el factor ambiental a través de TMAA, donde dispone que mezcla asfáltica emplear respecto a la temperatura de la zona, en el método del AASHTO 93 solo involucra el coeficiente de drenaje para estimar el tiempo que tarda el agua (de lluvia) para ser evacuada. Esto influye a la hora de un buen diseño para proyectar la durabilidad de la misma.

- A mayor espesor de la carpeta asfáltica mayor será la durabilidad de la misma en relación al periodo de diseño, recordar que esta no debe ser menor de 8 años, habitualmente el pavimento flexible suele tener una vida útil de 20 años. De los resultados obtenidos tanto por el método AASHTO 93 como el método del Instituto del Asfalto tienen una carpeta asfáltica bien proporcionada (un poco más el segundo método), también influye mucho el tema económico en la búsqueda del óptimo diseño.

Figura 40. Consideraciones de durabilidad en un pavimento



Performance o durabilidad

- Prevenir la aparición de fallas: fisuras, deniveles, ahuellamientos, exudación, corrugaciones, depresiones, baches, disgregación, etc.
- Ponderar la posibilidad de ocurrencia.

Fuente: adaptado de Huamán (s.f.)

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN

- En el método AASHTO 93, los espesores varían directamente con el módulo resiliente de la sub-rasante, y el ESAL de diseño. En el método del Instituto del Asfalto en sus cartas de diseño, no permite hacer uso de ellas cuando existe número EAL's menores a valores del orden 1000.
- El parámetro que se utiliza para determinar el tráfico por intermedio de los números de aplicaciones de ejes simples equivalentes a 80 KN o 8.2 Tn en el método AASHTO 93 se denomina ESAL, mientras que en el método del Instituto del Asfalto se le conoce como EAL.
- En los resultados al determinar los espesores del pavimento flexible se estableció no modificar las dimensiones de las capas obtenidas, ya que la práctica de reducir espesores de la base es rechazada por el instituto del Asfalto, debido que se incrementa el potencial de otros problemas en el pavimento.
- Sobre el porqué los espesores de la carpeta asfáltica resultaron ser muy amplios, se decidió no disminuir los espesores de dicha capa, por motivo que esta tesis busca optimizar la estructura del pavimento flexible, en funciones no solo económicas también de resistencia y durabilidad, escogiendo un periodo de diseño de 10 años, por lo que los resultados obtenidos han sido directamente del trabajo de campo y de los cálculos por los métodos ya nombrados.

- Para obtener el módulo resiliente de la subrasante, se determinó para el método AASHTO 93 tomar el valor más bajo de los dos valores de CBR obtenidos en los ensayos de laboratorio (5.40 %– 7.10 %) en base a lo dispuesto en la norma del MTC; no obstante para el método del Instituto del Asfalto se utilizó el método percentil.
- A diferencia del estudio realizado y descrito en antecedentes, de los autores Piscocoya y Nanfuñay, se pudo notar que el ESAL de diseño que obtuvieron con el método AASHTO, lo toman también para el método del Instituto del Asfalto, no siendo iguales, pues aparte que el carril de diseño es diferente se incluye el factor de ajuste de presión de los neumáticos este último método.

En el siguiente cuadro se resume la diferencia de ambos métodos de diseño:

Tabla 55. Comparativo de los Métodos de diseño para Pavimento flexible

AASHTO 93	INSTITUTO DEL ASFALTO
Este método considera mayores parámetros de diseño aparte del Esal de diseño y Mr del suelo, a comparación del método del Instituto del Asfalto.	Los espesores dependen básicamente de los resultados del módulo resiliente (Mr) de la subrasante y el EAL de diseño.
Los espesores de las capas varían dependiendo fundamentalmente del Mr de sub-rasante, y el número de ESAL.	Éste método en sus cartas o monogramas, no permite hacer uso de ellas cuando existen número de EAL's menores a valores del $1 \cdot 10^3$.
Tiene en consideración especial al suelo de fundación, y considera además coeficiente de drenaje para la estructura del pavimento.	Esta metodología proporciona ábacos de diseño, para los cuales existen combinaciones de capas, de acuerdo a la Temperatura Media Anual del Aire (TMAA).
Se puede recurrir a ábacos ecuaciones o programas de cálculos para obtener el número estructural (SN) que determine los espesores del pavimento.	Es más práctico a la hora de determinar los espesores de las diferentes capas del pavimento.
Resulta una opción adecuada y económica, al fijarse un espesor de carpeta asfáltica y poder variar espesores de la base y sub base granular, de acuerdo al SN requerido.	Este método es algo conservador respecto al elegir los espesores de las capas que sirven de apoyo a la capa de rodadura.
Busca optimizar costos de inversión de la estructura en función a beneficio/costo según el periodo de análisis.	Establece valores límites de esfuerzo y deformaciones en la estructura a fin de prevenir ciertos tipos de fallas.

Elaborado por el autor

CONCLUSIONES

1. En la aplicación de los métodos de diseño, se logró determinar que el espesor total de las capas de la estructura del pavimento con el método AASHTO 93 es mayor al del método del Instituto del Asfalto (en un 27.28%), considerando un mejoramiento de la subrasante.
2. Luego de evaluar los resultados económicos se concluyó que el costo directo de la construcción del pavimento flexible con el método AASHTO 93 es más económico en comparación con el método del Instituto del Asfalto en un 8.22% de diferencia.
3. De los conceptos y antecedentes de diferentes investigaciones, se obtuvieron la misma conclusión, respecto a la durabilidad de una estructura, es decir que a mayor espesor de la carpeta asfáltica mayor será su durabilidad; entonces, trabaja a óptimas condiciones, en ese sentido es recomendable el método del instituto del Asfalto.
4. En ambos métodos, los espesores del pavimento flexible dependen básicamente de los resultados del módulo resiliente de la subrasante y del ESAL de diseño producto del tráfico; un CBR del suelo de nivel pobre a regular demandara mayores espesores en su estructura y de igual forma a mayor número de ESAL, mayor será los espesores de la carpeta asfáltica.
5. Al realizar la comparación entre ambos métodos el autor concluye que el diseño óptimo de la estructura de pavimento flexible para el sector oeste del A.H. San Lorenzo, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, se obtiene con el método AASHTO 93, conformada por una carpeta asfáltica de 4", base granular de 6" y subbase granular de 6".

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que se siga investigando sobre las metodologías AASHTO 93 e Instituto del Asfalto, pero aplicados a otros lugares donde el clima, la congestión vehicular o el tipo de suelo sean factores que establezcan si son o no propicio utilizarse y además garanticen el mejor desempeño del pavimento.
2. Para futuros proyectos se tenga en consideración la realización de un adecuado estudio de tráfico, ya que en la experiencia se pudo observar que es un factor importante a la hora de obtener los espesores de la estructura del pavimento; esto con la finalidad de mejorar la calidad de tránsito y evitar daños prematuros en el pavimento.
3. Que alguna otra tesis se base en el diseño de pavimento flexible usando el método AASHTO 93 comparándolo con otra metodología y así poder comparar resultados respecto al óptimo diseño de una estructura.
4. Mejorar la subrasante cuando un suelo es de nivel insuficiente o pobre (CBR <6%) como estipula la norma del MTC, ya sea con remplazo del suelo de cimentación, estabilización mecánica, estabilización química, estabilización con geosintéticos, elevación de la subrasante, eligiendo lo más conveniente técnicamente y económicamente.
5. Tomar como referencia el presente estudio para un futuro proyecto en la zona de investigación, por parte de la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz o el Gobierno Regional de Lambayeque, pues se ha demostrado que el proyecto es viable.

FUENTES DE INFORMACIÓN

AASHTO (1993). *Guide for Design of Pavement Structures*, American Association of State and Highway Transportation Officials. Estados Unidos.

Arias, T. y Sarmiento, J. (2015). Análisis y diseño vial de la avenida Mártir Olaya ubicada en el distrito de Lurín del departamento de Lima. Lima: Perú. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Proyecto profesional para optar el título de Ingeniero civil.

Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte (1997). *Guía AASHTO, para el diseño de Estructuras de Pavimentos 1993*. Traducido por el Instituto para el desarrollo de los pavimentos en el Perú – IDPP. Lima, Perú.

Ayala, C. (2003). *Precisión en la actualización cartográfica aplicando segmentación dinámica*. Santiago - Chile: Universidad de Santiago de Chile. Recuperado de: http://www.cartografia.cl/download/ayala_vega_claudia.pdf

Chávez, S. y Cusquisiban, E. (2017). *Planteamiento de estrategias de rehabilitación del pavimento flexible aplicando la metodología Vizir, para la optimización de recursos en la avenida 225 (Ventanilla - Lima)*. Lima – Perú: Universidad de San Martín de Porres. Tesis para optar el título de Ingeniero civil.

Coronado, J. (2002). *Manual Centroamericano para diseño de Pavimentos*. Guatemala: Secretaria de Integración Económica Centroamericana, SIECA.

Corredor, G. (2004). *Apuntes de Pavimentos. Volumen 1, 2da Edición*. Caracas - Venezuela: Universidad Santa María y Universidad Católica Andrés Bello.

Duravia (sin fecha). Recuperado de:
<http://www.duravia.com.pe/category/conoce-el-pavimento/page/2/>

Delgado, F. y Quispe, C. (2012) Diseño del Pavimento de un Aeropuerto. Lima-Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

Escobar, L. y Huincho, J. (2017). Diseño de pavimento flexible bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa – Sachapite, Huancavelica – 2017. Huancavelica - Perú: Universidad Nacional de Huancavelica. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Fajardo, L. y Vergaray, D. (2014). Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas. Lima - Perú: Universidad de San Martín de Porres. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

García, A. (2015). Diseño de Pavimento Asfáltico por el método AASHTO-93 empleando el software DISAASHTO-93. Bogotá- Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Programa de especialización en ingeniería de pavimentos.

García, A. (Sin fecha). Diseño de pavimento flexible Instituto del Asfalto. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/RibBrian/0501-diseo-de-pavimentos-flexibles-instituto-de-asfalto>

Huamán, N. (2011). La deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú. Lima- Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis para optar el grado académico de Maestro en ciencias con mención en Ingeniería de transportes.

Huamán, N. (sin fecha). Diseño de la estructura del pavimento. Capítulo Séptimo. Recuperado de: <https://dokumen.tips/documents/2-manual-series-ms-1-del-ia1991.html>

- Huilcapi, V. y Pucha K. (2015). Análisis comparativo de los métodos de evaluación funcional de Pavimentos Flexibles en las Vías García Moreno y Panamericana Sur del Cantón Colta – provincia de Chimborazo (tesis de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador
- Inga, S. (2004). Optimización de metodologías de diseño de pavimentos aplicados a la carretera Bambamarca – Chota – Cochabamba, tramo: Km 142+000 - Km 163+540. Lima – Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- Instituto del Asfalto (1991). Guía para el diseño de espesores, Manual Series No. I (MS-1). Estados Unidos: *College Park, MD*. Traducido por el Instituto para el desarrollo de los pavimentos en el Perú – IDPP. Lima, Perú.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2005). Manual de diseño Geométrico de Vías Urbanas 2005-VCHI. Lima, Perú.
- Leguía, P. y Pacheco, H. (2016). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método *Pavement Condition Index* (PCI) en las vías arteriales: cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Lima – Perú: Universidad de San Martín de Porres. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- Lozano, D. (2015). Diseño óptimo de la estructura del pavimento flexible en la H.U.P. Villa Victoria del Distrito de Nuevo Chimbote, mediante el método del Instituto del Asfalto y AASHTO. Nuevo Chimbote – Perú: Universidad Nacional del Santa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- Mba, E. y Tabares, R. (2005). Diagnóstico de vía existente y diseño de pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía de acceso al barrio ciudadela del café – vía La Bade. Manizales - Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Monografía para optar por el título de especialista en Vías y Transporte.

Ministerio de Economía y Finanzas (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. SNIP. Primera Edición. Lima-Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2003). Reglamento Nacional de Vehículos. Lima, Perú.

Ministerio de vivienda, construcción y Saneamiento (2010). Reglamento Nacional de Edificaciones: Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. Lima- Perú.

Monzón, D. (2010). Elaboración de documentos de apoyo, al curso Tipología de Pavimentos de la Maestría en Ingeniería Vial. Guatemala: Universidad de Guatemala. Informe final de Tesis para la obtención de grado de Maestra en Ciencias de Ingeniería Vial.

Morales, C (2007). Control de calidad en la evaluación de pavimentos asfálticos existentes. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Trabajo de graduación al conferírsele el título de ingeniero civil.

Piscoya, J. y Nanfuñay, M. (2016). Diseño de pavimentación y veredas en la Unidad Vecinal Alto Perú del Distrito de Ferreñafe, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque. Chiclayo –Perú:

Universidad Cesar Vallejo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Pólito, G. (2015). Evolución, tecnologías aplicadas en la actualidad y el futuro de los pavimentos flexibles en México. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis para optar el grado de Maestro en Ingeniería.

Reinoso, V. (2013). Análisis de las características geométricas de la ruta PE – 06 A en el departamento de Lambayeque con propuesta de solución al empalme PE-1N en el área metropolitana de Chiclayo. Lima- Perú: Universidad de San Martín de Porres. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil

Rengifo, K. (2014). Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca. (Km 188 a 189). Lima – Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

Rengifo, J. y Vargas, M. (2017). Análisis comparativo entre pavimento flexible convencional y pavimento flexible reciclado en las cuadras 1 - 29 de la avenida La Paz San Miguel – Lima. Lima, Perú. Universidad de San Martín de Porres. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

Rico, A. y Del Castillo, H. (2005). La Ingeniería de suelos en las vías terrestres. Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas, México: Editorial Limusa S.A.

Robles, R. (2015). Cálculo del Índice de condición del pavimento (PCI) Barranco –Surco – Lima. Lima- Perú: Universidad Ricardo Palma. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

Rodríguez, D. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis montero, distrito de Castilla. Piura, Perú. Universidad de Piura. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

- Salamanca, M. y 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 los abscisas k19+250 a k25+750 ubicada en el departamento del cesar. Bogotá – Colombia: Universidad Católica de Colombia. Trabajo de grado para optar al título de especialista en Ingeniería de Pavimentos.
- Thenoux, G. y Gaete, R. (1995). Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. Santiago - Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de <https://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/364/306>.
- Vega, D. (2018). Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (Km 1+000 a 2+000). Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil.

ANEXOS

	Página
Anexo 01: Matriz de consistencia	112
Anexo 02: Cronograma de actividades de la tesis	114
Anexo 03: Ábacos de diseño del método AASHTO 93	116
Anexo 04: Cartas de diseño del Método del Instituto del Asfalto	121
Anexo 05: Estudio de tráfico y cargas	132
Anexo 06: Estudio de mecánica de suelos	188
Anexo 07: Estudio de cantera y fuente de agua	266
Anexo 08: Estudio climatológico y pluviométrico	284
Anexo 09: Informe topográfico	299
Anexo 10: Diseño de mezclas	328
Anexo 11: Metrados	339
Anexo 12: Análisis de costos unitarios	343
Anexo 13: Presupuesto	347
Anexo 14: Planos:	350
- Ubicación y Localización	
- Diseño de la estructura del pavimento flexible	
- Topográfico	
- Ubicación de Calicatas del área del proyecto	
- Sección Típica de pavimento	

ANEXO 01:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS AASHTO 93 E INSTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO - JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO- PERÚ

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	DISEÑO METODOLÓGICO
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	V. Independiente			
¿En qué medida incide la comparación entre los métodos AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para optimizar el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú?	Realizar el estudio comparativo entre los métodos AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para optimizar el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A. H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.	Si se determina la estructura del pavimento flexible por medio del método AASHTO 93 comparándolo con el método del Instituto del Asfalto entonces se podrá proponer el óptimo diseño del pavimento en el sector oeste del AH San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo –Perú.	- Método AASHTO 93 -Método del Instituto del Asfalto	-Estudio de tráfico y cargas. -Estudio de mecánica de suelos. -Estudio climatológico y pluviométrico	Ejes Equivalentes (ESAL/EAL) - C.B.R - TMAA (°C)	Según la orientación la investigación es de tipo aplicada, porque tiene como propósito solucionar un determinado problema. La investigación de acuerdo al tipo de diseño es de: intervención - cuasi experimental, porque por una parte se usó muestras de campo para realizar ensayos y por otro; se usaron manuales, guías y normas para su elaboración.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	V. Dependiente			
¿En qué medida los espesores de la estructura utilizando el método AASHTO 93 optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?	Determinar los espesores de la estructura utilizando el método AASHTO 93 para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.	Determinando los espesores de la estructura utilizando el método AASHTO 93 en comparación con el método del Instituto del asfalto se obtiene el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.				
¿En qué medida los espesores de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?	Determinar los espesores de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.	Determinando el costo de la estructura utilizando el método AASHTO 93 en comparación con el método del Instituto del asfalto se obtiene el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.		- costo	- Análisis de precios unitarios, presupuesto	El nivel de investigación es descriptiva comparativa, porque se usaron cuadros comparativos de los resultados utilizando ambos métodos mencionados.
¿En qué medida el costo de la estructura utilizando el método AASHTO 93 optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?	Determinar el costo de la estructura utilizando el método AASHTO 93 para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Perú.		Optimizar el diseño del pavimento flexible	- estructura	- Espesores de carpeta asfáltica, base y Sub-base.	El tipo de estudio es de enfoque cuantitativo porque para determinar las variables se midieron estos mediante ensayos de laboratorio; también hay datos numéricos y estadísticos para posteriormente con métodos se establezcan conclusiones que consoliden la hipótesis.
¿En qué medida el costo de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?	Determinar el costo de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo - José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.			- Durabilidad	-Vida útil -Duración y resistencia	
¿En qué medida la durabilidad de la estructura utilizando el método AASHTO 93 optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?	Determinar la durabilidad de la estructura utilizando el método AASHTO 93 para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.	Determinando la durabilidad de la estructura utilizando el método AASHTO 93 en comparación con el método del Instituto del Asfalto se obtiene el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.				
¿En qué medida la durabilidad de la estructura utilizando el método del Instituto del Asfalto optimiza el diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Perú?	Determinar la durabilidad de la estructura utilizando el método instituto del Asfalto para el óptimo diseño del pavimento flexible en el sector oeste del A.H. San Lorenzo- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Perú.					

ANEXO 02:
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA TESIS

"COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS AASHTO 93 E INSTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO - JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO-PERÚ"

ACTIVIDADES	MES 1				MES 2					MES 3				MES 4				
	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16	SEM 17	SEM 18
PROPUESTA DE TEMA	■																	
RECOPIACIÓN Y REDACCIÓN DE DATOS	■	■																
DEFINICIÓN DE TÍTULO (SITUACIÓN PROBLEMÁTICA Y OBJETIVOS)			■	■														
ELABORACIÓN DE ESTUDIOS					■	■	■	■										
PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN							■	■										
EVALUACIÓN, CÁLCULOS Y COMPARACIÓN DE RESULTADOS										■	■	■						
ELABORACIÓN DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES													■					
ORDENAMIENTO, REVISIÓN Y LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES														■	■	■	■	
SUSTENTACIÓN																		■

Elaborado por el autor

ANEXO 03:
ÁBACOS DE DISEÑO DEL MÉTODO
AASHTO 93

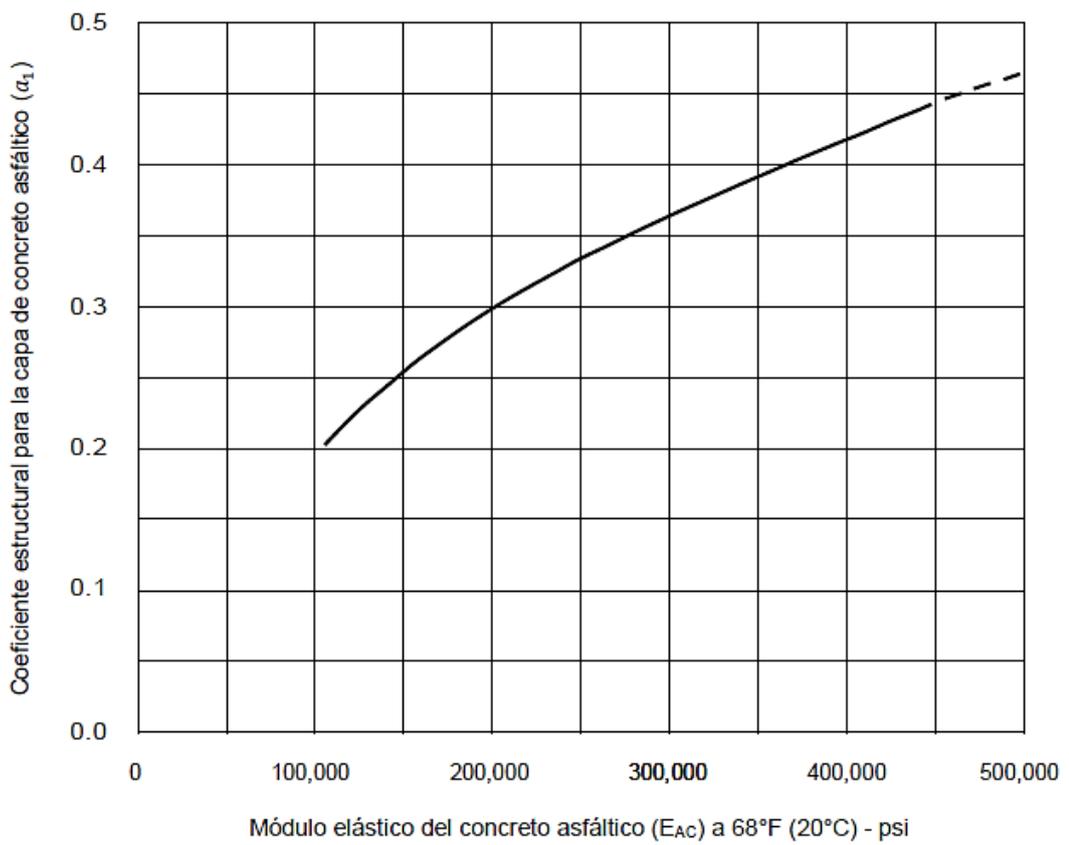
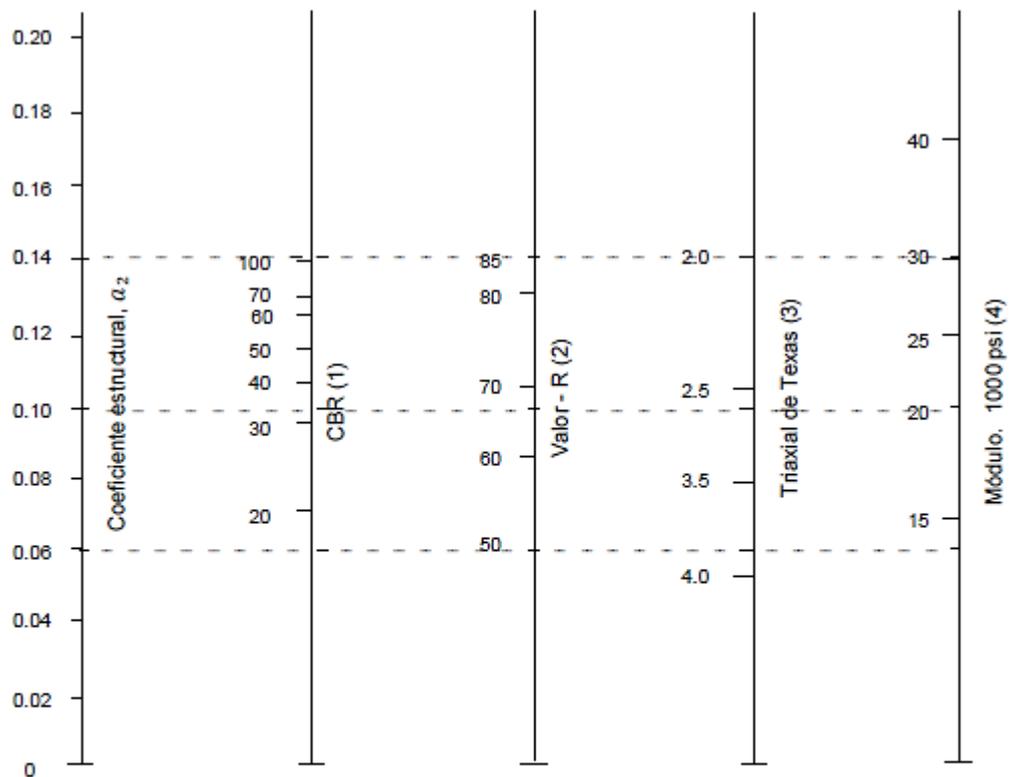
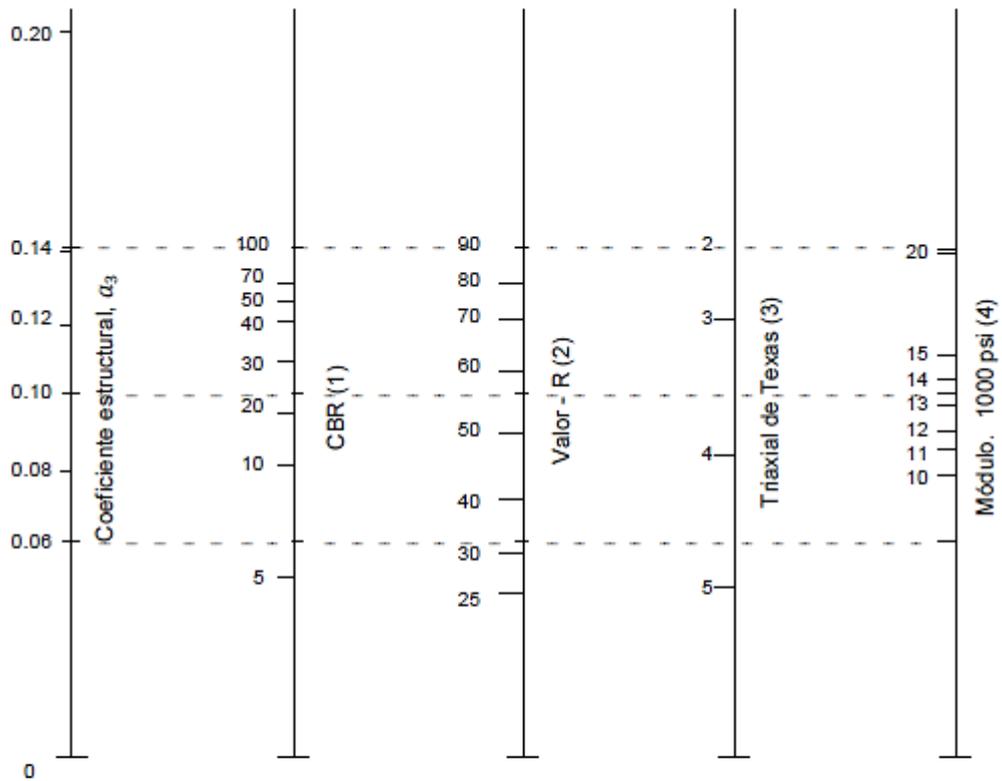


Gráfico para determinar el coeficiente estructural para la capa de concreto asfáltico (a_1) en función del módulo elástico



- (1) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en Illinois
- (2) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada promediando correlaciones obtenidas en Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP.

Variación en el coeficiente estructural de la capa de base granular (α_2) con varios parámetros de resistencia de la base



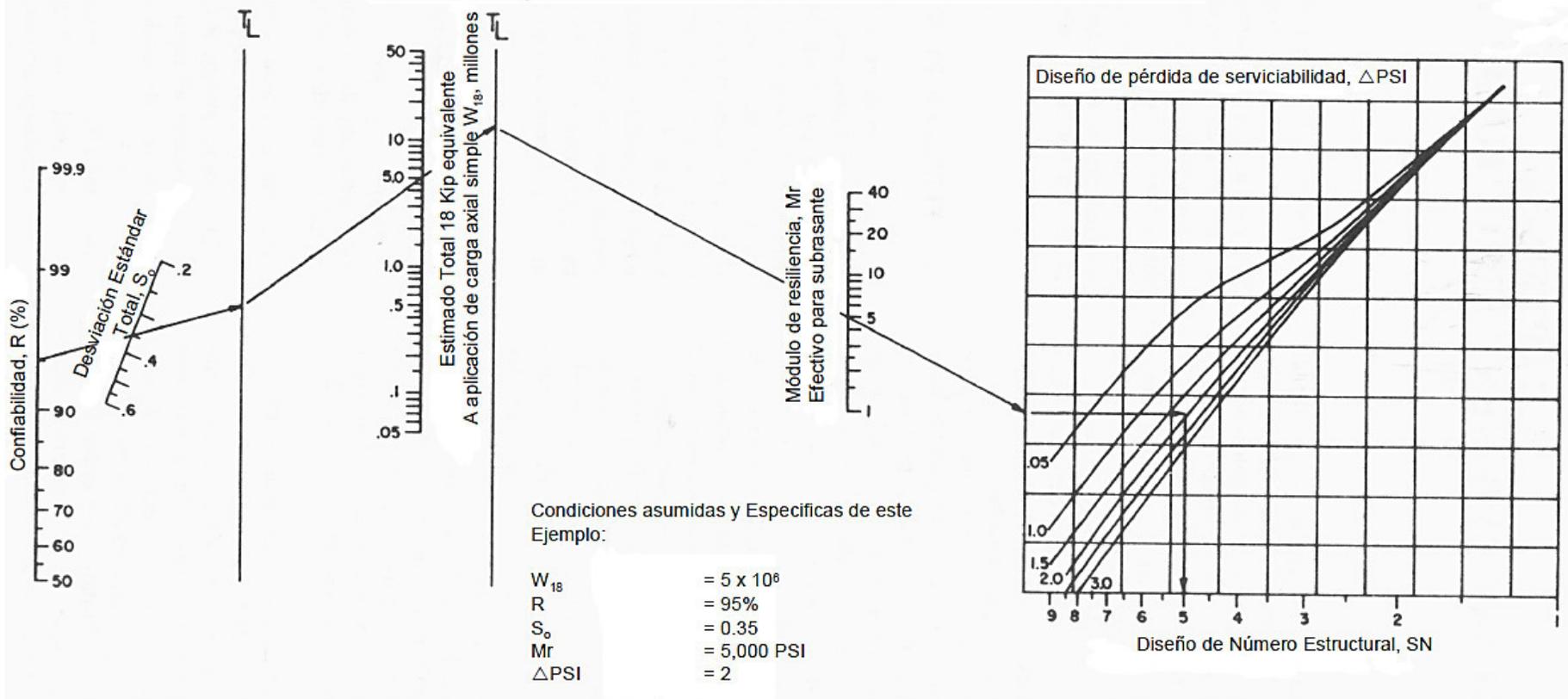
- (1) Escala derivada de correlación obtenida en Illinois.
- (2) Escala derivada de correlaciones obtenidas por el Asphalt Institute, California, Nuevo México y Wyoming.
- (3) Escala derivada de correlaciones obtenidas en Texas.
- (4) Escala derivada del proyecto NCHRP.

Variación en el coeficiente estructural de la capa de subbase granular (α_3) con varios parámetros de resistencia de la subbase

ABACO DE DISEÑO AASHTO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

Se resuelve:

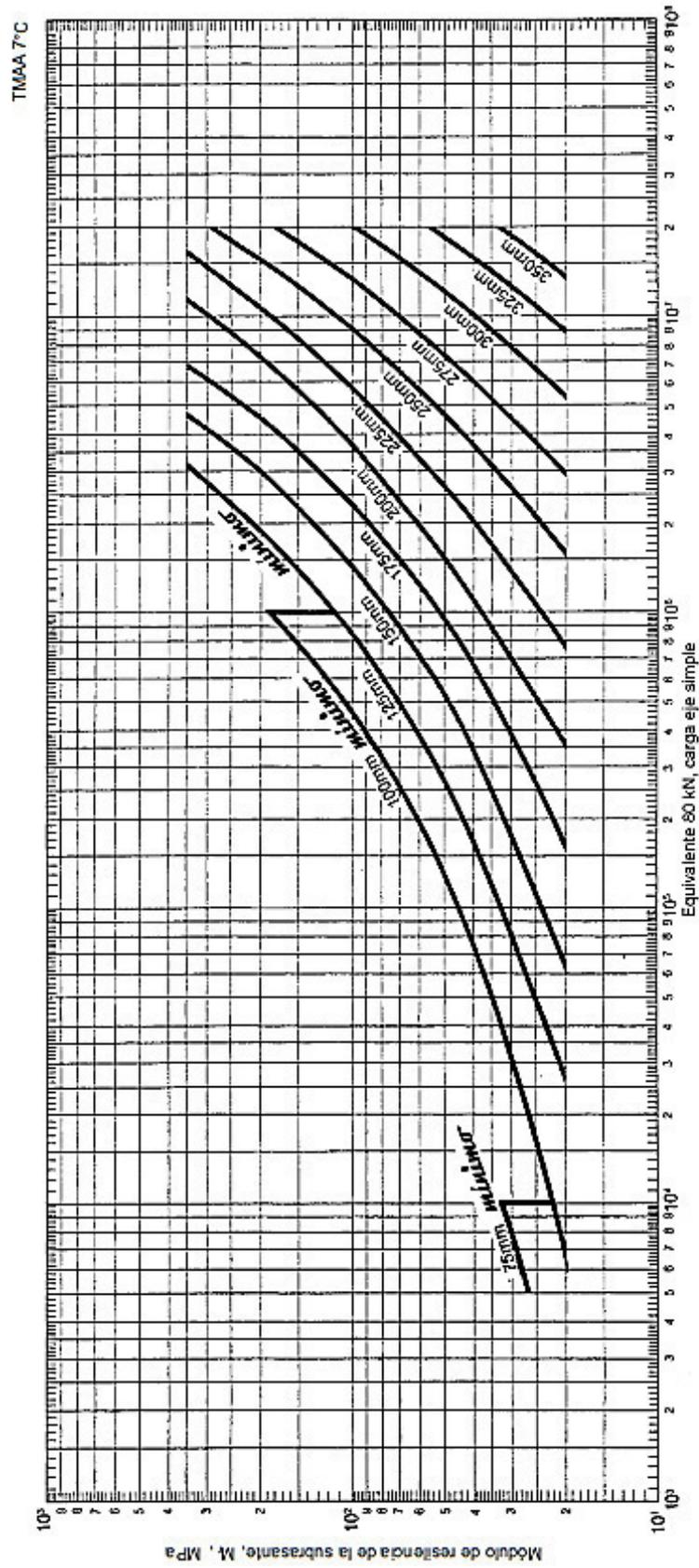
$$\log W_{18} = Z_{\alpha} S_o + 9.36 \log (SN+1) - 0.20 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{2.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$



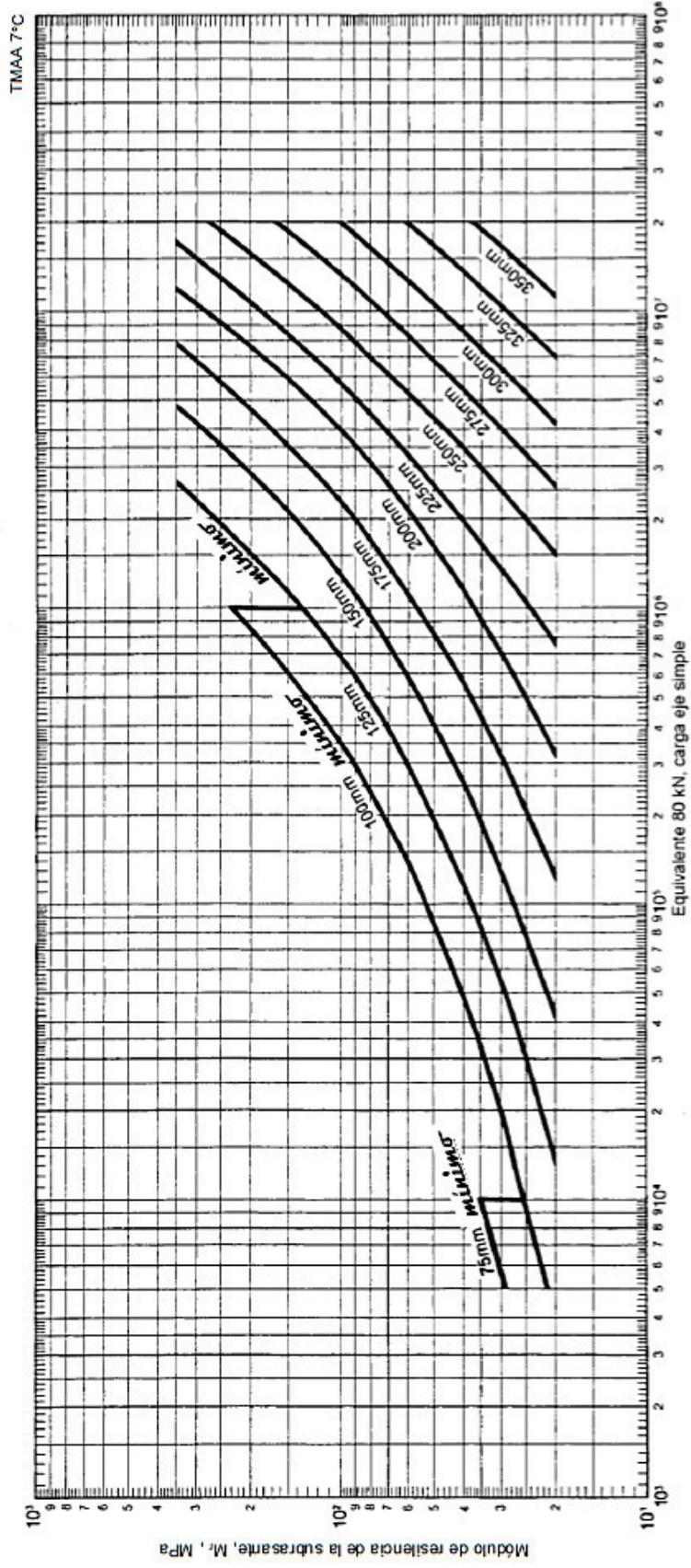
Solución:

SN = 5.0

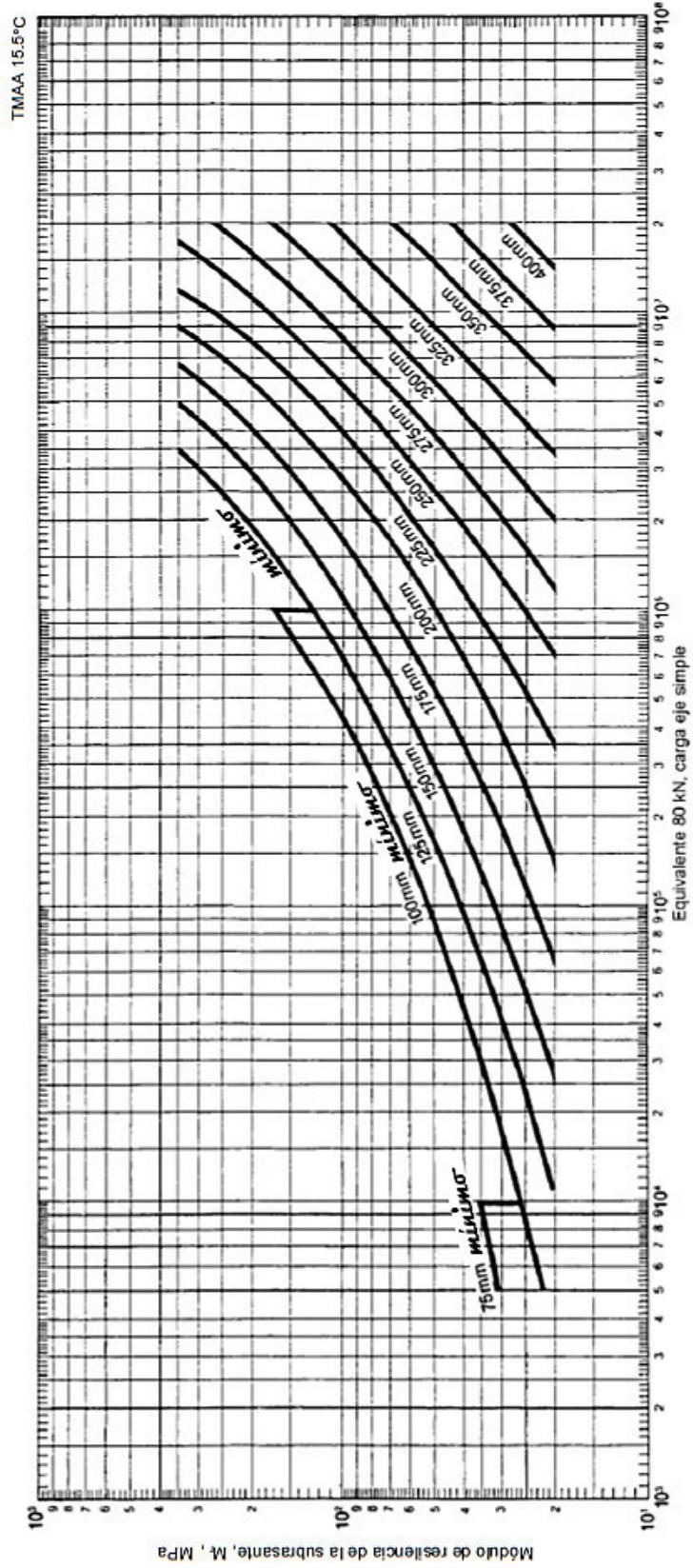
ANEXO 04:
CARTAS DE DISEÑO DEL MÉTODO DEL
INSTITUTO DEL ASFALTO



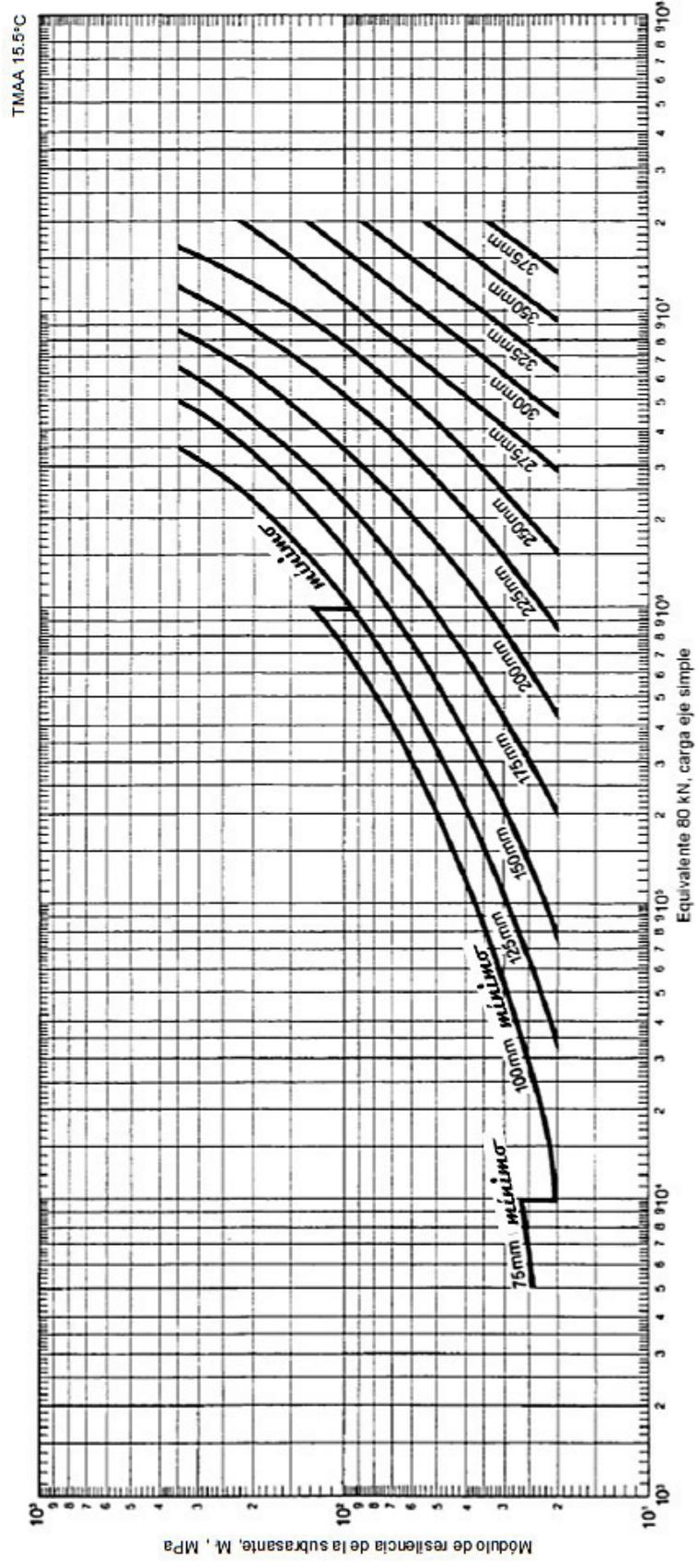
Carta de Diseño A-6 Base de Agregados no Tratados de 300 milímetros de Espesor



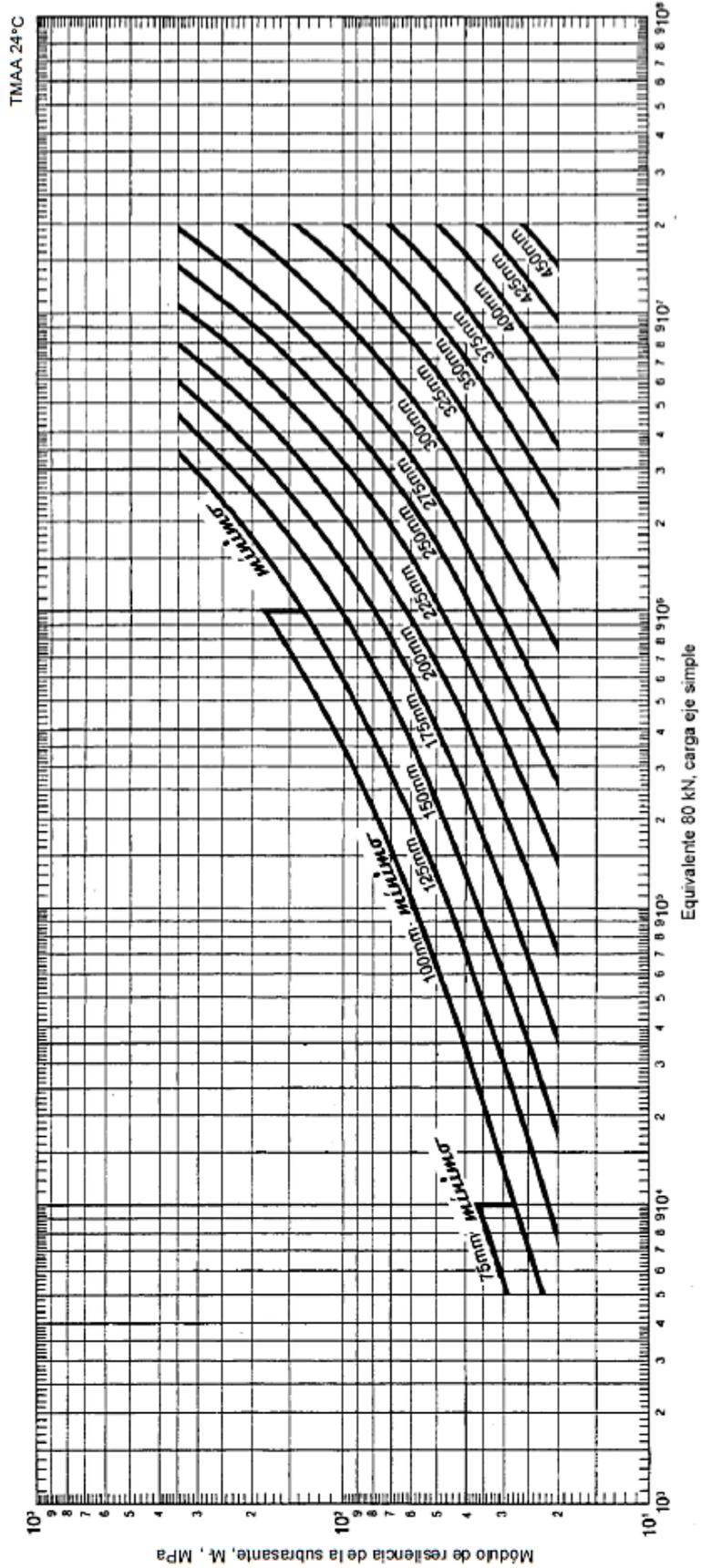
Carta de Diseño A-5 Base de Agregados no Tratados de 150 milímetros de Espesor



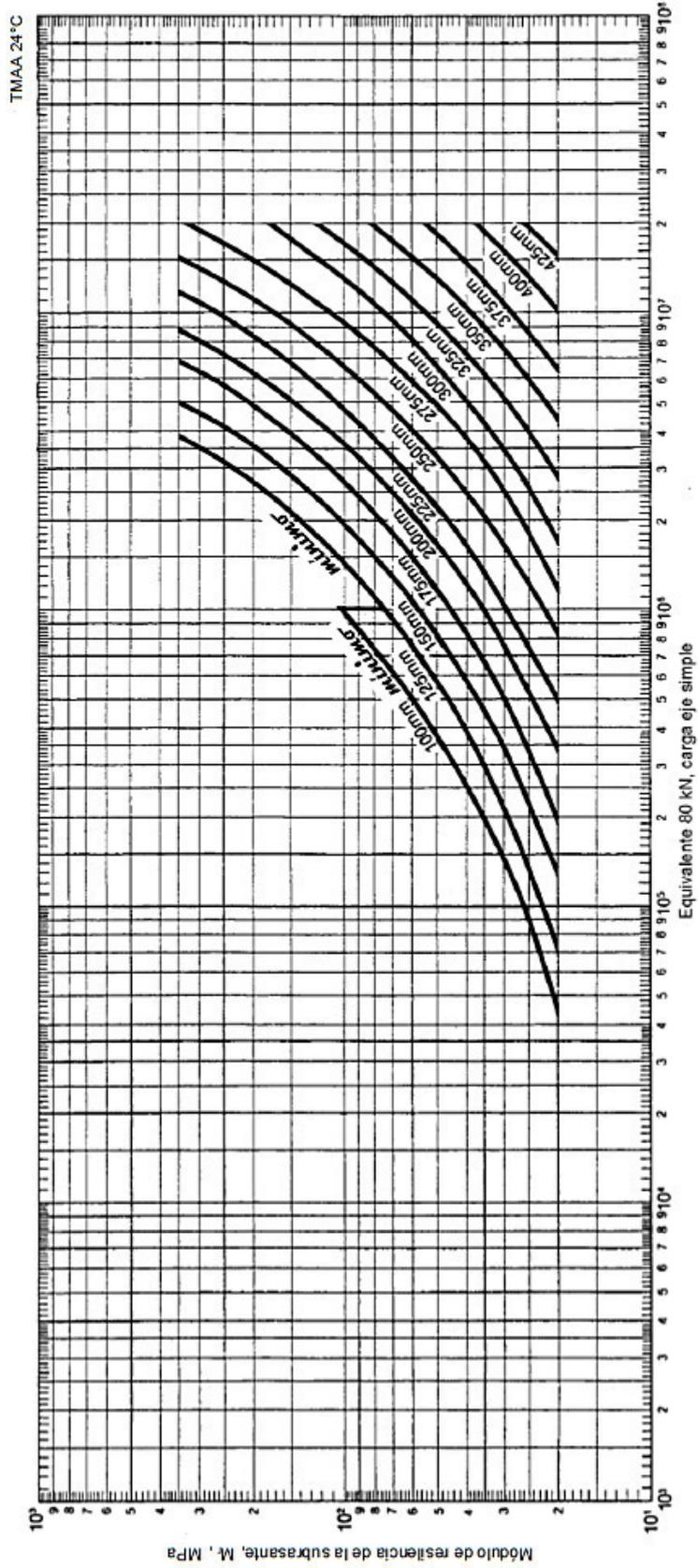
Carta de Diseño A-11 Base de Agregados no Tratados de 150 milímetros de Espesor



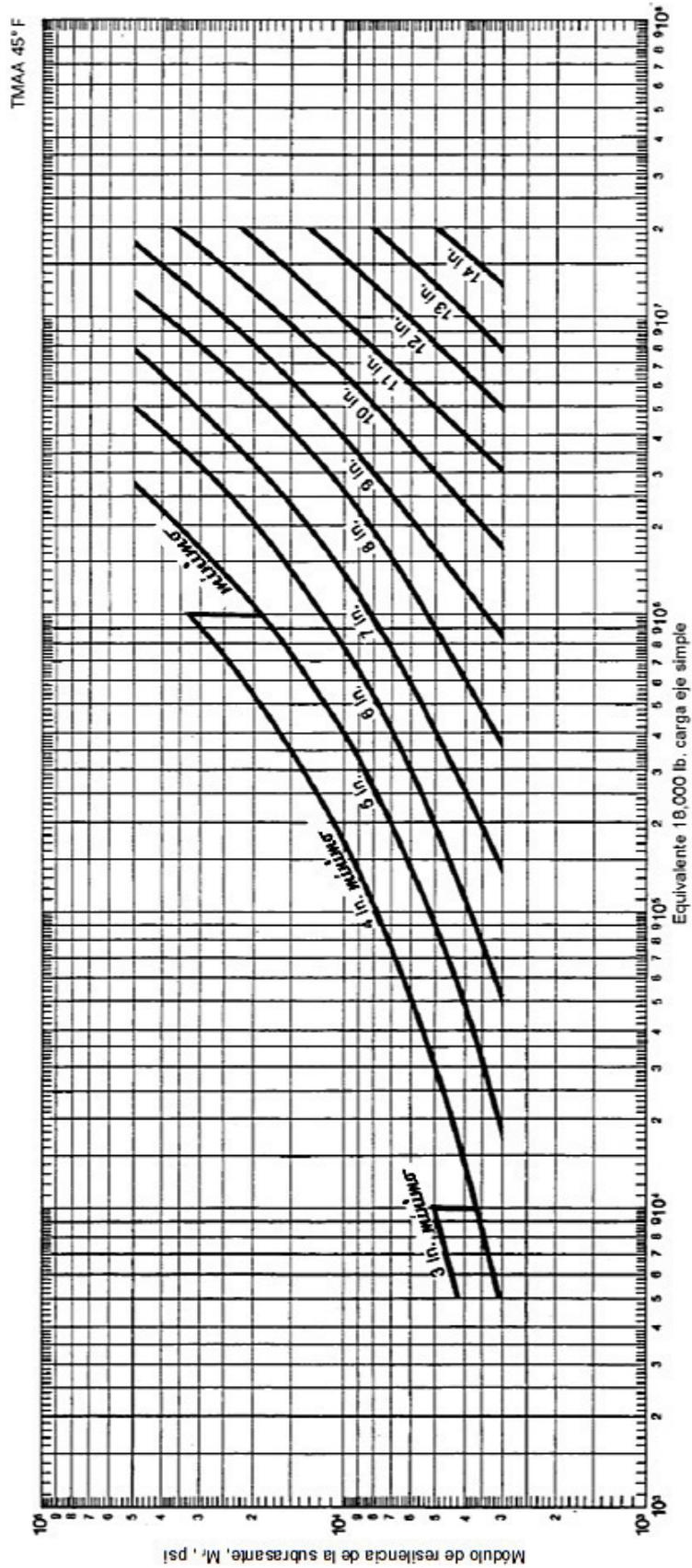
Carta de Diseño A-12 Base de Agregados no Tratados de 300 milímetros de Espesor



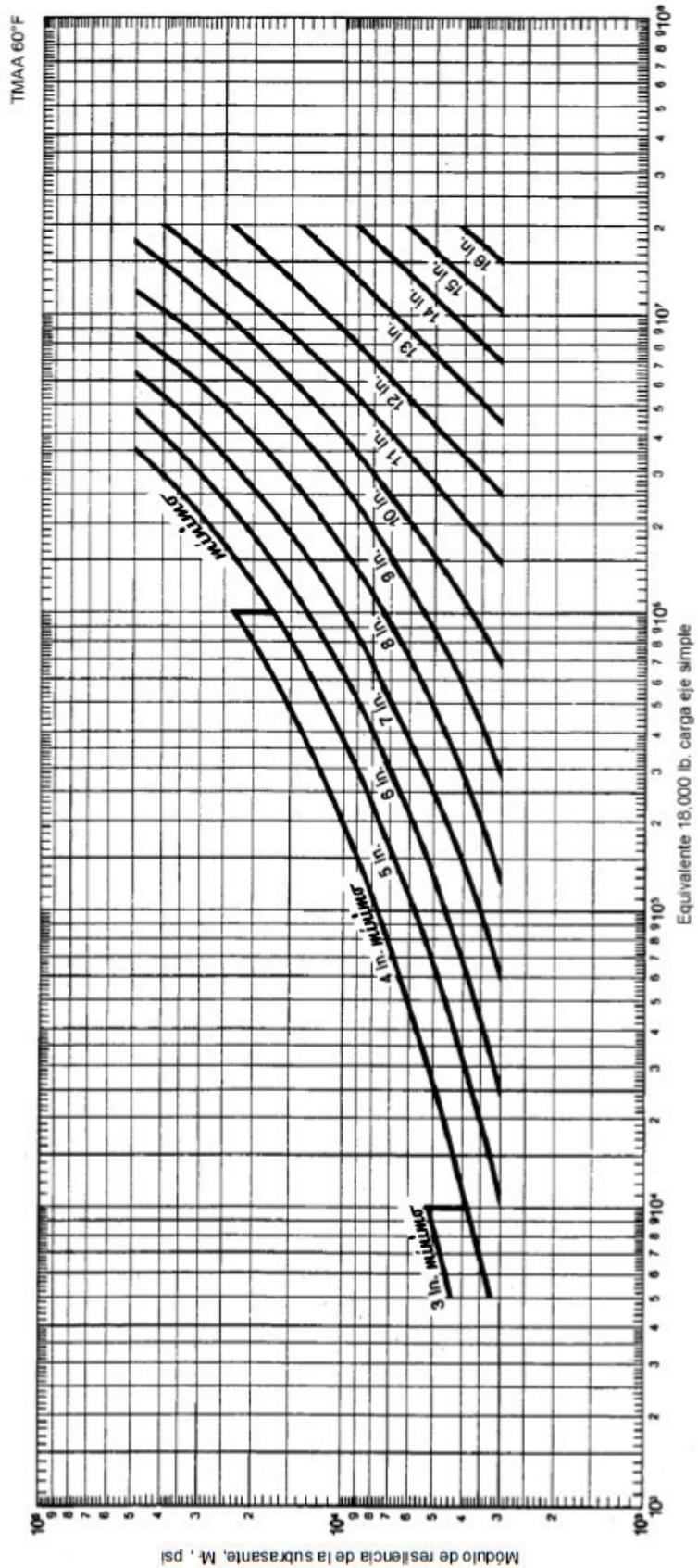
Carta de Diseño A-17 Base de Agregados no Tratados de 150 milímetros de Espesor



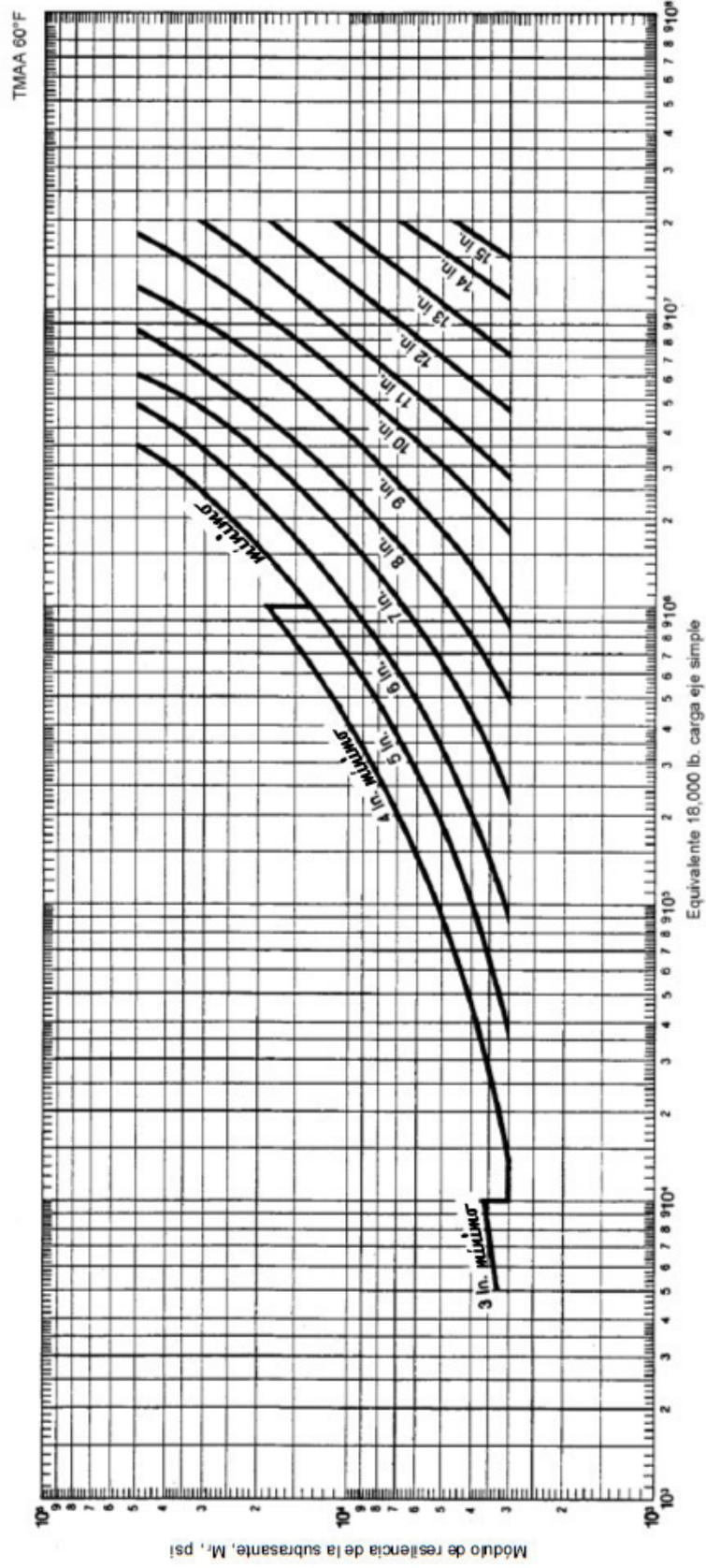
Carta de Diseño A-18 Base de Agregados no Tratados de 300 milímetros de Espesor



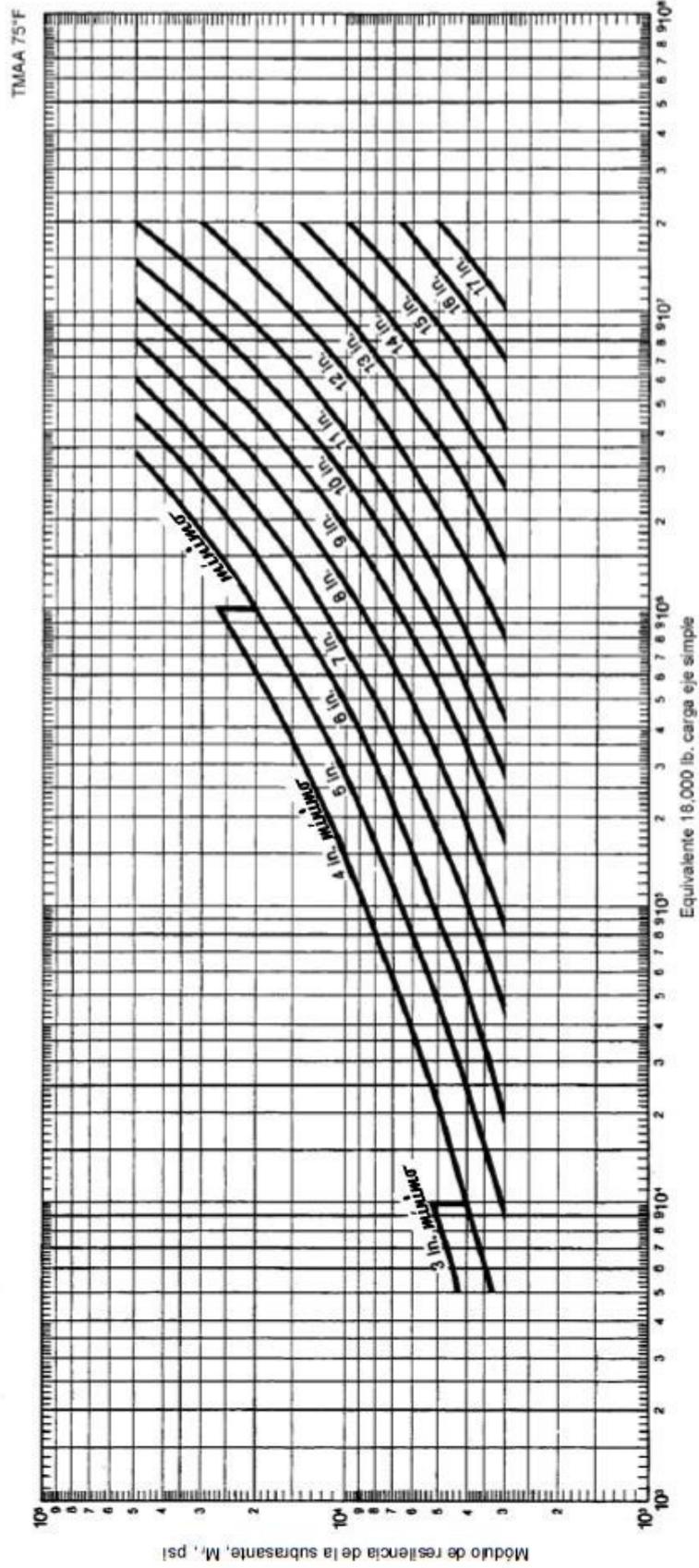
Carta de Diseño A-23 Base de Agregados no Tratados de 6 pulgadas de Espesor



Diseño A-29 Base de Agregados no Tratados de 6 pulgadas de Espesor



Carta de Diseño A-30 Base de Agregados no Tratados de 12 pulgadas de Espesor



Carta de Diseño A-35 Base de Agregados no Tratados de 6 pulgadas de Espesor

ANEXO 05:
ESTUDIO DE TRÁFICO Y CARGAS

ESTUDIO DE TRÁFICO Y CARGAS

1. Generalidades

La vías en estudio de encuentran en la parte oeste del Asentamiento Humano San Lorenzo, iniciando desde la Av. Mariano Cornejo en el Distrito de José Leonardo Ortiz, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. El presente estudio de tráfico se realiza como parte de la tesis titulada: **“COMPARACIÓN ENTRE LOS MÉTODOS AASHTO 93 E INSTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL A.H. SAN LORENZO – JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – PERÚ”**.

Una correcta planificación del diseño de un pavimento demanda, además del conocimiento de las condiciones físicas y estructurales de la vía, una apropiada valoración del tránsito actual y futuro de la misma. Desde el punto de vista estructural, la estimación del tránsito requiere conocer el tipo y número de ejes por carril, así como su distribución en diversos grupos de carga, para la actualidad y para la vida futura del diseño. La distribución y las características del tránsito son elementos integrantes en el diseño estructural del pavimento.

Como se trata de vías en zonas urbanas, las restricciones de velocidad, las condiciones de la rasante en las intersecciones de las calles, sección de las vías consolidadas y proyectadas, exige aportemos de ciertas normas de diseño, por lo que se ha tratado de adaptar a las condiciones urbanísticas imperantes en la zona.

Él presente trabajo muestra las composiciones del tránsito como vehículos ligeros y pesados según el estudio de clasificación vehicular en las vías de la zona de estudio, además de los resultados de las proyecciones del tráfico que servirán de base para la definición técnicas del proyecto.

2. Alcances

Previamente se hizo un análisis del comportamiento de tráfico en las zonas adyacentes al área de investigación a través de expedientes técnicos y tesis desarrolladas referente al lugar. También en base de lo que establece el

Reglamento Nacional de Vehículos (RNV) y el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC).

3. Objetivos

El objetivo del estudio es determinar el volumen de los vehículos que se movilizan por las vías del sector oeste del A.H. San Lorenzo del distrito de José Leonardo Ortiz y las incidencias de sus cargas, para obtener la variable de tráfico; por tal motivo se efectuó el conteo vehicular con clasificación; determinándose el IMD que circulará por las vías que conforman el presente estudio, y el número de ejes equivalentes (EE, ESAL, W18 o EAL) que soportará la vía dentro de su periodo de vida.

4. Metodología de Trabajo para recolección de datos

Dentro de las actividades ejecutadas en este capítulo se tiene las siguientes:

- Reconocimiento campo.
- Ubicación de la estación de conteo.
- Conteo y clasificación vehicular.

4.1. Reconocimiento campo

Para conocer la demanda de transporte en las vías en estudio, se realizó primeramente un recorrido de sus calles o avenidas, para determinar estratégicamente la estación de conteo y clasificación del tráfico.

4.2. Ubicación de la estación de conteo

La estación de conteo o punto de Control PC-01 se ubicó en la intersección de la Av. El dorado y Ca. San Lorenzo, y el punto de control PC-02 se ubicaron en la intersección de la Av. Venezuela y Ca. San Lucas. Estos puntos fueron ubicados estratégicamente por motivo que por ser una zona discontinua respecto a las cuadras, la visualización no es beneficiosa en el otro extremo del sector, es por eso que al finalizar el conteo semanal, se tomaron los datos obtenidos para un solo registro vehicular.

Figura 1. Ubicación de las estaciones de conteo vehicular



Fuente: Elaboración propia en base a la imagen satelital de Google Maps

4.3. Conteo y Clasificación Vehicular

Durante el periodo de conteo el aforador ha registrado los vehículos que transitan en la vía, el sentido y el tipo de vehículos (respecto del Reglamento Nacional de vehículos - RNV). Las labores de conteo y clasificación en el campo se desarrollaron de manera continua de horario de 7 a.m. a 7 p.m., durante 7 días de la semana fue realizada en las fechas 03 al 09 de septiembre del 2018, obteniéndose de ésta forma un promedio diario de la semana.

Donde para calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA), se hicieron reajustes aplicando métodos estadísticos usuales en ingeniería de tráfico; obedeciendo el cálculo de éstos reajustes a las variaciones de tráfico estacionales (influencia de los meses del año).

5. Resultado del estudio volumétrico

A partir de los datos obtenidos en los conteos y clasificación vehicular en campo, se procedió a analizar en gabinete la consolidación y consistencia de la misma, previamente analizando los conceptos para los respectivos cálculos:

5.1. Metodología

a) Índice Medio Diario (IMDA)

El Índice Medio Diario Anual (IMDA) es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año. El IMDA es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías.

El IMDA se obtiene de la multiplicación del Índice Medio Diario Semanal (IMDS) y el Factor de Corrección Estacional (FCE).

$$IMDA = IMDS \times FCE$$

$$IMDA = \frac{V_{lunes} + V_{martes} + V_{miercoles} + V_{jueves} + V_{viernes} + V_{sabado} + V_{domin go}}{7} * FCE$$

b) Tráfico Medio Diario semanal (IMDS)

El Índice Medio Diario Semanal (IMDS), se obtiene a partir del volumen diario registrado en el conteo vehicular, aplicando la siguiente fórmula:

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

Siendo:

Vi: Volumen Vehicular diario de cada uno de los siete días de conteo.

c) Factores de Corrección Estacional (FCE)

Los volúmenes de tráfico varían cada mes, debido a las estaciones de año, estas variaciones son ocasionadas por las cosechas, festividades, construcciones viales, viajes de recreo, etc.; por eso es necesario afectar los valores calculados, durante una época, por un factor de corrección que lleve éstos al promedio Diario Anual.

Y para nuestro estudio, por tratarse de vías urbanas el Factor de Corrección Estacional (FCE) es de 1.00; caso contrario si fuese una

carretera a pavimentar se tomaría el factor de corrección del Peaje para corregir los promedios de tráfico de la semana.

5.2. Determinación del tránsito actual y el IMDa

Se procedió a hacer el conteo diario se ha registrado los vehículos que transitan al día, para luego obtener el IMDA, el cual se muestran a continuación, es preciso mencionar que los valores que se muestran consideran el tránsito contabilizado diario para cada sentido y total en ambos sentidos. Los formatos del estudio de clasificación vehicular por días se adjuntarán en los anexos.

Cuadro 1. Resultado del conteo de tráfico

TIPO DE VEHÍCULO	Tráfico de vehículos por Día						
	Lunes 03/09/2018	Martes 04/09/2018	Miercoles 05/09/2018	Jueves 06/09/2018	Viernes 07/09/2018	Sabado 08/09/2018	Domingo 09/09/2018
Mototaxi	85	85	88	85	83	77	70
Automóvil	61	71	49	56	66	67	55
Station Wagon	11	13	12	11	10	12	10
Camioneta	33	31	30	29	27	28	24
Micro	7	8	9	9	10	11	9
Camión 2E	18	17	17	19	21	18	13
Camión 3E	21	22	21	21	24	20	13
Camión 4E	19	21	24	27	28	20	11
Semi trayler 2S2	23	21	23	27	23	11	14
Semi trayler 3S3	10	12	10	13	15	15	10
TOTAL	288	301	283	297	307	279	229

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2. Cálculo del índice medio diario actual (IMDa)

TIPO DE VEHÍCULO	Tráfico de vehículos por Día (7:00 a.m. – 7:00 p.m.)							TOTAL SEMANA	IMD _s	FCE	IMD _a
	Lunes 03/09/2018	Martes 04/09/2018	Miércoles 05/09/2018	Jueves 06/09/2018	Viernes 07/09/2018	Sábado 08/09/2018	Domingo 09/09/2018				
Mototaxi	85	85	88	85	83	77	70	573	82	1.000	82
Automóvil	61	71	49	56	66	67	55	425	61	1.000	61
Station Wagon	11	13	12	11	10	12	10	79	11	1.000	11
Camioneta	33	31	30	29	27	28	24	202	29	1.000	29
Micro	7	8	9	9	10	11	9	63	9	1.000	9
Camión 2E	18	17	17	19	21	18	13	123	18	1.000	18
Camión 3E	21	22	21	21	24	20	13	142	20	1.000	20
Camión 4E	19	21	24	27	28	20	11	150	21	1.000	21
Semi trayler 2S2	23	21	23	27	23	11	14	142	20	1.000	20
Semi trayler 3S3	10	12	10	13	15	15	10	85	12	1.000	12
TOTAL	288	301	283	297	307	279	229	1984	283		283

Fuente: Elaboración Propia.

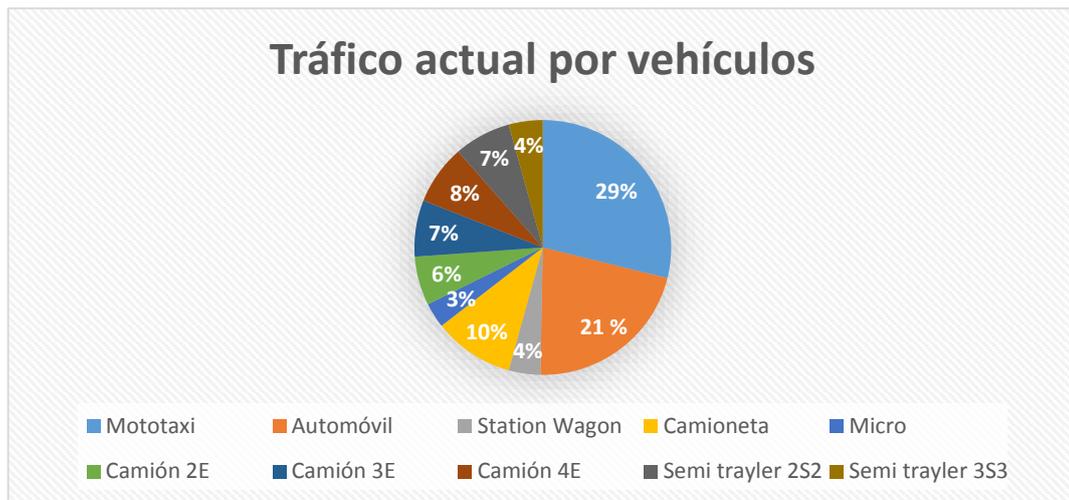
i. Clasificación Vehicular Promedio

Cuadro 3. IMDa por vehículo (Ambos Sentidos)

Tipo de Vehículo	IMDa	Distribución (%)
Mototaxi	82	29%
Automóvil	61	21%
Station Wagon	11	4%
Camioneta	29	10%
Micro	9	3%
Camión 2E	18	6%
Camión 3E	20	7%
Camión 4E	21	8%
Semi trayler 2S2	20	7%
Semi trayler 3S3	12	4%
Total	283	100%

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 2. Clasificación por Tipo de Vehículos



Fuente: Elaboración propia.

ii. Análisis de la variación diaria

Según el estudio de tráfico el mayor y menor volumen de tráfico le corresponde a los días viernes y domingo con 307 y 229 vehículos respectivamente.

Cuadro 4. Flujo Diario Vehicular (Ambos Sentidos)

DÍA	FLUJO DIARIO(Veh/día)
Lunes	288
Martes	301
Miércoles	283
Jueves	297
Viernes	307
Sábado	279
Domingo	229
IMDa	283

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Demanda proyectada

- Proyección del tráfico normal:

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

$$T_n = T_0(1 + r)^{(n-1)}$$

Donde:

T_n =	Tránsito proyectado al año en vehículo por día
T_0 =	Tránsito actual (año base) en vehículo por día
n =	año futuro de proyección
r =	tasa anual de crecimiento de tránsito

- Tasa de Crecimiento x Región en % (Lambayeque)

r_{vp} = Tasa de Crecimiento Anual de la Población, (Para vehículos de pasajeros), según INEI*

r_{vc} = Tasa de Crecimiento Anual del PBI regional, (Para vehículos de carga), según INEI**

r_{vp} = **1.50%**

r_{vc} = **2.20%**

* Último reporte el año 2015

** Último reporte el año 2014

Cuadro 5.
Proyecciones del tráfico normal-sin proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Mototaxi	82	82	83	84	86	87	88	90	91	92	94
Automóvil	61	61	62	63	63	64	65	66	67	68	69
Station Wagon	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13
Camioneta	29	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33
Micro	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10
Camión 2E	18	18	18	18	19	19	20	20	20	21	21
Camión 3E	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
Camión 4E	21	21	22	22	23	23	24	24	25	26	26
Semi trayler 2S2	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
Semi trayler 3S3	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15
IMD TOTAL	283	283	288	293	298	304	309	314	320	325	331

Fuente: Elaboración Propia.

- **Proyecciones del tráfico generado:**
Demanda con proyecto

Cuadro 6.
Tipo de intervención de proyecto

TIPO DE INTERVENCIÓN	% de tráfico normal
CONSTRUCCIÓN/ MEJORAMIENTO	15
REHABILITACIÓN	10

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7.
Proyecciones del tráfico normal y generado (con proyecto)

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
TRÁFICO NORMAL	283	283	288	293	298	304	309	314	320	325	331
Mototaxi	82	82	83	84	86	87	88	90	91	92	94
Automóvil	61	61	62	63	63	64	65	66	67	68	69
Station Wagon	11	11	11	12	12	12	12	12	13	13	13
Camioneta	29	29	29	30	30	31	31	32	32	33	33
Micro	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10
Camión 2E	18	18	18	18	19	19	20	20	20	21	21
Camión 3E	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
Camión 4E	21	21	22	22	23	23	24	24	25	26	26
Semi trayler 2S2	20	20	21	21	22	22	23	23	24	24	25
Semi trayler 3S3	12	12	12	13	13	13	14	14	14	14	15
TRÁFICO GENERADO	0	43	43	44	45	46	46	47	48	49	50
Mototaxi	0	12	12	13	13	13	13	13	14	14	14
Automóvil	0	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10
Station Wagon	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Camioneta	0	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Micro	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Camión 2E	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Camión 3E	0	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Camión 4E	0	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Semi trayler 2S2	0	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4
Semi trayler 3S3	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
IMD TOTAL	283	326	332	337	343	349	355	361	368	374	380

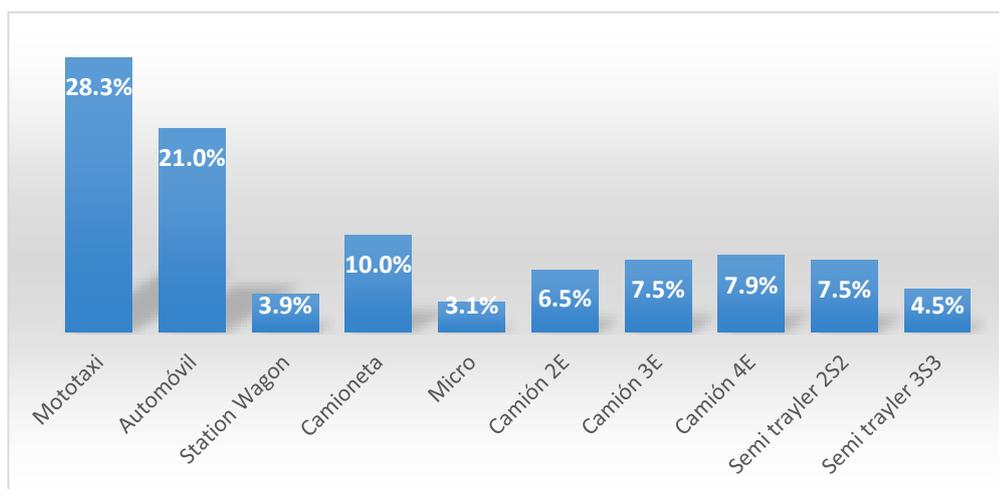
Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 8.
Porcentaje de tráfico situación con proyecto

Tipo de Vehículo	VEH/DIA	%
Mototaxi	108	28.3%
Automóvil	80	21.0%
Station Wagon	15	3.9%
Camioneta	38	10.0%
Micro	12	3.1%
Camión 2E	25	6.5%
Camión 3E	28	7.5%
Camión 4E	30	7.9%
Semi trayler 2S2	28	7.5%
Semi trayler 3S3	17	4.5%
TOTAL	380	100.0%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3.
Gráfico que muestra el porcentaje de tráfico situación con proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

6. Vehículo de diseño

Según el Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005) nos dice lo siguiente:

En el presente proyecto se adoptó la clasificación del Reglamento Nacional de Vehículos vigente, complementada con la incorporación de la categoría de “vehículos especiales” según se muestra en el Cuadro 6.9.

Se deberá tener presente que la vía, durante su vida útil, será transitada por diversos tipos de vehículos por lo que se requerirá del buen juicio y criterio para elegir los “vehículos de diseño” que resulten adecuados para diversas solicitudes de la vía.

Para tal fin deberá tenerse presente que:

- Los vehículos automotores menores y las bicicletas o similares, a no ser que se encuentren en elevada proporción, no suelen tener gran trascendencia en cuanto a la capacidad de las vías debido a sus dimensiones reducidas y gran movilidad.
- Las furgonetas, automóviles, station wagon y camionetas son más importantes desde el punto de vista del tráfico, ya que su participación en el mismo es casi siempre muy superior a la de los demás vehículos. Por esta razón, sus características son las que más condicionan los elementos relacionados con la geometría de la vía y con la regulación del tráfico.
- Los buses, camiones, remolcadores, remolques y semi-remolques suelen constituir una parte importante, aunque no mayoritaria del tráfico. Sus dimensiones y pesos son muy superiores a los del resto de los vehículos y están destinados generalmente al transporte de mercancías pesadas o voluminosas o al transporte colectivo de personas.

A continuación, se presenta la clasificación vehicular del manual de diseño geométrico de vías urbanas:

Cuadro 9.
CLASIFICACIÓN VEHÍCULAR

Vehículos por tracción de sangre (1)		Vehículos impulsados por tracción animal	Aquellos cuya propulsión proviene de bestias de tiro
		Bicicletas o similares	Aquellos cuya propulsión proviene del ser humano tales como bicicletas, triciclos, patines, carros de mano y carretillas.
Vehículos automotores (1)	Menores (2)	Vehículos Menores Automotores	Vehículo provisto de dos, tres o cuatro ruedas, provistos de asiento y/o montura para el uso de conductor y pasajeros según sea el caso, tales como: bicimotos, motonetas, motocicletas, triciclos motorizados, cuatrimotos y similares
	Mayores (2)	Furgoneta	Vehículo automotor para el transporte de carga liviana, con 3 ó 4 ruedas, con motor de no mas de 500 centímetros cúbicos de cilindrada.
		Automovil	Vehículo automotor para el transporte de personas, normalmente hasta de 6 asientos y excepcionalmente hasta 9 asientos.
		Station Wagon	Vehículo automotor derivado del automovil que al rebatir los asientos posteriores permite ser utilizado para el transporte de carga.
		Camioneta Pick Up	Vehículo automotor de cabina simple o doble, con caja posterior, destinada para el transporte de carga liviana y con un peso bruto vehicular que no excede los 4,000 Kg.
		Camioneta Panel	Vehículo automotor con carrocería cerrada para el transporte de carga liviana, con un peso bruto vehicular que no excede los 4,000 Kg.
		Camioneta Rural	Vehículo automotor para el transporte de personas de hasta 16 asientos y cuyo peso bruto vehicular que no excede los 4,000 Kg.
		Omnibus	Vehículo automotor para el transporte de personas de más de 16 asientos, y cuyo peso bruto vehicular exceda los 4,000 Kg.
		Camión	Vehículo autopropulsado motorizado destinado al transporte de bienes con un peso bruto vehicular igual o mayor a 4,000 Kg. Puede incluir una carrocería portante.
		Remolcador o Tracto Camion	Vehículo motorizado diseñado para remolcar semiremolques y soportar la carga que le trasmiten estos a través de la quinta rueda.
		Remolque	Vehículo sin motor diseñado para ser halado por un camión u otro vehículo motorizado, de tal forma que ninguna parte de su peso descansa sobre el vehículo remolcador.
Semiremolque	Vehículo sin motor y sin eje delantero, que se apoya en el remolcador transmitiéndole parte de su peso, mediante un sistema mecánico denominado tornamesa o quinta rueda.		
Vehículos Especiales (3)		Aquellos que pueden afectar sensiblemente al tráfico a causa de sus grandes dimensiones, de su lentitud de movimiento, o de ambas cosas a la vez. Se incluyen los tractores agrícolas con o sin remolque, los vehículos gigantes de transporte y la maquinaria de construcción, entre otros.	

NOTAS (1) Ver art. 5 del Reglamento Nacional de Vehículos
(2) Ver art. 6 del Reglamento Nacional de Vehículos
(3) No previstos en el Reglamento Nacional de Vehículos

Se ha considerado incluir a las Mototaxis, conociendo que en este Asentamiento Humano transitan en “cantidad” estos vehículos, por lo que se ha tomado en cuenta en este estudio.

7. Relación entre el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA) y Semanal (TPDS)

Como no es posible disponer de registros de volúmenes a lo largo de un año en todas las vías, se puede estimar el TPDA en base al TPDS como se muestra a continuación:

$$IMDA = TPDA = TPDS \pm A$$

DESVIACIÓN ESTANDAR MUESTRAL(S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (TD_i - TPDS)^2}{n-1}}$$

DESVIACIÓN ESTANDAR DE LA POBLACIÓN ESTIMADA (σ')

$$\sigma' = \frac{s}{\sqrt{n}} \left(\sqrt{\frac{(N-n)}{(N-1)}} \right)$$

MÁXIMA DIFERENCIA ENTRE TPDS Y TPDA

$$A = K * \sigma'$$

Dónde:

TPDS = Tránsito Promedio Diario Semanal.

TPDA = IMDA = Índice de Tránsito Promedio Diario Anual.

K = número de desviaciones estándar que corresponde a la confiabilidad deseada

σ' = Parámetro estimador de la desviación estándar poblacional.

S = Parámetro desviación estándar de la distribución de los volúmenes de tránsito diario.

N = tamaño de la población del número de días de aforo

n = tamaño de la muestra del número de días de aforo.

TD_i = volumen de tránsito del día "i".

A = variación de volumen entre TPDS Y TPDA

Cálculos:

RELACIÓN ENTRE LOS VOLÚMENES DE TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO, SEMANAL, ANUAL

DESVIACIÓN ESTANDAR MUESTRAL(S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (TDi - TPDS)^2}{n - 1}}$$

n = 7 días de trabajo
s = 25.99 vehículos mixtos por día

DESVIACIÓN ESTANDAR DE LA POBLACIÓN ESTIMADA (σ')

$$\sigma' = \frac{S}{\sqrt{n^* \frac{(N - n)}{(N - 1)}}}$$

N = 365 días del año
 $\sigma' = 9.86$

MÁXIMA DIFERENCIA ENTRE TPDA Y TPDS

$$A = K * \sigma'$$

Cuadro 10. Valores de K para distintos niveles de confiabilidad

Nivel de Confiabilidad (%)	K
89.6	1.5
90.0	1.64
95.0	1.96
96.0	2.0
98.1	2.5

Asumiendo un Nivel de Confiabilidad del 95%, tenemos que

k = 1.96

Entonces: $A = 1.96 * 9.86$

A = 19.331

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL

$$TPDA_{oIMDA} = TPDS \pm A$$

TPDS = 283 veh/día

TPDA o IMDA = 283 ± 19.331

IMDA= 302.76 veh/día

IMDA= 264.10 veh/día

IMDA del aforo = 303 veh/día

Cuadro 11. Índice medio diario del proyecto

Tipo de vehículo	IMDA	IMDA ajustado
Mototaxi	82	88
Automóvil	61	65
Station Wagon	11	13
Camioneta	29	31
Micro	9	10
Camión 2E	18	19
Camión 3E	20	21
Camión 4E	21	22
Semi trayler 2S2	20	21
Semi trayler 3S3	12	13
IMDA	283	303

Elaboración propia

Entonces el TPDA ajustado a la situación más crítica, lo cual sería:

TPDA = IMDA= 303 Veh/día.

8. Determinación del peso de los vehículos

Para la obtención del factor de equivalencia de cargas (FEC) resulta necesario y conveniente elaborar una tabla de conteo y pesaje de los ejes de vehículos (livianos y pesados) que atraviesan una carretera o vía por un punto determinado durante un período definido, agrupándolos de acuerdo a su carga por eje, así como la disposición de sus ejes.

Por el tipo de vías a pavimentar (Vías Locales) no es factible o justificable el pesaje de los vehículos con una Estación de Pesaje(estaciones pesadoras) o de censo de cargas, tales como las que se efectúan en un peaje o con una balanza automatizada de peajes o balanza portátil (zona de estudio), así como la medida de la presión de llantas de la muestra de vehículos representativa de vehículos que transitan por la vía(s) objeto de estudio, y cotejar si el censo de las cargas transportadas sobre la vía son las autorizadas por el Diagrama de cargas Permisibles de los pesajes de vehículos autorizados por el MTC.

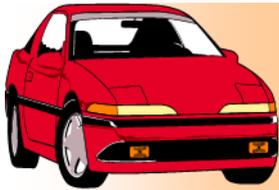
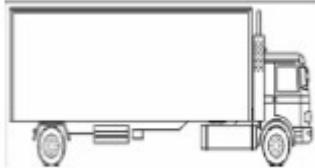
Por la razón expuesta para la estimación de las cargas axiales, dimensiones y pesos de los vehículos se usará lo dictaminado por la aprobación del

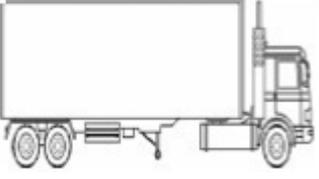
Reglamento Nacional de Vehículos D.S Nº 058-2003-MTC – Anexo IV, según Manual del MTC.

Como se dijo con anterioridad, las Mototaxis no influyen mucho en el diseño de pavimento por tener un peso menor de 1 Tn, pero se tomara en cuenta para el cálculo del ESAL tomando el factor camión, ya que estos vehículos livianos son de gran proporción en el área de estudio.

Teniéndose para la zona de diseño la siguiente configuración de vehículos, para lo cual se ha creído conveniente, emplear las cargas máximas permitidas por la Norma de Pesos y dimensiones de vehículos, publicados por el MTC:

Figura 4. Peso Bruto de Vehículos mayores de 1 Tn

TIPO DE CONFIGURACIÓN	REPRESENTACIÓN DEL VEHÍCULO	PESO BRUTO (Tn)
Autos (AP)		2
STATION WAGON (SW2)		2
Camionetas (AC)		4.9
Micro (B2)		18
Camión 2E (C2)		18

Camión 3E (C3)		25
Camión 4E (C4)		30
Semi Trayler (T2S2)		36
Semi Trayler (T3S3)		50

Fuente: Elaboración Propia.

La norma además indica que el máximo peso por eje (independiente) o grupo de ejes para el tipo de vehículos que circulan por las vías o carreteras deben tener un peso máximo de 48,000 kg.

9. Configuración de los ejes

A continuación, se muestra la configuración usual de los ejes adoptados en el país y el mundo.

Figura 5. Configuración de ejes



Eje simple -
rueda doble



Eje tándem –
rueda doble



Eje triple –
rueda doble

Cuadro 12. Diferentes Configuraciones de Ejes

Eje(s)	Neumático	Gráfico			Nomenclatura
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	
Simple	2				1RS
Simple	4				1RD
Tandem	6				1RS + 1RD
Tandem	8				2RD
Tridem	10				1RS + 2RD
Tridem	12				3RD

Fuente: adaptado del Reglamento Nacional de Vehículos- MTC

10. Cálculo del Factor Camión

Se entiende por factor camión al número de aplicaciones de ejes estándar de 80 kN, correspondiente al paso de un vehículo. El factor camión se puede obtener por pesaje. El peso es un método costoso para proyectos pequeños; por lo tanto, cuando se deba efectuar el diseño para un tramo de vía en la cual no se tengan datos sobre el pesaje quedan dos alternativas:

- Asumir el F.C. conocido de una vía cuyas características sean similares.
- Estimar el F.C. por algún método empírico.

A la suma de los FEC (factores de equivalencia de carga) se le conoce como FACTOR CAMIÓN, más la suma de los factores por presión dan los factores resultantes.

10.1. Factor de Equivalencia de Carga (FEC)

Es el número de aplicaciones equivalentes a una carga por eje simple de 18,000 lb en una pasada de un eje dado. Es decir los factores de equivalencia de carga (FEC) transforman las repeticiones de un eje cualquiera, a un número de repeticiones del eje patrón que causan el mismo efecto daño sobre el pavimento que el daño causado por ese eje cualquiera.

Estos factores pueden expresarse en términos de la magnitud de las cargas involucradas, debiendo pertenecer a una misma configuración de ejes y número de llantas.

Los FEC dependen de:

- Sistema de eje vehicular.
- Tipo de pavimento.
- Índice de servicio final de del pavimento.
- Condición estructural del pavimento.

-Por el Método AASHTO 93

La AASHTO para pavimentos asfálticos determinó que el valor de “n” oscila en el rango de **3.8 - 4.2**, sugiriendo para el diseño del pavimento usar el valor de 4.0, conociéndose a esto como **“Ley de la Cuarta Potencia”**.

$$\text{FEC} = (\text{Pi}/\text{Pr}) ^n$$

n = Coeficiente empírico

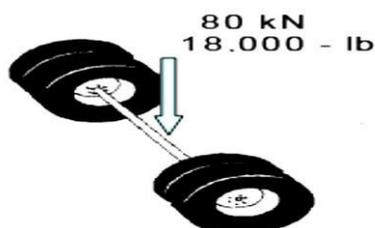
Pi = Carga considerada por eje

Pr = Carga de referencia por eje

Cargas por eje de referencia

La AASHTO ROAS TEST adoptó como patrón o carga de referencia a un eje simple con sistema de ruda doble de una magnitud de 80 KN (18kips o 8.2 TN o 18,000 Lb) con llantas a una presión de 80 lb/pulg², con el supuesto que esta ejercía un daño unitario igual a 1.00 sobre el pavimento.

Figura 6. Eje patrón de Diseño



Fuente: Piscoya y Nanfuñay (2016)

La Guía AASTHO 93 sugiere el uso de relaciones simplificadas para las distintas configuraciones de ejes de vehículos y tipo de pavimento.

Cuadro 13. Relación de Cargas por Eje para determinar EE en Pavimentos Flexibles y Semirrígidos

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

Fuente: Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos en base a las correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO '93.

Cálculo del factor camión para diseño de pavimento flexible

A continuación pasaremos a calcular los FEC (factores de equivalencia de carga por eje) y el factor Camión para nuestros vehículos de diseño:

Cuadro 14. Factores de equivalencia de carga y factor camión

Tipo de vehículo	Carga (Tn)	PESO POR EJES (Tn)		Tipo de eje	FEC por ejes	Factor camión
		EJE	Lx			
Automóvil (AP)	2	Del.	1	simple	0.00053	0.00105
		Post. 01	1	simple	0.00053	
Station wagon (SW2)	2	Del.	1	simple	0.00053	0.00105
		Post. 01	1	simple	0.00053	
Camioneta (AC)	4.9	Del.	1.6	simple	0.00345	0.06595
		Post. 01	3.3	simple	0.06250	
Micro (B2)	18	Del.	7	simple	0.53105	3.76934
		Post. 01	11	simple	3.23829	
Camión 2E (C2)	18	Del.	7	simple	0.53105	3.76934
		Post. 01	11	simple	3.23829	
Camión 3E (C3)	25	Del.	7	simple	0.53105	2.71903
		Post. 01	18	tandem	2.18798	
Camión 4E (C4)	30	Del.	7	simple	0.53105	2.03924
		Post. 01	23	tridem	1.50818	
Semi Trayler (T2S2)	36	Del.	7	simple	0.53105	5.78855
		Post. 01	11	simple	3.23829	
		Post. 02	18	tandem	2.01921	
Semi Trayler (T3S3)	50	Del.	7	simple	0.53105	4.63803
		Post. 01	18	tandem	2.01921	
		Post. 02	25	tridem	2.08777	

Fuente: Elaboración propia

-Por el Método INSTITUTO DEL ASFALTO

Para el cálculo de los factores de camión o equivalencia de carga se ha hecho uso del Cuadro 15, en base al Anexo IV: Pesos y Medidas del Reglamento Nacional de Vehículos (RNV) que se basa en el manual para diseño de espesores (MS-1) del Instituto del Asfalto. Obteniéndolo a través de convertir los pesos en Tn a Lb. Luego interpolando por medio de los valores de la tabla en mención

Cuadro 15. Factores de equivalencia de carga

Carga por eje		Factores de equivalencia de carga			Carga por eje		Factores de equivalencia de carga		
kN	lb	Ejes simples	Ejes tándem	Ejes tridem	kN	lb	Ejes simples	Ejes tándem	Ejes tridem
4.45	1,000	0.00002			182.5	41,000	23.27	2.29	0.540
8.9	2,000	0.00018			187.0	42,000	25.64	2.51	0.597
13.35	3,000	0.00072			191.3	43,000	28.22	2.76	0.658
17.8	4,000	0.00209			195.7	44,000	31.00	3.00	0.723
22.25	5,000	0.00500			200.0	45,000	34.00	3.27	0.793
26.7	6,000	0.01043			204.5	46,000	37.24	3.55	0.868
31.15	7,000	0.0196			209.0	47,000	40.74	3.85	0.948
35.6	8,000	0.0343			213.5	48,000	44.50	4.17	1.033
40.0	9,000	0.0562			218.0	49,000	48.54	4.51	1.12
44.5	10,000	0.0877	0.00688	0.002	222.4	50,000	52.88	4.86	1.22
48.9	11,000	0.1311	0.01008	0.002	226.8	51,000		5.23	1.32
53.4	12,000	0.189	0.0144	0.003	231.3	52,000		5.63	1.43
57.8	13,000	0.264	0.0199	0.005	235.7	53,000		6.04	1.54
62.3	14,000	0.360	0.0270	0.006	240.2	54,000		6.47	1.66
66.7	15,000	0.478	0.0360	0.008	244.6	55,000		6.93	1.78
71.2	16,000	0.623	0.0472	0.011	249.0	56,000		7.41	1.91
75.6	17,000	0.796	0.0608	0.014	253.5	57,000		7.92	2.05
80.0	18,000	1.000	0.0773	0.017	258.0	58,000		8.45	2.20
84.5	19,000	1.24	0.0971	0.022	262.5	59,000		9.01	2.35
89.0	20,000	1.51	0.1206	0.027	267.0	60,000		9.59	2.51
93.4	21,000	1.83	0.148	0.033	271.3	61,000		10.20	2.67
97.8	22,000	2.18	0.180	0.040	275.8	62,000		10.84	2.85
102.3	23,000	2.58	0.217	0.048	280.2	63,000		11.52	3.03
106.8	24,000	3.03	0.260	0.057	284.5	64,000		12.22	3.22
111.2	25,000	3.53	0.308	0.067	289.0	65,000		12.96	3.41
115.6	26,000	4.09	0.364	0.080	293.5	66,000		13.73	3.62
120.0	27,000	4.71	0.426	0.093	298.0	67,000		14.54	3.83
124.5	28,000	5.39	0.495	0.109	302.5	68,000		15.38	4.05
129.0	29,000	6.14	0.572	0.126	307.0	69,000		16.26	4.28
133.5	30,000	6.97	0.658	0.145	311.5	70,000		17.19	4.52
138.0	31,000	7.88	0.753	0.167	316.0	71,000		18.15	4.77
142.3	32,000	8.88	0.857	0.191	320.0	72,000		19.16	5.03
146.8	33,000	9.98	0.971	0.217	325.0	73,000		20.22	5.29
151.2	34,000	11.18	1.095	0.246	329.0	74,000		21.32	5.57
155.7	35,000	12.50	1.23	0.278	333.5	75,000		22.47	5.86
160.0	36,000	13.93	1.38	0.313	338.0	76,000		23.66	6.15
164.5	37,000	15.50	1.53	0.352	342.5	77,000		24.91	6.46
169.0	38,000	17.20	1.70	0.393	347.0	78,000		26.22	6.78
173.5	39,000	19.06	1.89	0.438	351.5	79,000		27.58	7.11
178.0	40,000	21.08	2.08	0.487	356.0	80,000		28.99	7.45

Nota: kN convertidos a lb están dentro del 0.1 % de lb mostradas.
Fuente: Instituto del Asfalto, Manual para Diseño de Espesores (MS-1) 1991

A continuación pasaremos a calcular los FEC (factores de equivalencia de carga por eje); y el factor Camión para nuestros vehículos de diseño:

Cuadro 16. Factores de equivalencia de carga y factor camión

Tipo de vehículo	Carga (Tn)	PESO POR EJES (Tn)		Carga por EJES (Lb)	Tipo de eje	FEC por ejes	Factor camión
		EJE	Lx				
Automóvil (AP)	2	Del.	1	2204	simple	0.00029	0.00058
		Post. 01	1	2204	simple	0.00029	
Station wagon (SW2)	2	Del.	1	2204	simple	0.00029	0.00058
		Post. 01	1	2204	simple	0.00029	
Camioneta (AC)	4.9	Del.	1.6	3527	simple	0.00144	0.02508
		Post. 01	3.3	7275	simple	0.02364	
Micro (B2)	18	Del.	7	15432	simple	0.54064	3.69564
		Post. 01	11	24250	simple	3.155	
Camión 2E (C2)	18	Del.	7	15432	simple	0.54064	3.69564
		Post. 01	11	24250	simple	3.155	
Camión 3E (C3)	25	Del.	7	15432	simple	0.54064	2.56041
		Post. 01	18	39683	tandem	2.01977	
Camión 4E (C4)	30	Del.	7	15432	simple	0.54064	1.83124
		Post. 01	23	50706	tridem	1.2906	
Semi Trayler (T2S2)	36	Del.	7	15432	simple	0.54064	5.71541
		Post. 01	11	24250	simple	3.155	
		Post. 02	18	39683	tandem	2.01977	
Semi Trayler (T3S3)	50	Del.	7	15432	simple	0.54064	4.40736
		Post. 01	18	39683	tandem	2.01977	
		Post. 02	25	55515	tridem	1.84695	

Fuente: Elaboración propia

Consideración:

- FACTOR CAMIÓN PARA VEHÍCULOS LIVIANOS DE FC = 0.0001*, TOMADO DEL D.S. N° 034 - 2001 – MTC.

Las Mototaxis, autos, Station Wagon y camioneta no se incorporan en la presente norma, porque el paso de un vehículo ejerce un daño no significativo en el pavimento. Pero como se dijo con anterioridad, la cantidad que estos vehículos circulan en el área de estudio hace que se tome en cuenta.

Para el presente estudio, el factor camión solo para las Mototaxis se tomara en base a lo mencionado (*) para ambos métodos.

Cuadro 17.
Resumen de configuración vehicular del RNV
ANEXO IV: PESOS Y MEDIDAS
1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C2		12,30	7	11	---	---	---	18
C3		13,20	7	18	---	---	---	25
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	---	---	---	30
T2S2		20,50	7	11	18	---	---	36
T3S3		20,50	7	18	25	---	---	48 ⁽²⁾
B2		13,20	7	11	---	---	---	18

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos

11. Presión de Inflado de Llantas

Para el cálculo de los ajustes de factores de presión de llantas, se usan valores del manual MTC, pudiéndose interpolar valores intermedios. Los valores presentados en el cuadro adjunto han sido elaborados mediante correlaciones de valores de EAL (Adjustment Factor for Tire Pressures del

Manual MS-1 del I.A), variando la presión inicial de 70 psi por la inicial de 80 psi, adaptada para efectos del manual MTC-2014.

Consiste en ajustar la presión obtenida en campo y multiplicarla por 0.90 con los factores de Presión de inflado de la llanta según lo indicado en el cuadro anterior.



Cuadro 18. Factor de ajuste (FA) por presión de neumático para Ejes Equivalentes

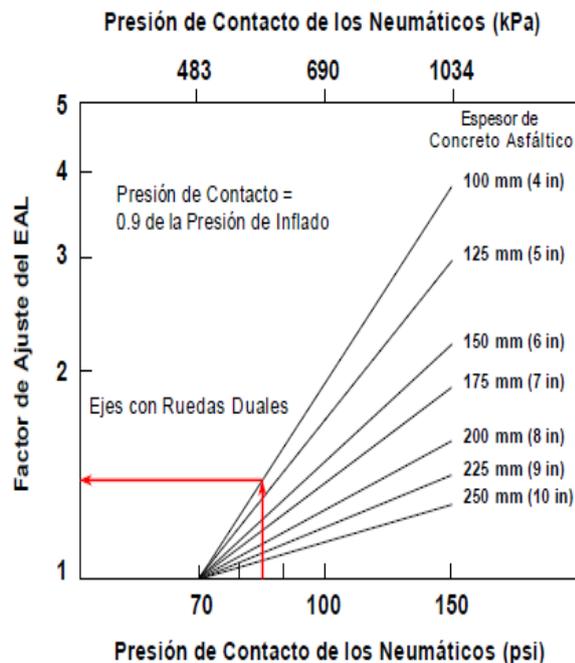
Espeso de capa de rodadura (mm)	Presión de contacto del neumático (PCN) en psc $PCN = 0.90 \times$ (Presión de Inflado del Neumático) (pai)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	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

Fuente: Elaborado por MEF, en base a correlaciones con la Figura IV -4 EAL del Manual MS-1 del I.A.

Para los vehículos de pasajeros la presión de inflado de los neumáticos es menor a 70 psi al igual que la presión de contacto, considerando este valor en la Figura 7 se obtiene un factor de ajuste de 1.00 (**FA=1.00**).

Para los vehículos de carga la presión de inflado de los neumáticos es 95 psi y la presión de contacto de los neumáticos es igual al 90% de la presión de inflado ósea 85.5 psi, con este valor y considerando un espesor de concreto asfáltico igual a 100 mm en la Figura 7 se obtiene un factor de ajuste de 1.48.

Figura 7. Factor de ajuste del EAL por las presiones de los neumáticos



Fuente: Instituto del Asfalto Manual para Diseño de Espesores (MS-1) 1991

La presión promedio de inflado de vehículos de carga (P_i) es:

$P_i = 95$ psi

La presión de contacto (P_c) es:

$$P_c = 0.90 * P_i$$

$P_c = 0.90 * 95 = 85.5$ psi

Asumiendo el menor valor del concreto asfáltico:

4 in = 100 mm (situación crítica)

FA = 1.48 Esto se corrobora con el cuadro 18.

12. Periodo de análisis y período de diseño

12.1. Período de análisis

Se define como "período de análisis" al lapso que debe ser cubierto por cualquier estrategia de diseño. Normalmente, coincide con el "período de diseño"; sin embargo, limitaciones prácticas y realistas en el comportamiento de ciertos casos de diseño de pavimentos, pueden hacer necesario que se consideren varias etapas de construcción, o una rehabilitación programada, que permita el alcanzar el período de análisis deseado.

Para vías troncales y autopistas se sugiere de 20 a 30 años, actualmente se viene usando períodos de hasta 30 años para el caso de autopistas urbanas. Para vías o calles locales de la zona de estudio se está considerando una etapa de 20 años de análisis, por las condiciones del tipo de tráfico y vías.

12.2. Período de diseño

Se denomina "período de diseño" al lapso que se requiere para que una estructura de pavimento nueva o rehabilitada se deteriore de su nivel inicial de serviciabilidad, hasta su nivel establecido de serviciabilidad final. De manera general para el caso de vías urbanas, se debe tener la concepción que para reconstrucción, el pavimento rígido no será menor de 20 años y para pavimento flexible no podrá ser menor a 10 años.

Culminado el período de diseño puede esperarse que del pavimento requiera un refuerzo, una rehabilitación, una sobre carpeta o recapeo, para recuperar su capacidad adecuada de funcionamiento (servicio).

12.3. Limitaciones relacionadas con el tiempo (años) de diseño

La elección de varios períodos de diseño y de niveles de servicapacidad también denominada "serviciabilidad", condicionan al diseñador a estudiar estrategias de diseño de alternativas de construcción por etapas que requerirán la construcción de una estructura inicial más débil y por ende un programa preestablecido de repavimentación y mantenimiento; o por el contrario diseñar una estructura que necesitará bajo nivel de

mantenimiento, que prácticamente durará todo el período de diseño seleccionado.

Los lapsos de diseño sugeridos por la Guía AASHTO son:

Cuadro 19. Períodos recomendados de Diseño

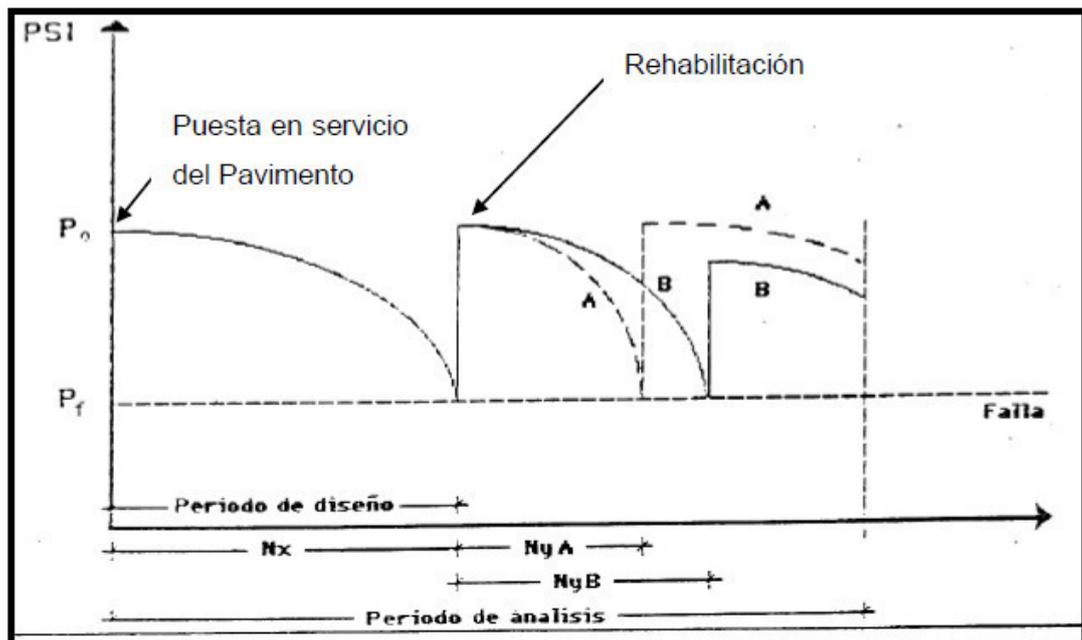
Tipo de facilidad vial	Período de (en años)	
	análisis	diseño
Urbana de alto volumen	30 – 50	15-20 (30)
Interurbana de alto volumen	20 – 50	15-20 (30)
De bajo volumen		
° pavimentada con asfalto	15 – 25	5-12
° con rodamiento sin tratamiento	10 – 20	5-8

(Base granular sin capa asfáltica)

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

La Figura siguiente, permite entender el concepto de período de análisis en un diseño de pavimentos:

Figura 8. Representación gráfica del Período de Análisis



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

La vida útil de un pavimento no puede confundirse con su período de diseño ni período de análisis (abarca varios periodos de diseño, pavimentación por etapas), ya que esta puede durar o extenderse de manera indefinida con la utilización de carpetas asfálticas de refuerzo u otras medidas de rehabilitación,

o por lo contrario se vería reducida su vida útil por fallas prematuras del sub diseño de del pavimento.

13. Determinación del factor de crecimiento.

La dinámica de crecimiento socio-económico se relaciona con la tasa de crecimiento anual del tránsito. Generalmente la tasa de crecimiento anual para vehículos ligeros se relaciona con la tasa anual de crecimiento de la población, y para vehículos pesados con la tasa anual de crecimiento del PBI. La tasa anual de crecimiento del tránsito varía de 2 – 6%.

Según el INEI el último dato registrado de la tasa de crecimiento anual en Lambayeque es del 2015, cuya tasa es de 1.5 %, también usando la formula se puede estimar la tasa para este año (2018), el cual es de 2.15%.

El PBI en la región Lambayeque según el INEI registrado el año 2014 es de 2.20 %.

Para la presente tesis se adoptará un factor de crecimiento de 4% (promedio de 2-6%). Para tanto vehículos de pasajeros como también para vehículos de carga.

$$F.C. = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

Donde:

r =Tasa de crecimiento anual.

n= Periodo de diseño.

Cálculo:

r= 4 %

Para:

n= 10 años F.C.= 12.01

n= 20 años F.C.= 29.78

El siguiente cuadro proporciona el criterio para seleccionar el factor de crecimiento acumulado para el periodo de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento (r) y el periodo de análisis en años.

Cuadro 20. Factor de crecimiento

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	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

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

De la misma forma esta tabla es usada para el diseño con el método del Instituto del Asfalto.

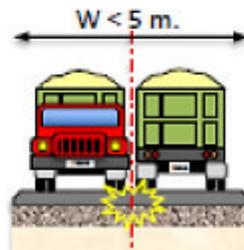
14. Factor Distribución Direccional y Factor Carril

14.1. Factor de Distribución Direccional (FD)

Este factor permite estimar el porcentaje del total de vehículos que circularán en una dirección o sentido, específica de diseño.

Cuadro 21. Factor Direccional para pavimentos flexibles en vías de bajo volumen de tránsito

Ancho de calzada	Tránsito para el carril de diseño	Factor direccional (FD)
Menos de 5 metros	Total en los dos sentidos	1.00
Entre 5 metros y menos de 6 metros	¾ del total en los dos sentidos	0.75
6 metros o más	½ del total en los dos sentidos	0.50



Fuente: Instituto Nacional de Vías del Ministerio de Transportes de Colombia (INVIAS). Año 2007

Se adopta un factor de distribución por dirección (FD) de 0.50, es decir que del total del flujo vehicular censado, la mitad va por cada dirección.

14.2. Factor de Carril

Este factor le asigna al carril de diseño (para el Tránsito ya asignado al sentido de circulación), el porcentaje del total de vehículos que transitarán por ese carril o que le corresponde al carril con mayor tránsito vehicular, en la que el tráfico por dirección generalmente se canaliza por dicho carril.

- **Según el Método AASHTO 93**

Cuadro 22. Factor de distribución de carril

Número de carriles en cada dirección	LD
1	1.00
2	0.80 - 1.00
3	0.60 - 0.80
4	0.50 - 0.75

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

El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD (Cuadro 23)

Cuadro 23. Factores FD y FC para calcular el tránsito en el Carril de diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (FD)	Factor Carril (LD)	Factor Ponderado FDxLD 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: Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, en base a datos de la Guía AASHTO-93

Factor de distribución por carril, se adoptara un factor de distribución por carril (LD) de 1.00.

Según el Método del Instituto del Asfalto

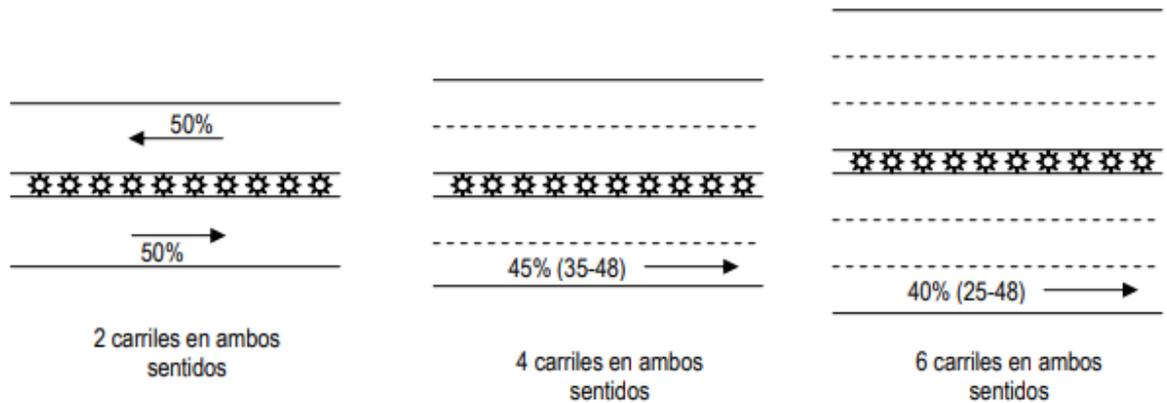
Cuadro 24. Porcentaje del tráfico total de camiones en el carril de diseño

Número de carriles (dos direcciones)	Porcentaje de camiones en el carril de diseño
2	50
4	45 (35 - 48)*
6 ó más	40 (25 - 48)*

*Rango probable

Fuente: Instituto del Asfalto, Manual para Diseño de Espesores (MS-1) 1991

Gráficamente se puede representar:



El Carril de diseño para este método es de 50 %.

$C_d = 0.50$

15. Cálculo de los ESAL de Diseño (EE, EAL o W18)

Las cargas de tráfico vehicular impuestas al pavimento, están expresadas en ESALs, Equivalent Single Axle Loads 18-kip o 80-kN o 8.2 Tn, que se denominan Ejes Equivalentes (EE). La sumatoria de ESALs durante el periodo de diseño es referida como (W18) o ESALD, en el presente manual se denominan número de repeticiones de EE de 8.2 Tn.

En el diseño estructural de un pavimento la demanda vehicular que más importancia tiene para el diseño es la de los vehículos pesados (ómnibus y camiones).

En nuestra zona de estudio, en el conteo vehicular se registró el pase de Mototaxis, automóviles, station wagon, camionetas, micros, camiones y semi trayler. Para determinar el W18 de 18 Kips en el carril y período de diseño, el resultado final será la suma de los distintos tipos de vehículos pesados y livianos considerados.

15.1. ESALs DE DISEÑO- MÉTODO AASHTO 93

La fórmula general usada es la siguiente:

$$\text{ESALs de diseño} = W18 = \text{IMDA} * \text{FCamión} * \text{FD} * \text{Fc} * 365 * \text{LD}$$

IMDA= Índice Medio Diario Anual, según vehículo.

LD = Factor de distribución Carril.

FD = Factor de distribución direccional.

FCamión = Factor Camión.

Fc = Factor de Crecimiento Acumulado por vehículo.

365 = Número de días del año.

Para n= 10 años

Cuadro 25. ESALs (W18 o EE) de diseño para un período de 10 Años.

TIPO DE VEHÍCULO	IMDa	FACTOR CAMION (FCamión)	Factor de crecimiento (Fc)	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	*365	FACTOR CARRIL (LD)	ESAL
Mototaxi	88	0.0001	12.01	0.5	365	1	19.28806
Automóvil	65	0.00105	12.01	0.5	365	1	150.1666479
Station Wagon	13	0.00105	12.01	0.5	365	1	30.03332958
Camioneta	31	0.06595	12.01	0.5	365	1	4481.338603
Micro	10	3.76934	12.01	0.5	365	1	82617.30568
Camión 2E	19	3.76934	12.01	0.5	365	1	156972.8808
Camión 3E	21	2.71903	12.01	0.5	365	1	125152.428
Camión 4E	22	2.03924	12.01	0.5	365	1	98332.2288
Semi trayler 2S2	21	5.78855	12.01	0.5	365	1	266437.355
Semi trayler 3S3	13	4.63803	12.01	0.5	365	1	132154.764
total ESAL							866347.79
W18							8.66E+05

Fuente: Elaboración propia

15.2. EAL DE DISEÑO- MÉTODO INSTITUTO DEL ASFALTO

Para el Instituto del Asfalto se denomina EAL (Equivalent Axle Load).

La fórmula general usada es la siguiente:

$$\text{EAL de diseño} = \text{IMDA} * \text{FCamión} * \text{FA} * \text{Fc} * 365 * \text{Cd}$$

IMDA= Índice Medio Diario Anual, según vehículo.

Cd = Carril de diseño.

FA = Factor de Ajuste por presión de Neumático.

FCamión = Factor Camión.

Fc = Factor de Crecimiento Acumulado por vehículo.

365 = Número de días del año.

Para n= 10 años

Cuadro 26. EAL de diseño para un período de 10 Años.

TIPO DE VEHÍCULO	IMDa	FACTOR CAMION (FCamión)	Factor de ajuste (FA)	Factor de crecimiento (Fc)	*365	CARRIL DE DISEÑO (Cd)	EAL
Mototaxi	88	0.00010	1.00	12.01	365	0.5	19.28806
Automóvil	65	0.00058	1.00	12.01	365	0.5	82.67739
Station Wagon	13	0.00058	1.00	12.01	365	0.5	16.53548
Camioneta	31	0.02508	1.00	12.01	365	0.5	1704.40518
Micro	10	3.69564	1.00	12.01	365	0.5	81001.96143
Camión 2E	19	3.69564	1.48	12.01	365	0.5	227777.51554
Camión 3E	21	2.56041	1.48	12.01	365	0.5	174420.04775
Camión 4E	22	1.83124	1.48	12.01	365	0.5	130687.94788
Semi trayler 2S2	21	5.71541	1.48	12.01	365	0.5	389344.70850
Semi trayler 3S3	13	4.40736	1.48	12.01	365	0.5	185861.51365
EAL							1190916.60
							1.19E+06

Fuente: Elaboración propia

16. Clasificación de Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en el Periodo de Diseño.

Según Manual del MTC-2014, para pavimentos rígidos, flexibles y semirrígidos están clasificados en quince (15) rangos de Número de Repeticiones de EE en el carril y periodo de diseño, desde 75,000 EE hasta 30'000,000 EE, será objeto de estudio especial, por lo que el diseñador ejecutará un análisis técnico de alternativas de pavimento y sustentará la solución planteada.

Cuadro 27. Número de Repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles, Semi-rígidos y Rígidos

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP0	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TP1	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP2	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP4	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
TP5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
TP9	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
TP10	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
TP11	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
TP12	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
TP13	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
TP14	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
TP15	> 30'000,000 EE

Fuente: Manual de carreteras "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos". MTC – 2014.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se presenta dos Ejes equivalentes de diseño por ambos métodos (AASHTO 93 e instituto del Asfalto), ya que el método primero se llama Número de ESAL (W18) mientras que, para el segundo método es el EAL de diseño, ambos tienen el mismo concepto, que es la cantidad pronosticada de repeticiones de ejes equivalentes a una carga por eje simple de 8.2 Tn o 18,000 lb (80 kN) para un periodo determinado.
- El 67.84% del tráfico corresponde a los vehículos ligeros, y el 32.16% corresponde a vehículos pesados.
- Se ha adoptado un periodo de diseño de 10 años cumpliendo con lo establecido por ambos métodos, además teniendo en cuenta que el diseño sea óptimo, por lo que con criterio se tuvo presente lo que va repercutir en el costo; a mayor periodo de diseño mayor son los espesores de la estructura del pavimento y siendo calles donde el tránsito pesado no es demasiado (ver el IMDa), en comparación si fuera una carretera, es elegible esa cantidad de años como periodo de diseño.
- A continuación, en la tabla se presenta el resumen del resultado del cálculo del EAL de diseño (método del Instituto del Asfalto) y del N^o total de ESALs (método AASHTO 93).

PAVIMENTO FLEXIBLE	
ASSTHO 1993	INSTITUTO DEL ASFALTO
866,347.79	1,190,916.60
8.66×10^5	1.19×10^6

FUENTES DE REFERENCIA

- AASHTO (1993). AASHTO guide for design of pavement structure, American Association of State and Highway Transportation Officials. Estados Unidos.
- ASPHALT INSTITUTE (1991). Thickness Design: Asphalt Pavements for Highways and Streets, Manual Series No. I (MS-1). Estados Unidos: College Park, MD.
- Burga, A. y Chávez, O. (2015). Diseño de pavimento en la Urb. Santa María distrito de José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque. Perú: Universidad Pedro Ruiz Gallo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- Lozano, D. (2015). Diseño óptimo de la estructura del pavimento flexible en la H.U.P. Villa Victoria del Distrito de Nuevo Chimbote, mediante el método del Instituto del Asfalto y AASHTO. Nuevo Chimbote – Perú: Universidad Nacional del Santa. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima, Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. SNIP. Primera Edición. Lima-Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y Pavimentos. Lima, Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2003). Reglamento Nacional de Vehículos. Lima, Perú.
- Piscocoya, J. y Nanfuñay, M. (2016). Diseño de pavimentación y veredas en la Unidad Vecinal Alto Perú del Distrito de Ferreñafe, Provincia de Ferreñafe, Departamento de Lambayeque. Chiclayo –Perú: Universidad Cesar Vallejo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO



Paso de vehículos como taxis



Paso de unidades motorizadas



El tránsito pesado se hace presente en la calle Daniel Alcides Carriño



Transitan camionetas en regular cantidad



Gran cantidad de mototaxis transitan en el A.H. San Lorenzo



Calle San Pedro, tomando conteo diario

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA VIA	INTERSECCION AV. VENEZUELA Y CA. SAN LUCAS		ESTACION	PC-02
SENTIDO	E		DIA	Miercoles 05
UBICACIÓN	A.H.SAN LORENZO		FECHA	sep-18

HORA	SENTIDO (AMBOS)	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TOTAL		
					PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3		2T2	2T3	3T2	3T3
7:00 - 8:00		4	4				1				1									11
8:00 - 9:00		2	2	1	2						1	2	1							11
9:00 - 10:00		2	2	1	1		1				1	1	1							11
10:00 - 11:00		3	2								1	1	2	1						10
11:00 - 12:00		2	2				1				1	1	1	1						9
12:00 - 1:00		3	2	2	1		1				1	1	1	1						15
1:00 - 2:00		4	1	1			1				1	1	1							9
2:00 - 3:00		5	1		1		1				1	1	1	1						12
3:00 - 4:00		3	3	1			1				1	1	1							11
4:00 - 5:00		4	1	1	1		1				1	1	1	1						12
5:00 - 6:00		1	1								1	1	1							4
6:00 - 7:00		2	1								1	1	1							4
TOTALES		35	22	7	6	6	5	5	8	10	9	5	6	6	6	6	6	6	119	

ESTUDIO DE CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA VIA	INTERSECCION AV. VENEZUELA Y CA. SAN LUCAS	
SENTIDO	E	S
UBICACIÓN	A.H.SAN LORENZO	

ESTACION	PC-02
DIA	Sabado 08
FECHA	sep-18

HORA	SENTIDO (AMBOS)	MOTOTAXI	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER			TOTAL			
						PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3		3T2	3T3	
7:00 - 8:00		5	1	1	1			1														13	
8:00 - 9:00		2	2	1	1																		10
9:00 - 10:00		1	4	1	1			1															14
10:00 - 11:00		1	2					1															9
11:00 - 12:00		2	2					1															10
12:00 - 1:00		1	2					1															11
1:00 - 2:00		4	1					1															11
2:00 - 3:00		5	2					1															13
3:00 - 4:00		3	3					1															12
4:00 - 5:00		4	2					1															12
5:00 - 6:00		1	1																				7
6:00 - 7:00		2	1					1															7
TOTALES		31	23	8	5	0	9	6	11	12	11	5	8	8	129								

ANEXO 06:
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo Telf.: 21-5988 - Cel.: 990401751 - E-mail: seringtec@gmail.com - RUC: 20561140686

INFORME GEOTECNICO N° 003-11-17

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO DE TESIS:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE
COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN
LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ
LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

UBICACIÓN:

H. U. : SAN LORENZO
DISTRITO : JOSE L. ORTIZ
PROVINCIA : CHICLAYO
DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

SOLICITANTE:

BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2017

CHICLAYO - PERU



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo Telf.: 21-5988 - Cel.: 990401751 - E-mail: seringtec@gmail.com - RUC: 20561140686

INDICE

- I. GENERALIDADES
- II. UBICACIÓN DEL PROYECTO
- III. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO
- IV. OBJETIVOS DEL ESTUDIO
- V. INVESTIGACION REALIZADA
 - 5.1. Trabajos de Campo
 - 5.2. Muestreo
 - 5.3. Ensayos de Laboratorio, comprende:
 - Ensayos Standard
 - Ensayos especiales
 - 5.4. Trabajos de Gabinete
- VI. ESTRATIGRAFIA DEL TERRENO EN ESTUDIO
- VII. NIVEL FREATICO
- VIII. CAPACIDAD DE SOPORTE C.B.R. DEL SUELO
- IX. DISEÑO DEL PAVIMENTO
Comprende: Metodología
- X. SALINIDAD EN EL SUELO DE FUNDACION
- XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
 - 13.1. Conclusiones.
 - 13.2. Recomendaciones.

ANEXOS:

- Registro de Estratigrafía
- Ensayos de Laboratorio
- Panel Fotográfico

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

MANUEL U. COYRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo Telf.: 21-5988 - Cel.: 990401751 - E-mail: seringtec@gmail.com - RUC: 20561140686

INFORME GEOTECNICO

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION

PROYECTO DE TESIS:

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE
COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN
LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO
ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE**

I. GENERALIDADES.

1.1. Introducción:

Uno de los puntos más importantes en lo que se refiere a las construcciones y al levantamiento de diferentes tipos de edificaciones, son las condiciones que ofrece el suelo; pues dependiendo de esto se determinara si es o no adecuado hacer una obra en un territorio, de tal forma para conocer las condiciones presentes en el suelo, es necesario realizar un estudio del suelo, a partir del cual se determinaran los factores que están presentes en un suelo y de los resultados que este estudio arroje se determinara si es o no apto el suelo para realizar trabajos de construcción de una obra proyectada.

1.2. Subrasante:

De la calidad de ésta 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.


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

3



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane Nº 1082 - La Victoria - Chiclayo Telf.: 21-5988 - Cel.: 990401751 – E-mail: seringtec@gmail.com – RUC: 20561140686

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. Los cambios de volumen en un suelo expansivo, pueden ocasionar graves daños a las estructuras que se apoyan sobre éste, por esta razón, al construir un pavimento hay que intentar al máximo controlar las variaciones volumétricas del mismo a causa de la humedad.

Es una parte esencial en el diseño de pavimentos. Tiene la particularidad de otorgar la respuesta estructural y el comportamiento del pavimento en construcción y operación.

La sub-rasante puede estar constituida por suelos en su estado natural, o por éstos con algún proceso de mejoramiento tal como la estabilización mecánica, la estabilización físico – química con aditivos como el cemento Portland, la cal, el asfalto, entre otras.

1.3. Pavimentos:

Los Pavimentos Flexibles o Rígidos son estructuras que descansan sobre el terreno de fundación, es por eso que a falta de datos sobre las características físicas u constitución del suelo sobre el cual se pretende construir una estructura, ha sido causa de que al construirse esta, se presenten sorpresas y gastos extraordinarios, es por eso que se hace imprescindible conocer las propiedades geomecánicas del terreno mediante un Estudio de Mecánica de Suelos antes de iniciarse la construcción.

Y con fines de garantizar el buen comportamiento de las obras que se tiene proyectado, es necesario e indispensable que dentro del Expediente Técnico a desarrollarse, se elabore dentro de un campo de fundamentos científicos.

1.4. Solicitante:

El presente Estudio de Mecánica de Suelos se elabora a solicitud del BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN, para el proyecto: *DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ.*

Y con fines de garantizar el buen comportamiento de las obras que se tiene proyectado, es necesario e indispensable que, dentro del Expediente Técnico a desarrollarse, se elabore dentro de un campo de fundamentos científicos.

SERINGTEC S.R.L.

Seringtec S.R.L. *F. Antomo Barturén Gonzales*
GERENTE TÉCNICO

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77317

4

II. OBJETIVOS DE ESTUDIO.

- El objetivo principal del presente Informe de Mecánica de Suelos; es determinar las características físico-mecánicas e identificación, clasificación; como también la determinación de la salinidad de los materiales que conforman la sub-rasante o suelo de fundación de las áreas asignadas a la pavimentación.
- Otro de los objetivos es evaluar el terreno de fundación de las áreas a pavimentarse, como material de sub-rasante, ya que esta es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento, mediante EL ENSAYO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.), que no es más que un ensayo de resistencia al corte del suelo, bajo condiciones de humedad y densidad debidamente controlados a fin de que los proyectistas tengan datos actuales del material con el que van a tratar y así tomar sus propias conclusiones y criterios, para la elaboración del diseño de un pavimento adecuado; para la calidad del terreno existente en el área de estudio.
- También es objetivo del presente estudio de suelos, determinar la profundidad de ubicación del nivel freático actual, con fines de informar a los proyectistas y así podrán elegir el método más adecuado de construcción del pavimento.
- Otro de los objetivos del informe es proporcionar las conclusiones de la configuración estratigráfica de la zona en estudio, como también proporcionar algunas recomendaciones o sugerencias; a fin de apoyar a los profesionales proyectistas a que logren con éxito la elaboración del diseño del pavimento, como en la ejecución de la obra misma.

III. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El referido proyecto se encuentra ubicado en las calles y avenidas que conforman el Circuito Vial de Transporte Público del Distrito de José Leonardo Ortiz - H.U. San Lorenzo, extensión que pertenece al Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Seringtec S.R.L.


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

5

La topografía que presenta el área asignada al proyecto de pavimentación flexible, es variable con tramos que presenta una topografía medianamente plana e inclinadas, con algunas ondulaciones y hundimientos.

La zona en estudio se encuentra a una altitud aproximada que esta sobre la cota de 35,00m sobre el nivel del mar.

IV. CARACTERISITICAS DEL PROYECTO

El tesista, con fines de elevar el nivel de calidad de la H.U. San Lorenzo, ha considerado dentro de su plan de trabajo de ejecución de obras y proyectos, la Construcción de la Pavimentación Flexible (carpeta asfáltica en frío y/ o en caliente), y Semi- rígida (adoquines de concreto), construidas a base de materiales de tipo afirmado seleccionado (materiales de cantera) y como capa de rodadura una carpeta asfáltica y/o una losa de concreto, elaborado con áridos seleccionados o lo que indique el profesional proyectista.

Por lo tanto la obra a ejecutarse se compondrá de una o más capas (sub-base y base) construidas sobre una superficie de fundación (sub-rasante) debidamente preparada de acuerdo con las presentes especificaciones y recomendaciones del EMS.

V. CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA.

La zona en estudio tiene un clima seco tropical, debido a su alejamiento de la costa y desértica sub-tropical donde las temperaturas oscilan entre 17°C 27°C, con variantes de tipo cálido a semi-cálido.

Las temperaturas diurnas alcanzan los 27 grados centígrados en verano (diciembre a abril), disminuyendo en los meses de invierno (junio a septiembre) a 23 y 24 grados centígrados y 15 grados durante las noches.

SERINGTEC S.R.L.


F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.


MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

6

5.1. Precipitaciones Pluviales:

Las lluvias son bajas, en años normales y secos fluctúan entre 38,9 y 33,7mm anuales; aunque la presencia del Fenómeno El Niño provoca la variación de ellas.

La humedad máxima puede llegar a 88% en los meses de lluvia y 52% en los meses de ausencia de ellas. El aire sopla de Suroeste a Noroeste.

VI. CONDICIONES GEOLÓGICAS

Litológicamente de acuerdo a lo observado, las áreas asignadas a la pavimentación es una formación de suelos existentes, que corresponden a depósitos sedimentarios aluviales de suelos finos como son arcillas arenosas limosas, arenas arcillosas y materiales conglomeradicos con arenas medias a finas limosas-arcillosas, que se ubican a mayor profundidad.

Estos materiales conformantes de la configuración estratigráfica de la zona en estudio pertenecen a suelos sedimentarios de unidades geológicas: Era Cenozoico, Sistema Cuaternario, Serie Reciente y ubicados en la zona 4 de acuerdo a la Norma Técnica E.030 Diseño Sismo Resistente – Reglamento Nacional de Edificaciones.

VII. PROCESOS GEODINAMICOS

En las áreas asignadas al proyecto de la referencia, puede existir este fenómeno de geodinámica externa cuando se le disturbe y que las excavaciones se realicen a profundidades mayores de 3.00m, pero con pocas posibilidades de extensión, tal vez pueda que suceda por la baja resistencia a la erosión, corte y a la estabilidad de los materiales que existen, ya que se tratan se suelos arcillosos, arenosos, de consistencia y/o compacidades variables que van de suelto a media, (son suelos inestables en su estructura), y se encuentra formando espesores de considerable potencia, presentando colores variados que van desde marrón a pardo verdoso opaco, y de variable contenido de humedad.

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

VIII. INVESTIGACIÓN REALIZADA

Antes de entrar en detalle acerca de las investigaciones realizadas, se realizó un reconocimiento del área que conforman las Calles del Circuito Vial de Transporte Público de la H.U. San Lorenzo, desde el inicio hasta el final del tramo considerado en el referido proyecto de pavimentación.

Luego las investigaciones consistieron en una exploración detallada del terreno que conforma las vías; tanto de superficie como del subsuelo, con el propósito de obtener la información requerida, así como para determinar el material que se tiene que eliminar, tanto con fines de metrado como para la ejecución de la pavimentación adecuada, de acuerdo a la calidad del suelo existente en las áreas consideradas en el proyecto.

Durante el proceso de ejecución de las investigaciones se realizaron las siguientes fases:

8.1. Superficie:

Las condiciones geológicas y geomorfológicas se evaluaron mediante la observación de la superficie de la vía que será pavimentada, observándose pequeños levantamientos, hundimientos, ondulaciones y pequeñas pendientes e inclinaciones, además se obtuvieron datos de las condiciones geomorfológicas y de geodinámica externa, llegándose a la conclusión de esta última que no existe por ser una zona urbana abierta, también se presentan áreas de superficies medianamente plana y de inclinaciones suaves de poca pendiente.

8.2. Exploración del subsuelo:

El proceso de evaluación de la información técnica existente complementado con el reconocimiento de campo orientó el programa de Investigaciones Geotécnicas de las áreas que comprende el esquema del proyecto.

El programa geognóstico consistió en la ejecución de diez (10) excavaciones manuales o sondajes de exploración cuyas ubicaciones son las siguientes:


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77817

8

CALLE	Nº POZO
AV. EL DORADO CUADRA 23-26	01
AV. PANAMA CUADRA 33-34	02
CA. ANTONIO RAYMONDI CUADRA 01-05	03
CA. SAN PABLO CUADRA 01-06	04
CA. SAN LORENZO CUADRA 01-04	05
CA. DANIEL ALCIDES CARRION CUADRA 01-05	06
CA. LAS PALMERAS CUADRA 12-17	07
CA. SAN MARCOS CUADRA 03-04	08
AV. VENEZUELA CUADRA 32-33	09
CA. TAHUANTISUYO CUADRA 20	10

Las ubicaciones de las perforaciones se muestran en el plano correspondiente que se adjunta en el informe técnico y las profundidades máximas que alcanzaron estas fueron de 1.50m.

Durante la ejecución de las excavaciones exploratorias se efectuó el registro estratigráfico, clasificación macroscópica, ensayos in-situ (clasificación visual según SUCS, grado de consistencia y/o compacidad), y se obtuvieron muestras representativas para los análisis de laboratorio tanto de identificación, clasificación, como para los ensayos de resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad debidamente controlados (C.B.R.).

Los perfiles de las calicatas permitieron la elaboración del perfil estratigráfico del sistema, el cual se presenta en el anexo correspondiente.

8.3. Ensayos de Laboratorio:

Con las muestras de suelos seleccionados obtenidos de los lugares donde se pavimentara fueron sometidos a los siguientes ensayos:

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barburén Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77817

9

8.3.1. Ensayos Estándar:

Análisis Granulométrico por tamizado	ASTM – D422
Límites de Atterberg:	
- Limite líquido	ASTM – D4318
- Limite plástico	ASTM - D4318
Contenido de humedad	ASTM – D2216

8.3.2. Ensayos Especiales:

Próctor Modificado.	ASTM - D1557
Ensayo de Razón de Soporte C.B.R.	ASTM – D1883
Determinación del porcentaje de salinidad.	USBR E – 8

8.4. Trabajos de Gabinete

Con los resultados obtenidos de los análisis del laboratorio, se procedió a clasificar los suelos, empleando los Sistemas de Clasificación de Suelos: S.U.C.S. y AASHTO, siendo estos correlacionados de acuerdo a las características litológicas similares, lo cual se consigna en las columnas estratigráficas.

8.5. Descripción de ensayos de laboratorio:

Todos los ensayos que a continuación se detallan han sido realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, pavimentos y ensayo de materiales pertenecientes a la empresa Seringtec srl.

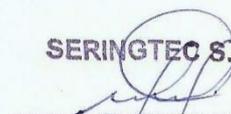
8.5.1. Contenido de humedad: (astm d 2216)

a. Generalidades

La humedad o contenido de agua de una muestra de suelo, es la relación del peso del agua contenida en la muestra, al peso de la muestra secada en el horno, expresada como tanto por ciento.


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

10

b. Equipo

- ❖ Estufa
- ❖ Balanza electrónica con aprox. al 0.01 gr.
- ❖ Cápsulas
- ❖ Espátula

c. Procedimiento

- ❖ Se pesa en la balanza electrónica las cápsulas a utilizar, esta debe ser previamente calibrada y se registra en la hoja de datos.
- ❖ Luego se procede a llenar hasta la mitad las cápsulas con las muestras obtenidas, y se obtienen sus pesos.
- ❖ La muestra deberá estar en la estufa un tiempo no menor de 18 horas ni mayor de 24 horas, a una temperatura de 105°C.
- ❖ Después de este tiempo se saca la muestra del horno y se deja enfriar a la temperatura de la habitación.
- ❖ Luego se vuelve a pesar la muestra y se anota en la hoja de datos.
- ❖ Por último, se calcula la humedad como la diferencia entre los pesos húmedos y secos dividida por el peso seco.

8.5.2. Límites de consistencia

8.5.2.1. Límite líquido (astm d 4318)

El límite líquido de un suelo es aquel contenido de humedad bajo el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido.

a. Equipo

- ❖ Copa de Casagrande)


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

11

- ❖ Acanalador
- ❖ Bombilla
- ❖ Espátula
- ❖ Balanza Electrónica
- ❖ Depósito de porcelana (absorbe humedad)
- ❖ Tamiz N°40
- ❖ Estufa, mortero, pesa filtros, vidrio pavonado.

b. Corrección del aparato para el límite líquido

- ❖ Antes de usarse la copa de Casagrande para la determinación del Límite Líquido se debe inspeccionar a fin de determinar si se halla en buen estado.
- ❖ La altura de caída que debe tener la copa es de un centímetro exactamente, esta altura se mide por medio del calibre del mago del acanalador.
- ❖ En la copa del aparato se marca una cruz con lápiz en el centro de la huella que se forma al golpearse con la base.
- ❖ Se da vuelta a la manija hasta que la copa se levante hasta su mayor elevación y tomando como punto de referencia a la cruz marcada se verifica la distancia entre ésta y la base con el mango del acanalador.
- ❖ Se aflojan los tornillos de cierre y se gira el tornillo hasta que la distancia sea de un centímetro.

c. Preparación de la muestra

Este ensayo se realiza solamente con fracciones de suelo que pasen el tamiz N°40. Para la preparación de la muestra existen dos métodos: método seco y método húmedo.

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

12

Método seco

- ❖ Se pulveriza aproximadamente 50 grs. de material seco en un mortero.
- ❖ Se tamiza la muestra pulverizada por la malla N°40, desechando el que queda retenido.
- ❖ Se pone en una cápsula de porcelana el material que pasa la malla N° 40, se le agrega agua y con la espátula se mezcla perfectamente hasta obtener una pasta espesa y suave.

Método húmedo

Se siguen los mismos procedimientos que se usa para el análisis granulométrico en húmedo, con la diferencia de que en vez de utilizar la malla N°200, se utiliza la malla N°40 y que al evaporar el agua del recipiente se deja que el material se seque hasta que tenga la consistencia de una pasta suave, logrado lo cual se pasa a la cápsula

Procedimiento

- ❖ Se toma una porción de la masa preparada y se coloca en el plato de bronce del aparato de Casagrande, nivelándola con la espátula, de tal modo que tenga un centímetro de espesor en el punto de máxima profundidad.
- ❖ El suelo en el plato de bronce, es dividido con un corte firme del acanalador, diametralmente al plato de bronce de arriba hacia abajo, de manera que se forme un surco claro y bien definido de dimensiones adecuadas.
- ❖ El plato de bronce que contiene la muestra, preparada y cortada como indicamos en la sección anterior, es levantado y soltado, por medio del manubrio a una velocidad de dos golpes por segundo aproximadamente,

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

13

hasta que las dos mitades de la muestra se unan en su base, en una distancia de $\frac{1}{2}$ " (12.7 mm.), aproximadamente, luego se registra el número de golpes que ha sido necesario dar para cerrar el canal.

- ❖ Se toma una porción del suelo, aproximadamente del ancho de la espátula y cortada en toda su sección en ángulo recto al canal, se coloca esta porción en una pesa filtro, se pesa y se coloca en la estufa (105°C - 110°C) para determinar su contenido de humedad.
- ❖ La muestra que queda en el plato de bronce se traslada a la cápsula de porcelana, se le echa más agua y se repite el ensayo. Previamente se debe lavar y secar el plato de bronce y el acanalador.
- ❖ Se realizaron 4 ensayos para determinar contenidos de humedad diferentes: dos ensayos se hicieron sobre los 25 golpes y dos entre 15 y 25 golpes.
- ❖ Una vez determinado el contenido de humedad, se dibuja la curva de flujo que representa la relación entre el contenido de humedad y el correspondiente número de golpes.
- ❖ El contenido de humedad correspondiente a la intersección de la curva de flujo con la ordenada de 25 golpes, se anota como Límite Líquido del suelo.

8.5.2.2. Límite plástico (astm d 4318)

Por plasticidad se entiende la propiedad que tiene el suelo de deformarse sin romperse. El Límite plástico está definido como contenido de humedad que tiene el suelo, cuando empieza a resquebrajarse al amasarlo en rollitos de $\frac{1}{8}$ " de diámetro (3 mm) aproximadamente. Las arenas no tienen plasticidad. Los limos la tienen,

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

14

pero muy poca en cambio las arcillas y sobre todo aquellas ricas en material coloidal, son muy plásticas.

Si se construyen terraplenes o sub-bases, deberá evitarse compactar el material cuando su contenido de humedad sea igual o mayor a su límite plástico, es decir, la capacidad para soportar cargas aumenta rápidamente cuando el contenido de humedad disminuye por debajo del límite plástico y disminuye rápidamente cuando el contenido de humedad sobrepasa el límite plástico.

Procedimiento:

- ❖ De la muestra que ha servido para el L.L. se separó una porción y se tomó la mitad de esa porción.
- ❖ Con la palma de la mano se fue eliminando la humedad, haciendo rodar la muestra sobre un vidrio empavonado, hasta obtener unos rollitos de aproximadamente 1/8" (3.17 mm) de diámetro
- ❖ El L.P. se alcanza cuando el bastoncillo se desmigaja en varias piezas al ser rodado.
- ❖ En este momento la muestra se coloca en el horno con la finalidad de determinar su contenido de humedad que es el L.P. de la muestra.

Nota:

En caso de existir duda de si el L.P. obtenido es el correcto, como comprobación se hace otra determinación del L.P. usando el material de la otra porción que quedo de la muestra original.

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TÉCNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

15

8.5.3. Granulometría

a. Generalidades

Llamado también Análisis Mecánico, tiene como finalidad determinar el tamaño de las partículas o granos que constituyen un suelo. La cantidad de granos de los distintos tamaños es expresada en porcentajes de su peso total. Hay dos tipos de Análisis granulométricos:

Análisis por mallas, para partículas mayores de 0.074 mm, es decir que son retenidas en la malla N° 200.

Análisis por mallas:

Equipo

- ❖ Juego de mallas que varían desde 3" hasta la N° 200.
- ❖ Balanza de torsión (0.1 gr. de aproximación)
- ❖ Horno de temperatura constante (105°C - 110°C)
- ❖ Accesorios como: brocha, bandejas, cucharones, rodillos
- ❖ Nota: La cantidad de la muestra depende del tipo de suelo que se va a cribar

Procedimiento:

Análisis de mallas en húmedo: Este método es usado cuando el material contiene suficiente cantidad de finos o cuando las aglomeraciones de partículas son duras y difíciles de romper.

Para nuestro análisis se ha usado este método y seguimos el siguiente procedimiento:

- ❖ La muestra para el análisis se selecciona por cuarteo y la cantidad a muestrearse se pesa.


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77617

- ❖ Se pasa la muestra por la malla N°4, el material retenido se lava (en la malla N°200), se seca en la estufa.
- ❖ Los dos últimos pasos requieren que la muestra esté remojando de 2 a 12 horas a fin de que los grumos queden desintegrados.
- ❖ Luego se procede al tamizado de la muestra, la toma de sus pesos retenidos y el cálculo del porcentaje de estos pesos retenidos.
- ❖ Para el cálculo de los porcentajes se procede de la forma siguiente:
- ❖ Se toma el peso total de la muestra.
- ❖ El porcentaje del material retenido, comprendido desde la malla de 3" hasta la malla de 4", se halla multiplicando el peso retenido en cada malla por 100 y dividiendo por el peso total.
- ❖ La diferencia del peso natural a partir de la malla N°6 es el agregado fino.

$$K = \frac{\text{Peso total} \times \text{peso de fino}}{\text{Diferencia de material natural}}$$

Esta K se toma como si fuera el peso de la muestra total, es decir, el porcentaje de finos se obtiene multiplicando los pesos retenidos comprendidos desde la malla N°6 hasta la malla N°200 por 100 y dividido entre K. Una vez terminado los cálculos que se adjuntan en hojas aparte, se proceden a dibujar la Curva Granulométrica en papel semi logarítmico; en el cual el porcentaje del material que pasa se gráfica en la escala aritmética, mientras que el tamaño de los granos, o el tamaño de las mallas se colocan en la escala logarítmica.


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77617

Una vez dibujada la curva granulométrica de un suelo, se puede determinar además los porcentajes de arena, limo y arcilla, su diámetro efectivo (D10), su coeficiente de uniformidad (Cu) y su coeficiente de curvatura (Cc).

Diámetro Efectivo (D10): Se llama al diámetro de la partícula correspondiente al 10% del material más fino en la curva granulométrica.

Coefficiente de Uniformidad (Cu): Es la relación de D60/D10 o sea la relación entre el diámetro correspondiente al 60% y al 10% más fino, respectivamente, tomados de la curva granulométrica.

El coeficiente de uniformidad Cu es mayor de 4 en las gravas y mezclas gravo-arenosas y mayor de 6 en los suelos arenosos o mezclas areno-gravosas, con poco o nada de material fino.

Coefficiente de Curvatura (Cc): es la relación:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

Donde D10, D30 y D60 son los diámetros correspondientes al 10%, 30% y 60% de material más fino, respectivamente tomados de la curva granulométrica.

Cuando el suelo está bien graduado, el coeficiente de curvatura Cc, estará comprendido entre 1 y 3.

8.5.4. Contenido de sales (usbr e – 8).

Sirve para averiguar el contenido de sales que posee un suelo.

Equipo

- ❖ Balanza con aproximación a 0.01 gr.
- ❖ Agua destilada

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

18

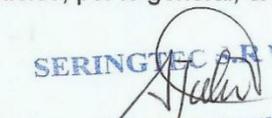
- ❖ Recipientes (vasos descartables)
- ❖ Cápsulas de aluminio.
- ❖ Papel filtro
- ❖ Estufa.

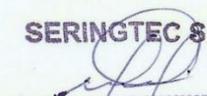
Procedimiento

- ❖ Pesar una muestra de suelo de 50 ó 100 grs. esto dependiendo de la granulometría del mismo y colocarla en un recipiente.
- ❖ Medir el agua destilada en mililitros equivalente al peso de la muestra, es decir 50 ml. o 100 ml respectivamente. Sólo en caso de que el suelo sea arcilloso tomar agua destilada en un 20% más.
- ❖ Verter el agua sobre la muestra colocada en el vaso, y removerla a fin de que el suelo se lave.
- ❖ Tapar el recipiente y dejarlo reposar durante 24 horas.
- ❖ Pesar la cápsula de aluminio.
- ❖ Retirar el agua y verterla a la cápsula de aluminio previa colocación del papel filtro con la finalidad de que no pasen impurezas que podrían alterar el ensayo.
- ❖ Colocar a la estufa el recipiente con el agua y dejarla secar.
- ❖ Sacar de la estufa, dejarla enfriar y luego pesar para luego realizar los respectivos cálculos.

8.5.5. Ensayos de compactación (proctor modificado): (astm d1557)

Este ensayo es un proceso mecánico por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo - deformación de los suelos; por lo general, el proceso implica una reducción más o menos rápida de los


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

vacíos, como consecuencia de lo cual en los suelos ocurren cambios de volumen de importancia, fundamentalmente ligadas a pérdidas de volumen de aire, pues por lo general no se expulsa agua de los huecos durante el proceso de compactación. No todo el aire sale del suelo, por lo que la condición de un suelo compactado es la de un suelo parcialmente saturado.

El objetivo general de la compactación es obtener un suelo que mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra.

Para la obtención de las relaciones Humedad - Densidad (peso unitario seco) existen varios métodos, todos los cuales apuntan a reproducir la densidad que se obtienen en obra con equipo mecánico especial, llámese: aplanadoras, rodillos lisos o de llantas, rodillos "patas de cabra", ya que a fin de que el material a compactarse alcance la mayor densidad posible en el terreno, deberá tener una humedad adecuada en el momento de la compactación. Esta humedad se llama **HUMEDAD ÓPTIMA** y la densidad obtenida se conoce con el nombre de **MÁXIMA DENSIDAD SECA**.

Se ha aplicado el método dinámico de Proctor Modificado, llamado así en honor a R.R. proctor, que en una serie de artículos publicados en 1,933 en la ENGINEERING NEWS RECORD, la compactación dinámica en el laboratorio se realizaba utilizando un peso que caía libremente y golpeaba a una masa de suelo confinada, emulando la compactación en el campo que se obtenían a través de rodillos o compactadores vibratorios que pasan sobre capas de suelo relativamente delgadas durante el proceso de construcción.


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

Posteriormente la AASHTO adoptó este método llamándolo "Estándar Proctor" o "Estándar AASHTO" (T99-70), el mismo que posteriormente fue modificado ya que se usó un equipo de compactación más pesado y aumentando el número de capas de compactación de 3 a 5 y se le denominó "AASHTO Modificado" (T18Q-70); este método que tiene por objeto determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad de los suelos compactados en un molde de dimensiones dadas, empleando un apisonador de 10 lb (4.54 Kg) que se deja caer libremente desde una altura de 18 pulgadas (45.7 cm). A continuación, se indican los cuatro procedimientos:

Método A: Molde de 4" (10.16 cm) de diámetro. El suelo pasa por el tamiz N°04 (4.75 mm).

Método B. Molde de 6" (15.24 cm) de diámetro. El suelo pasa por el tamiz N°04 (4.75 mm).

Método C: Molde de 4" (10.16 cm) de diámetro. El suelo pasa por el tamiz 3/4".

Método D. Molde de 6" (15.24 cm) de diámetro. El suelo pasa por el tamiz 3/4".

a. Equipo

- ❖ Molde cilíndrico de compactación de 6" de diámetro.
- ❖ Apisonador de 10 lb (4.54 Kg)
- ❖ Enrasador.
- ❖ Tamiz de W (19 mm)
- ❖ Cuchillo
- ❖ Depósitos plásticos
- ❖ Cápsulas metálicas


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

- ❖ Balanza de aprox. a 1 gramo
- ❖ Estufa a temperatura 110+ 5°C.

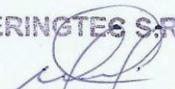
b. Procedimiento

- ❖ En laboratorio, se efectúa según el método A, por ello el primer paso será tomar una muestra seca al aire de 15 Kg. De peso, tamizada por la malla N°04.
- ❖ Se mezcla la muestra representativa con una cantidad de agua, aproximadamente el 2%, de tal forma de humedecer toda la muestra.
- ❖ Se compacta la muestra en 5 capas estando el molde con el collar ensamblado, con 56 golpes cada una de ellas; el golpe del apisonador se distribuirá uniformemente sobre la superficie que se compacta. Compactada la quinta capa se retira el collar y se enrasa tapando los huecos que quedasen en la superficie. La altura de caída será de 18" con respecto al nivel de enrase del molde, el que se encontrará apoyado sobre una superficie uniforme, rígida y nivelada. Se retira el molde con la muestra y se obtiene su peso ($W_{MOLDE+SUELO}$), luego se retira una muestra del interior del molde para la obtención de su contenido de humedad. Conocido el peso de la muestra y el volumen de la misma, además del contenido de humedad (W) se puede obtener un punto de la curva de compactación, es decir, Densidad seca vs. Contenido de humedad, de la siguiente forma:

$$DENSIDAD HUMEDA = \frac{(W_{MOLDE+SUELO}) - W_{MOLDE}}{Volumen \text{ de molde}}$$

$$DENSIDAD SECA = \frac{Densidad \text{ Húmeda}}{(1 + w)}$$


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO
Seringtec S.R.L.


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917 22

- ❖ Se repite el paso 3; antes se desmenuza el suelo anteriormente compactado, incrementando en el contenido de humedad 3 ó 4% la humedad del suelo a ensayar.
- ❖ Se continúa hasta que se note una disminución en el peso unitario seco o densidad, o hasta que el suelo no se vuelva francamente húmedo y presente exceso de humedad.
- ❖ Se gráfica la curva de compactación en escala aritmética en los ejes, hallando la máxima densidad seca y su óptimo contenido de humedad.

8.5.6. Ensayos para determinar cbr (california bearing ratio) y la expansión en el laboratorio: (astm d1883)

El ensayo de California Bearing Ratio (CBR), llamado también Relación de soporte de California o índice CBR, fue propuesto, en 1,929, por los ingenieros Stanton y Porter, del departamento de carreteras del estado de California; desde entonces hasta hoy, este método se ha generalizado tanto en América como en Europa para el diseño de pavimentos flexibles. El ensayo CBR mide la resistencia al corte de un suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas en comparación con la resistencia que ofrecen un material de piedra triturada estandarizado.

Este método que ha sido adoptado por el cuerpo de Ingenieros del ejército estadounidense, así como otros organismos técnicos viales, ha experimentado varias modificaciones; pero en la actualidad se sigue, en líneas generales, el procedimiento sugerido por el U.S. Waterways Experiment Station, siendo un

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77817

23

procedimiento empírico basado en un sin número de trabajos de investigación llevados a cabo, tanto en laboratorio como en el campo.

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

- ❖ Determinación del CBR de suelos perturbados y pre moldeados.
- ❖ Determinación del CBR de suelos inalterados.
- ❖ Determinación del CBR in situ.
- ❖ Para aplicación en el presente proyecto se usará el método 1, dado que se contó con muestras alteradas. El método comprende tres pasos que son:

a. Determinación de la máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad

Se obtiene de la curva de compactación elaborada por medio del ensayo de determinación de la relación densidad humedad, enunciado en el acápite anterior.

b. Determinación de las propiedades expansivas del material

Consiste en dejar empapar en agua durante un período de 96 horas (4 días) tres moldes compactados según el método AASHTO T180-70 "Proctor Modificado", con la variante siguiente: el primer molde con 56 golpes cada capa, el segundo con 25 golpes cada capa y el tercero con 12 golpes cada capa. Todos los moldes serán de diámetro interior de 6" y altura de 8", con un disco espaciador colocado en la base.

Además, a cada uno de ellos se les colocará una sobrecarga consistente en dos placas de 5 lb de peso cada una, que aproximadamente representa el peso de un pavimento de concreto hidráulico de 12.5 cm de espesor; por lo que en pavimentos

SERINGTEC S.R.L.


F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.


MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

24

flexibles el peso de dichas placas debe corresponder aproximadamente al peso combinado de la sub base, base y carpeta asfáltica.

Luego, cada 24 horas, se debe medir la expansión producida en el material a través de un trípode y un extensómetro, dando como resultado final una expansión en función de la altura de la muestra expresada en porcentaje. Una expansión de 10% corresponde aproximadamente a los suelos malos, ya sean demasiado arcillosos y los orgánicos, en cambio, un suelo con expansiones menores del 3% tienen características de subrasante buena.

c. Determinación de cbr

Después de saturada la muestra durante 4 días, se sacan los moldes del agua y se someten a la prensa para medir la resistencia a la penetración, mediante la introducción de un pistón de 19.35 cm² de sección circular.

Antes de empezar la prueba de penetración debe asentarse el pistón sobre la superficie de la muestra con una carga inicial de 10 lb y luego colocar el extensómetro en cero. Enseguida se procede a la aplicación lenta del pistón con cargas continuas, las que se anotan para las siguientes penetraciones 0.64 mm; 1.27 mm, 1.91 mm, 2.54 mm, 3.18 mm, 3.81 mm, 4.45 mm, 5.08 mm, 7.62 mm, 10.16 mm, 12.70 mm.

Se busca la carga que produjo la deformación de 2.54 mm y 5.08 mm, en relación con la carga que produce las mismas deformaciones en la piedra triturada estándar, expresada en porcentaje.

Estos serán los valores CBR a definir para el suelo, con el siguiente criterio: que el CBR determinado a partir de los valores portantes para penetración de 5.08 mm no


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77317

debe diferir en más de 1 ó 2% del correspondiente a una penetración de 2.54 mm; si no es así, debe repetirse el ensayo, y si siempre se obtiene para 5.08 mm un valor superior de CBR, éste es el que debe tomarse como CBR del suelo.

Equipo

Compactación

- ❖ Molde cilíndrico de compactación de 6" diámetro.
- ❖ Molde metálico, cilíndrico y de acero con diámetro interior 6" y altura de 8".
- ❖ Collarín metálico de 2" de alto con base perforada.
- ❖ Disco espaciador de acero y 5 15/16" de diámetro con 2.5" de altura.
- ❖ Apisonador, martillo de 10 lb con altura de caída libre de 18".

Medir el hinchamiento o expansión del suelo

- ❖ Extensómetro con aprox. de 0.001", montado sobre un trípode.
- ❖ Pesas, como sobrecarga de plomo, cada una de ellas de 5 lb de peso.
- ❖ Tanque con agua para sumergir las muestras.

Para la prueba de penetración

- ❖ Pistón cilíndrico de acero de 19.35 cm² de sección con longitud suficiente para poder pasar a través de las pesas y penetrar el suelo hasta 1/2".
- ❖ Aparato para aplicar la carga, como una prensa hidráulica que permita aplicar la carga a una velocidad de 0.05pulgada/minuto.

Equipo mixto

- ❖ Tamiz de $\phi = 3/4"$, bandeja, cucharón.
- ❖ Martillo de goma.
- ❖ Cuchillo.

SERINGTEC S.R.L.

Seringtec S.R.L. *F. Antonio Barturén Gonzales*
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

26

- ❖ Enrasador.
- ❖ Balanza de aprox. a 0.01 gr y 1 gr.
- ❖ Estufa a temperatura 110° +5°C.
- ❖ Depósitos plásticos, etc.

Procedimiento

- ❖ En campo, se obtiene una muestra compuesta alterada en cada calicata.
- ❖ En laboratorio, se seca al aire la muestra, luego se extrae para ensayar por cuarteo (6 Kg), debidamente tamizada por la malla de ¾", para cada molde.
- ❖ Conociendo el valor del óptimo contenido de humedad y la humedad natural que presenta en ese momento la muestra, se calcula el agua que añadirá con la siguiente expresión:

$$AGUA_{CBR} = \left(\frac{W_{MUESTRA}}{1 + HH} \right) \left(\frac{OH - HH}{100} \right) \dots \dots \dots (I)$$

Dónde:

MUESTRA = Peso de la muestra, en este caso 6 Kg.

OH = Óptimo contenido de humedad.

HH = Contenido de humedad de la muestra.

- ❖ Se mezcla la muestra preparada con la cantidad de agua determinada en la fórmula (I), de tal forma que se produzca una mezcla uniforme. Se compacta el primer molde, colocando primero el disco espaciador y un papel de filtro en 5 capas con 56 golpes de martillo cada una, colocando el collarín metálico previamente, se retira éste y se enrasa la muestra, rellenando los huecos que quedan en la superficie con el mismo material, apisonándolo con un martillo de


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

goma. En seguida, se pesa el molde incluida la muestra conociendo de antemano el peso del molde y el volumen ocupado por la muestra dentro del molde, se determina la densidad húmeda del material con la siguiente expresión:

$$\gamma_{\text{HUMEDA}} = \frac{(W_{\text{MOLDE MUESTRA}}) - (W_{\text{MOLDE}})}{V_{\text{MUESTRAS}}} \dots\dots\dots (II)$$

- ❖ Se procede de manera similar con el segundo y tercer molde, pero con el segundo se compacta con 25 golpes / capa y el tercero con 12 golpes / capa.
- ❖ Se coloca encima del material compactado un papel filtro, sobre éste se coloca una placa perforada, que es un vástago -" además de dos placas con agujero central con peso 5 lb cada una, que representará la sobrecarga. Sobre el vástago de la placa perforada se coloca un extensómetro montado en un trípode, registrando la lectura inicial. Efectuado lo anterior, se sumerge el molde en agua, dando inicio así a la prueba de expansión y tomando lecturas cada 24 horas en el extensómetro. Posteriormente se calcula el porcentaje de expansión, dividiendo la expansión producida en 24 horas entre la altura de la muestra y multiplicada por 100. Este procedimiento se realiza para los tres moldes.
- ❖ Después de saturada la muestra, se le retira el extensómetro cuidadosamente; se inclina el molde para que escurra el agua (teniendo cuidado de que no se salgan las pesas). Así volteado debe permanecer durante 15 minutos. Luego se retiran las pesas, el disco y el papel filtro y se pesa la muestra con el molde, repitiendo el cálculo efectuado en la expresión (II). Se procede luego con la prueba de la penetración, llevando el molde a la prensa y asentando el pistón


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

28

sobre la superficie de la muestra con una carga de 4.5 Kg; inicialmente se coloca el extensómetro en cero. Se procede a la aplicación lenta (0.05 pulg/minuto) del penetrómetro, anotando en el micrómetro de cargas lecturas para las penetraciones ya fijadas hasta llegar a 12.7 mm. Haciendo uso de la constante del penetrómetro, se transforman las lecturas de carga en cargas medidas en libras; éstas se transforman a esfuerzos, dividiéndolas por el área del pistón (3 pulgadas cuadradas).

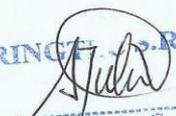
- ❖ Se calcula el CBR de cada molde para penetraciones de 2.54 mm y 5.08 mm, con la siguiente expresión:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo (lb/pulg}^2\text{)}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100(\%) \dots \dots \dots (II)$$

- ❖ Se expresó anteriormente que la variación entre estos dos valores no debe ser mayor de 2%.
- ❖ Para mayor precisión, en la obtención del CBR de la muestra, se elabora la curva esfuerzo - deformación para cada molde, encontrando en éstas el valor de esfuerzo (lb/pulg²) para penetraciones de 0.10" y 0.20".
- ❖ De la expresión (II) para cada molde, se calcula la densidad seca, conociendo el contenido de humedad de cada muestra (W), con la siguiente fórmula:

$$\gamma_{SECA} = \frac{\gamma_{HUMEDA}}{1 + W} \dots \dots \dots (IV)$$

- ❖ Se gráfica la curva densidad seca vs. CBR, adoptando como valor de CBR de la muestra el correspondiente a la máxima densidad seca, valor obtenido en el


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

ensayo relación humedad - densidad de un suelo, reducido a un 95%, cuando la penetración sea de 0.20”.

IX. ESTRATIGRAFÍA DEL TERRENO EN ESTUDIO.

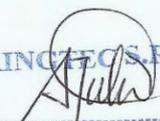
Los registros estratigráficos inferidos en el estudio, así como los resultados de laboratorio, indican las características del terreno que conforma el suelo de fundación o sub-rasante de las calles y avenidas proyectadas a pavimentarse.

Estos materiales corresponden a un depósito superficial de suelos finos sedimentarios de unidades recientes probablemente de la Era Cuaternaria, donde predominan los suelos constituidos por arcillas inorgánicas de alta a media plasticidad.

La conformación estratigráfica apreciablemente paralela en todas las áreas proyectadas a la pavimentación flexible, se encuentran en su mayoría conformadas por arcillas inorgánicas (CH, CL y SP) de alta y media plasticidad, seguido de arenas finas no plásticas, de consistencia variable de compacto al inicio y centro del estrato; y media al final hasta donde se ha llegado la exploración, de tonalidad casi semejante en toda la estratigrafía (marrón oscuro a gris opaco), de humedecimiento progresivo conforme se profundiza la excavación, de capacidad de soporte malo a regular (C.B.R.: 5 – 8%), para su mejor apreciación se detalla por cada calicata o perforación realizada:

9.1. Descripción:

Los cortes estratigráficos mencionados, confirman los antecedentes de la zona, revelando que los materiales subyacentes al terreno estudiado, corresponden a un depósito sedimentario de origen aluvial, con las siguientes características:


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TÉCNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77617

CALICATA N°	DESCRIPCION
P-01 AV. EL DORADO CUADRA 23-26	De la cota 0.00 a 0.25m: Se presenta un material de relleno no clasificado, contaminado con desmonte y basura.
	De la cota 0.25 a 1.50m: Estrato de arcilla inorgánica de alta plasticidad, humedad conforme se profundiza, consistencia medianamente compacta, gris oscuro, de baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas, suelo de estructura tipo cohesivo. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6 (20).
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

CALICATA N°	DESCRIPCION
P-02 AV. PANAMA CUADRA 33-34	De la cota 0.00 a 0.40m: Se presenta un material de relleno no clasificado, contaminado con restos de materiales de construcción (ladrillos, concreto, etc.).
	De la cota: 0.40 a 1.50m: Arcilla inorgánica de alta plasticidad, consistencia media a semi-dura, coloración gris pardusco, in-situ se observó húmedo. De baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6 (19).
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

SERINGTEC S.R.L.

 F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 77917

CALICATA N°	DESCRIPCION
P - 03 CA. ANTONIO RAYMONDI CUADRA 01-05	Desde 0.00 a 0.40m: Material de relleno no clasificado, contaminado con basura, desmonte y restos de materiales de construcción.
	De la cota 0.40 a 1.50m: Perfil conformado por una arcilla inorgánica de alta plasticidad, húmeda, consistencia media, coloración gris opaco, de baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6 (18).
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

CALICATA N°	DESCRIPCION
P - 04 CA. SAN PABLO CUADRA 01-06	Desde la cota 0.00 a 0.20m: Material de relleno no clasificado, contaminado, seco.
	Desde la cota 0.20 a 1.50m. Perfil conformado por arcilla inorgánica de alta plasticidad, in-situ se observa húmedo; de consistencia media, de color marrón oscuro, suelo de estructura tipo cohesivo. De baja capacidad de soporte en estado natural. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6 (18).
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

CALICATA N°	DESCRIPCION
P - 05 CA. SAN LORENZO CUADRA 01-04	De la cota 0.00 a 0.15m: Material de relleno no clasificado, in-situ se observa compacto.
	De la cota: 0.15 a 1.50m: Arcilla inorgánica de alta plasticidad, consistencia semi-dura, coloración marrón grisáceo, in-situ se observa húmeda. De baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6 (19).
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

CALICATA N°	DESCRIPCION
P - 06 CA. DANIEL ALCIDES CARRION CUADRA 01-05	De la cota 0.00 a 0.25m: Material de relleno no clasificado mezclado con material tipo grava, restos de materiales de construcción y desmonte, in-situ se observa compacto.
	De la cota: 0.25 a 1.50m: Estrato conformado por una arcilla inorgánica de alta plasticidad, consistencia media en estado natural, coloración gris opaco, in-situ se observa húmeda. De baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6 (19).
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

CALICATA N°	DESCRIPCION
P - 07 CA. LAS PALMERAS CUADRA 12-17	De la cota 0.00 a 0.20m: Material no clasificado de tipo relleno, medianamente compacto.
	De la cota: 0.20 a 1.50m: Estrato conformado por una arcilla inorgánica de media plasticidad, consistencia media en estado natural, coloración gris opaco, in-situ se observa húmeda. De baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CL y/o A-6 (10).
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50


 SERINGTEC S.R.L.
 F. Antonio Barturén Gonzales
 GERENTE TECNICO


 SERINGTEC S.R.L.
 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 77917

CALICATA N°	DESCRIPCION
P - 08 CA. SAN MARCOS CUADRA 03-04	<p>De la cota 0.00 a 0.20m: Material no clasificado de tipo relleno, medianamente compacto.</p> <p>De la cota: 0.20 a 1.50m: Perfil representado por una arcilla inorgánica de media plasticidad, consistencia media en estado natural, coloración marrón opaco, in-situ se observa húmeda. De baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CL y/o A-6 (13).</p>
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

CALICATA N°	DESCRIPCION
P - 09 AV. VENEZUELA CUADRA 32-33	<p>Desde la cota 0.00 a 0.30m: Material de relleno no clasificado, contaminado con basura, seco.</p> <p>Desde la cota 0.20 a 1.20m. Perfil conformado por arcilla inorgánica de alta plasticidad, in-situ se observa húmedo; de consistencia media, de color marrón opaco, suelo de estructura tipo cohesivo. De baja capacidad de soporte en estado natural. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6 (18).</p> <p>Desde la cota 1.20 a 1.50m. Se observa un estrato de arena fina mal gradada, húmeda a saturada, no plástica. De baja capacidad de soporte en estado natural. De clasificación SUCS y/o AASHTO: SP y/o A-3 (0).</p>
PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.50

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

34

CALICATA N°	DESCRIPCION
P - 10 CA. TAHUANTISUYO CUADRA 20	Desde la cota 0.00 a 0.20m: Material de relleno no clasificado, contaminado, seco.
	Desde la cota 0.20 a 1.50m. Perfil conformado por arcilla inorgánica de alta plasticidad, in-situ se observa húmedo; de consistencia suave a media, de color marrón opaco, suelo de estructura tipo cohesivo. De baja capacidad de soporte en estado natural. De clasificación SUCS y/o AASHTO: CH y/o A-7-6 (19).
PROFUNDIDAD (m)	0.00 – 1.50

Como se puede apreciar en la descripción de las perforaciones realizadas al área asignada al proyecto de pavimentación, se puede concluir definiendo que la configuración estratigráfica paralelamente en toda el área donde se ha focalizado el estudio presenta hasta la profundidad explorada (1.50m) dos estratos uniformes tanto en el tipo de suelo (CH y CL), como en su capacidad de portancia y que corresponde a un depósito superficial de suelos sedimentarios, aluviales de unidades geológicas: era Cenozoico, Sistema Cuaternario, ubicados en la zona 04 de acuerdo a la Norma Técnica E-030 Diseño Sismo Resistente – Reglamento Nacional de Edificaciones.

En todas las excavaciones, las paredes de estas, se mantuvieron estables hasta el final de la exploración de campo.

9.2. Nivel freático.

La gradiente hidráulica de la napa freática solo se presentó en una calicata de exploración, en la calicata N° 09, a la profundidad de 1.00m.

X. CAPACIDAD DE SOPORTE C.B.R. DEL SUELO.

De acuerdo a las características del suelo de fundación del área en estudio, y con fines de diseñar un pavimento flexible y rígido de calidad se ha previsto realizar dos (02) ensayos C.B.R. en muestras de suelo representativo de la zona en estudio, recolectado de las calicatas siguientes que a continuación se dará a conocer, con la finalidad de establecer la capacidad de soporte relativo del mismo y así obtener un valor promedio C.B.R. de diseño,

Seringtec S.R.L.


SERINGTEC S.R.L.
 F. Antonio Baruren Gonzales
 GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.


 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.R. N° 77917

35

empleando los métodos estadísticos (porcentual %) en función a la representatividad de los suelos de la zona, los resultados obtenidos se presentan en el siguiente cuadro:

Nº DE POZO	UBICACIÓN CALLE	PROF. (M.)	TIPO DE SUELO	C.B.R. AL (95% D.M.S)
P - 01	AV. EL DORADO CUADRA 23-26	0.30 – 1.50	CH	5.40
P - 08	CA. SAN MARCOS CUADRA 03-04	0.30 – 1.50	CL	7.10

XI. DISEÑO DEL PAVIMENTO.

11.1. Introducción:

El pavimento es la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendido entre la superficie de la sub rasante y la superficie de rodadura, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie uniforme, de textura apropiada, resistente a la acción del tránsito, intemperismo, y otros agentes perjudiciales que lo lleven a su colapso, asimismo cumple la función de transmitir adecuadamente al terreno de fundación los esfuerzos producidos por las cargas impuesta por el tránsito.

El pavimento deberá cumplir con exigencias que lo conlleven a brindar un tránsito fluido de los vehículos, con la seguridad, confort y economía prevista por el proyecto vial.

11.2. Suelos de la Sub-rasante.

La soportabilidad del terreno de fundación es estudiado para determinar acertadamente los esfuerzos granulares de la estructura del pavimento, es de ejercicio común el determinarlo con el ensayo de la Capacidad Portante del terreno por penetración C.B.R (California Bearing Ratio), valores lo suficientemente aceptables para un cálculo conservador.

Sin embargo las actuales metodologías de diseño introducen para el cálculo de espesores el ensayo de Modulo Resiliente (ensayos de esfuerzos triaxiales); un ensayo muy diferente al de C.B.R., pero se han desarrollado monogramas de correlación entre los Módulos Resilientes y C.B.R de gran ayuda, el que será utilizado en este proyecto.

La elección del valor de soporte del suelo de fundación debe ser determinado cuidadosamente a fin de no intradiseñar y sobrediseñar excesivamente el pavimento.

SERINGTEC S.R.L.

 F. Antonio Barturén Gonzales
 GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

 MANUEL U. COTRINA ORNELAS
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 77817

11.3. C.B.R de Diseño

El C.B.R. de diseño se debe definir empleando los métodos estadísticos (porcentual) en función a la representatividad de los suelos y así se obtendrá un valor C.B.R. de diseño al 95% de la densidad Máxima Seca del ensayo de Proctor Modificado, realizado en el laboratorio.

También debe tenerse en cuenta algunos factores que son indispensables para el diseño, como son:

- Análisis de tráfico.
- Conteo de tráfico.
- Factores destructivos.
- Cálculo del número de ejes equivalentes (EAL), etc.

Se sabe que la actual tecnología contempla una gama muy diversas de secciones estructurales, las cuales están en función de los distintos factores que intervienen en la performance de una vía y que a decir son: tránsito, tipo de suelo, importancia de la vía, condiciones de drenaje, recursos disponibles, etc.

Pero como para el presente proyecto se va dar la alternativa de diseño de superficie de rodadura de un pavimento flexible y /o rígido se debe tener en cuenta la Metodología para cada uno de estos pavimentos.

11.4. Mejoramiento de la sub-rasante

11.4.1 Características del terreno de Fundación:

De acuerdo al análisis efectuado de la estratigrafía del subsuelo y a los ensayos de laboratorio realizado, se concluye que los suelos más desfavorables encontrados en el área en estudio, son de tipo "CH y CL", los cuales presentan las siguientes características:

- Permeabilidad: Baja a prácticamente impermeable.
- Capilaridad: Regular.
- Elasticidad: Pequeña a mediana.
- Cambios de Volumen: altos a Medianos.
- Valor como Terreno de Fundación: Malo a Regular.
- Características de Drenaje: Adversa.

Seringtec S.R.L.



SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TÉCNICO

SERINGTEC S.R.L.



MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

37

XII. SALINIDAD EN EL SUELO DE FUNDACIÓN:

El suelo de fundación de la zona en estudio, tiene presencia de sales solubles de tipo despreciable, está por debajo de 0.50%, para considerarlo como un suelo salino.

Los resultados obtenidos en muestras representativas de las calicatas realizadas en el área asignada a la pavimentación están por orden de:

CALICATA N°	Sulfato soluble en agua (SO ₄) presente en el suelo, porcentaje en peso	Exposición a sulfatos
01	0.102	despreciable
02	0.112	despreciable
03	0.111	despreciable
04	0.103	despreciable
05	0.110	despreciable
06	0.114	despreciable
07	0.103	despreciable
08	0.118	despreciable
09	0.122	despreciable
10	0.143	despreciable

XIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- La conformación estratigráfica del área en estudio corresponde a un depósito sedimentario de suelos finos de origen aluvional donde predominan las arcillas inorgánicas de alta y media plasticidad (CH y CL) de variable consistencia media a semidura, de baja capacidad de soporte en estado natural.
- El material conformante en la zona superficial de todo el Tramo que comprende el proyecto, es de tipo relleno no seleccionado, contaminado, en un espesor promedio de 0.15 – 0.50m; se recomienda eliminar con fines de limpieza o de lo contrario estará sujeto a los niveles definitivos de la subrasante que se requiere obtener el total del pavimento a diseñarse, ver perfiles estratigráficos para una mejor observación.
- El nivel freático no se ha ubicado hasta la profundidad alcanzada (1.50m), ver perfiles estratigráficos, solo a excepción de la calicata N° 09, en la cual se ubicó el nivel freático a la profundidad de 1.00m.
- Los materiales existentes en el área asignado a la pavimentación presenta una pobre a regular (a nivel de sub-rasante) resistencia al corte, bajo condiciones de humedad y densidad controladas ($5 < C.B.R < 8\%$), por lo que se recomienda considerar en la práctica una estructura del pavimento de capas de sub-base y base, con espesores promedios entre 0.20m (base y sub-base), ó de lo contrario el proyectista será quien decida el espesor total del pavimento a diseñarse, ya que en los tramos (áreas asignadas) a pavimentarse presenta un tráfico regular, por lo que se recomienda considerar en el diseño un tráfico medio, con un 2% de crecimiento anual.
- Se recomienda que el valor de soporte del suelo de fundación se considere cuidadosamente a fin de no intradiseñar y sobrediseñar excesivamente el pavimento, ya que éste se debe considerar de tráfico medio (T.M.).

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

MANUE

- En toda el área del terreno proyectado a la pavimentación flexible y/o rígida, se observa la presencia de sales totales de tipo despreciable (0.102 – 0.143 %).
- La sub-rasante definida que se obtenga después de la eliminación del material superficial, deberá ser compactada adecuadamente previa remoción en un espesor promedio de 0.10m.
- La compactación de la sub rasante definida deberá alcanzar un mínimo de 95% de la densidad máxima del Próctor Modificado realizado en el laboratorio.
- Se recomienda para la conformación de las capas de base y sub-base; un material con las características físicas y mecánicas, aceptables dentro de las especificaciones para pavimentos flexibles, estas deberán ser compactadas hasta alcanzar un grado de compactación mínima de 98 a 100% de la densidad máxima del Próctor Modificado del material a utilizarse.
- Para la Capa de Sub-Base y Base; se sugiere un material de Afirmado de la Cantera Tres Tomas (Ferrefaife), por cumplir todo las especificaciones vigentes en la conformación de capas de base.
- Los materiales a utilizarse en las capas de base deberán ser menores de 2”.
- Se recomienda hacer controles de calidad en todas las capas que conformen el pavimento flexible y rígido proyectado, si fuera posible cada 70m, de longitud de la vía.
- La composición final de la mezcla de agregados presentara una granulometría continua y bien graduada (sin inflexiones notable); de acuerdo a los requisitos granulométricos que se indican en la tabla siguiente:


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

TAMIZ	GRADUACION A	GRADUACION B	GRADUACION C	GRADUACION D
1.9685 in (2")	100	100		
25.0 mm (1")		75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (Nº 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2.00 mm (Nº 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
4.25 µm (Nº 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 45
75 µm (Nº 200)	2 - 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

➤ Requerimiento de calidad para SUB- BASE GRANULAR:

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTOS
ABRASION LOS ANGELES	NTP 400.019:2002	50% MAX
ENSAYO DE CBR	NTP 339.145:1999	30 - 40 % MIN *
LIMITE LIQUIDO	NTP 339.129:1998	25 % MAX
INDIC DE PLASTICIDAD	NTP 339.129:1998	6 % MAX
EQUIVALENTE DE ARENA	NTP 339.146:2000	25% MIN
SALES SOLUBLES TOTALES	NTP 339.152:2002	1% MAX

* 30% para pavimentos rígidos y de adoquines; 40% para pavimentos flexibles.

➤ Requerimientos del agregado grueso de BASE GRANULAR:

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTOS
PARTICULAS CON UNA CARA FRACTURADA	MTC E - 210	80% MIN
PARTICULAS CON DOS CARAS FRACTURADA	MTC E - 210	40 % MIN
ABRASION LOS ANGELES	NTP 400.019: 2002	40 % MAX
SALES SOLUBLES	NTP 339.152: 2002	0.5 % MAX
PRDIDA CON SULFAO DE SODIO	NTP 400.016 : 1998	-----
PERDIDA CON SULFATO DE MAGNESIO	NTP 400.016 : 1998	-----

SERINGTEC S.R.L.

 F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 77917

➤ **Requerimientos del agregado fino de BASE GRANULAR:**

ENSAYO	NORMA	REQUERIMIENTOS
INDICE PLASTICO	NTTP 339.129 : 1998	4 % MAX
EQUIVALENTE DE ARENA	NTP 339.146 : 2000	35 % MIN
SALES SOLUBLES	NTP 339.152 : 2002	0.5 % MAX
INDICE DE DURABILIDAD	MTC E - 214 (1999)	35 % MIN

- Deberá, considerarse en el diseño del pavimento flexible y/o semi - rígido; un sistema de drenaje adecuado.
- Si dentro de las áreas asignadas a la pavimentación, se realiza una rehabilitación de los sistemas de agua y alcantarillado, se recomienda que las excavaciones o zanjas que se realicen, estas deberán ser rellenadas y compactadas adecuadamente, se sugiere que las capas de relleno sean de un espesor promedio de 0.30m.
- A partir del presente informe, el Ing. Proyectista puede tomar sus conclusiones y decisiones en la elaboración del diseño del Pavimento Flexible, que se tiene que proyectar.
- Los resultados e investigaciones de campo y laboratorio, así como el análisis, conclusiones y recomendaciones del **EMS**, sólo se aplicarán al terreno comprendido a la pavimentación de la H.U. San Lorenzo. No podrán emplearse en otros terrenos o para otras edificaciones.

XIV. BIBLIOGRAFIA

- *Diseño y Construcción de Pavimentos, Germán Vivar Romero*
- *Reglamento Nacional de Edificaciones*
- *Propiedades Geofísicas de los Suelos, Joseph Bowles*
- *CE010 – Pavimentos Urbanos*
- *E050, Suelos y Cimentaciones.*

Seringtec S.R.L.

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.


MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917 42



SERVICIOS DE INGENIERIA TECNICA

Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales

Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - Cel.: 990401751 - E-mail: seringtec@gmail.com - RUC: 20480420153

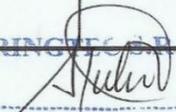
ANEXO

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : AV. EL DORADO CUADRA 23-26
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 01
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0,00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0,25	Se presenta un material de relleno no clasificado, contaminado con desmonte y basura.		R	
	1,50	Estrato de arcilla inorgánica de alta plasticidad, humedad conforme se profundiza, consistencia medianamente compacta, gris oscuro, de baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas, suelo de estructura tipo cohesivo.		M-1 CH A-7-6 (20)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			


 F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO

 TEC. RESPONSABLE


 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 77917

 ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

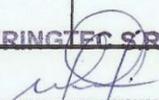
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : AV. PANAMA CUADRA 33-34
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 02
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0,00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0,40	Se presenta un material de relleno no clasificado, contaminado con restos de materiales de construcción (ladrillos, concreto, etc.).		R	
	1,50	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, consistencia media a semi-dura, coloración gris pardusco, in-situ se observa húmedo.		M-1 CH A-7-6 (19)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			


 F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO

 TEC. RESPONSABLE


 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 77917

 ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : CA. ANTONIO RAYMONDI CUADRA 01-05
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 03
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0.00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0.40	Material de relleno no clasificado, contaminado con basura, desmonte y restos de materiales de construcción.	+	R	
	1.50	Perfil conformado por una arcilla inorgánica de alta plasticidad, húmeda, consistencia media, coloración gris opaco, de baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad.	/	M-1 CH A-7-6 (18)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

TEC. RESPONSABLE

MANUEL U. COYRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

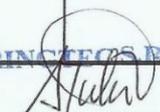
ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : CA. SAN PABLO CUADRA 01-06
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 04
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0,00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0,20	Material de relleno no clasificado, contaminado, seco.		R	
	1,50	Perfil conformado por arcilla inorgánica de alta plasticidad, in-situ se observa húmedo; de consistencia media, de color marrón oscuro, suelo de estructura tipo cohesivo.		M-1 CH A-7-6 (18)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			


F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TÉCNICO
TEC. RESPONSABLE


MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77817
ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

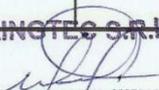
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : CA. SAN LORENZO CUADRA 01-04
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 05
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0,00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0.15	Material de relleno no clasificado, in-situ se observa compacto.		R	
	1.50	Arcilla inorgánica de alta plasticidad, consistencia semi-dura, coloración marrón grisáceo, in-situ se observa húmeda. De baja resistencia al corte bajo condiciones de humedad y densidad controladas.		M-1 CH A-7-6 (19)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			


F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

TEC. RESPONSABLE


MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77517

ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : CA. DANIEL ALCIDES CARRION CUADRA 01-05
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 06
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0.00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0.25	Material de relleno no clasificado mezclado con material tipo grava, restos de materiales de construcción y desmonte, in-situ se observa compacto.		R	
	1.50	Estrato conformado por una arcilla inorgánica de alta plasticidad, consistencia media en estado natural, coloración gris opaco, in-situ se observa húmeda.		M-1 CH A-7-6 (19)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			


 F. Antonio Barturen Gonzalez
 GERENTE TECNICO

 TEC. RESPONSABLE


 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 77917

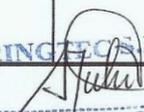
 ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : CA. LAS PALMERAS CUADRA 12-17
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 07
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0,00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0,20	Material no clasificado de tipo relleno, medianamente compacto.		R	
	1,50	Estrato conformado por una arcilla inorgánica de media plasticidad, consistencia media en estado natural, coloración gris opaco, in-situ se observa húmeda.		M-1 CL A-6 (10)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			


 F. Antonio Barurén Gonzales
 GERENTE TECNICO

 TEC. RESPONSABLE


 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 77917

 ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : CA. SAN MARCOS CUADRA 03-04
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 08
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0,00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0,20	Material no clasificado de tipo relleno, medianamente compacto.		R	
	1,50	Perfil representado por una arcilla inorgánica de media plasticidad, consistencia media en estado natural, coloración marrón opaco, in-situ se observa húmeda.		M-1 CL A-6 (12)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO
TEC. RESPONSABLE

SERINGTEC S.R.L.

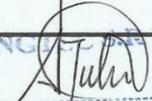
Manuel U. Cotrina Orrego
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917
ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : AV. VENEZUELA CUADRA 32-33
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 09
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0.00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0.20	Material de relleno no clasificado, contaminado, seco.		R	
	1.20	Perfil conformado por arcilla inorgánica de alta plasticidad, in-situ se observa húmedo; de consistencia media, de color marrón opaco, suelo de estructura tipo cohesivo.		M-1 CH A-7-6 (18)	
	1.50	Se observa un estrato de arena fina mal gradada, húmeda a saturada, no plástica.		M-2 SP A-3(0)	
		Observación: Se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada de 1.00m			


F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO
 TEC. RESPONSABLE

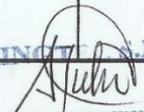

MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 77917
 ING. RESPONSABLE

REGISTRO DE EXPLORACIÓN DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
 TRAMO : CA. TAHUANTISUYO CUADRA 20
 UBICACIÓN : H.U. San Lorenzo - Dist. José L. Ortiz - Prov. Chiclayo - Dpto. Lambayeque
 SOLICITADO : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
 FECHA : Noviembre del 2017

Pozo	: 10
Ubic.	

COTA	PROFUND. MTS	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	SÍMBOLO	MUESTRAS OBTENIDAS	OBSERVACIONES
	0,00				SONDEO MANUAL : Sistema de Perforación excavación a Cielo abierto. Muestras disturbadas, obtenidas, recuperadas a mano.
	0.20	Material de relleno no clasificado, contaminado, seco.	+	R	
	1.50	Perfil conformado por arcilla inorgánica de alta plasticidad, in-situ se observa húmedo; de consistencia suave a media, de color marrón opaco, suelo de estructura tipo cohesivo.	/	M-1 CH A-7-6 (19)	
		Observación: No se ubico el nivel freático hasta la profundidad explorada.			


 F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO

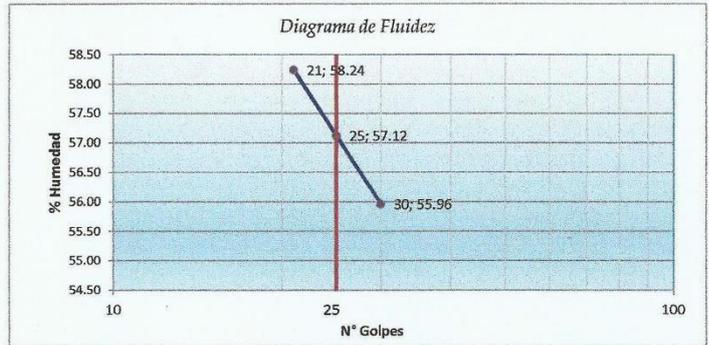
 TEC. RESPONSABLE


 MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.M. 17751

 ING. RESPONSABLE

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	21	25	30
Recipiente No	052	048	152
Peso Suelo H. (gr)	36.97	41.89	37.01
Peso Suelo S. (gr)	31.28	34.35	31.33
Peso Tarro (gr)	21.51	21.15	21.18
% de humedad	58.24%	57.12%	55.96%



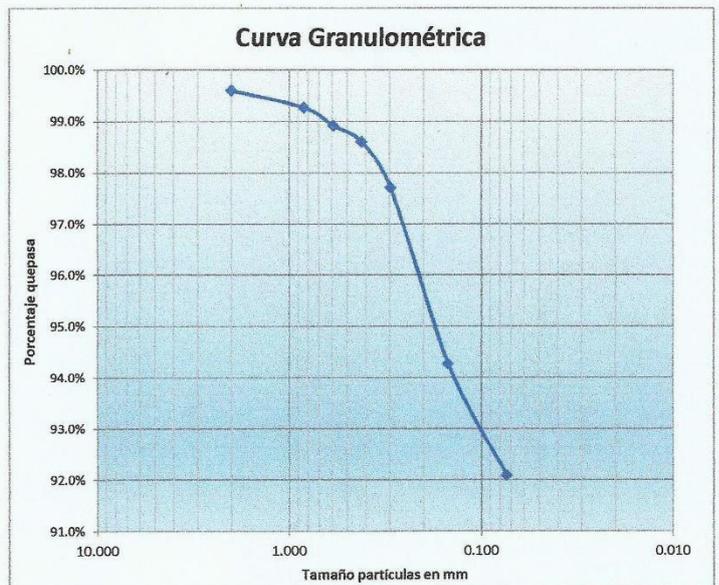
LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		054	
Peso Suelo H. (gr)		31.53	
Peso Suelo S. (gr)		29.42	
Peso Tarro (gr)		22.19	
% de humedad		29.18%	

LL=	57.12%
LP=	29.18%
IP=	27.94%
W=	16.97%

Indice de Grupo	20
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CH

HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		284	
Peso Suelo H. (gr)		53.66	
Peso Suelo S. (gr)		49.10	
Peso Tarro (gr)		22.23	
% de humedad		16.97%	

Peso de la muestra (g) 250			
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100%
No 10	0.99	0.40%	99.60%
No 12			
No 16			
No 20	0.84	0.34%	99.27%
No 30	0.88	0.35%	98.92%
No 40	0.79	0.32%	98.60%
No 50	2.23	0.89%	97.71%
No 60			
No 70			
No 100	8.62	3.44%	94.27%
No 140			
No 200	5.46	2.18%	92.10%
Fondo	230.81	92.10%	
	250.62	100%	



LOCALIZACIÓN	AV. EL DORADO CUADRA 23-26
POZO	01
PROFUNDIDAD	0.25 - 1.50m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

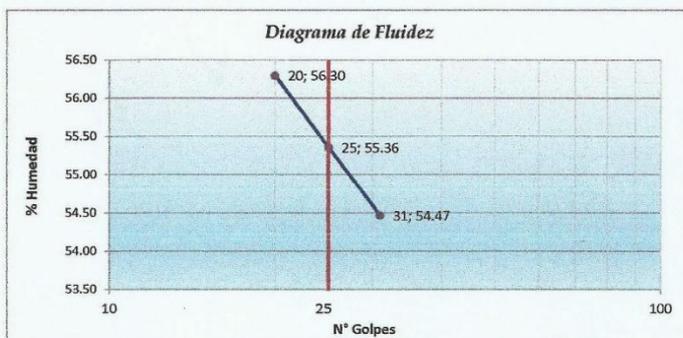
 ING. RESPONSABLE **MANUEL U. COTRINA CORREGO**
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 77917

SERINGTEC S.R.L.

 F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO
 TEC. RESPONSABLE

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	20	25	31
Recipiente No	084	154	065
Peso Suelo H. (gr)	39.58	42.47	34.98
Peso Suelo S. (gr)	33.50	35.39	30.53
Peso Tarro (gr)	22.70	22.60	22.36
% de humedad	56.30%	55.36%	54.47%



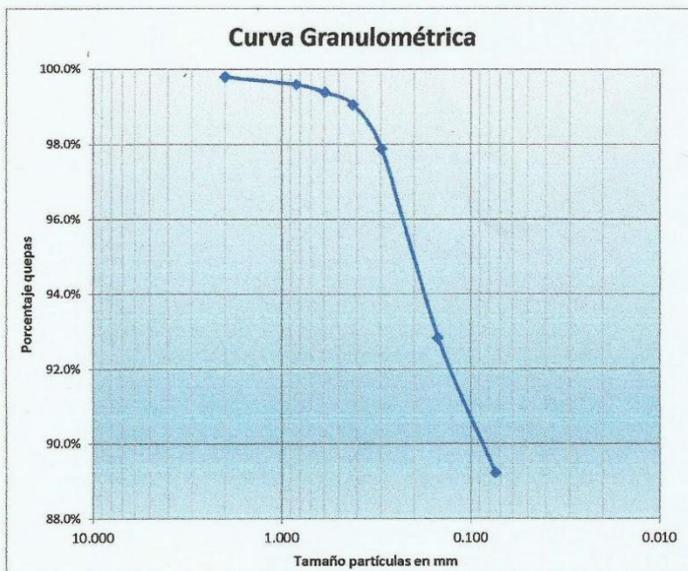
LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		025	
Peso Suelo H. (gr)		32.41	
Peso Suelo S. (gr)		30.16	
Peso Tarro (gr)		21.77	
% de humedad		26.82%	

LL=	55.36%
LP=	26.82%
IP=	28.54%
W=	10.28%

Indice de Grupo	19
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CH

HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		085	
Peso Suelo H. (gr)		52.02	
Peso Suelo S. (gr)		49.16	
Peso Tarro (gr)		21.33	
% de humedad		10.28%	

Peso de la muestra (g) 250			
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100%
No 10	0.51	0.20%	99.80%
No 12			
No 16			
No 20	0.52	0.21%	99.59%
No 30	0.51	0.20%	99.38%
No 40	0.84	0.34%	99.05%
No 50	2.91	1.16%	97.88%
No 60			
No 70			
No 100	12.64	5.06%	92.83%
No 140			
No 200	8.99	3.60%	89.23%
Fondo	223.08	89.23%	
	250.00	100%	



LOCALIZACIÓN	AV. PANAMA CUADRA 33-34
POZO	02
PROFUNDIDAD	0.40 - 1.50m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. GÓTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 77917

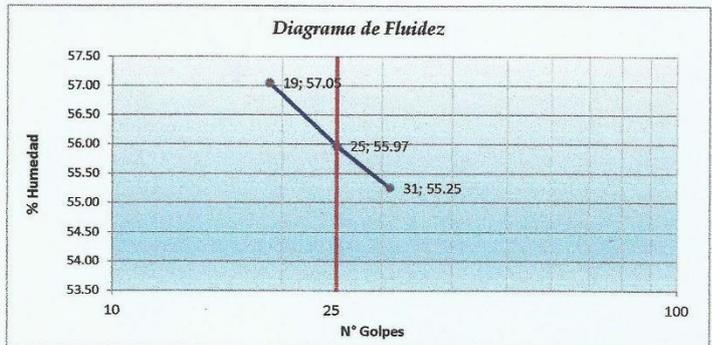
SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturén Gonzales
 GERENTE TECNICO

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPREDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	19	25	31
Recipiente No	231	218	195
Peso Suelo H. (gr)	39.04	42.78	35.19
Peso Suelo S. (gr)	33.01	35.56	30.51
Peso Tarro (gr)	22.44	22.66	22.04
% de humedad	57.05%	55.97%	55.25%



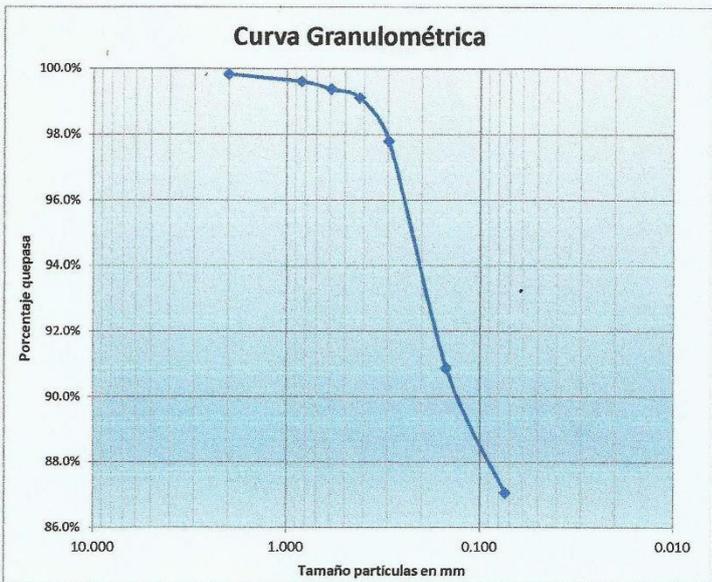
LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		032	
Peso Suelo H. (gr)		32.51	
Peso Suelo S. (gr)		30.15	
Peso Tarro (gr)		21.59	
% de humedad		27.57%	

LL=	56.02%
LP=	27.57%
IP=	28.45%
W=	5.16%

Indice de Grupo	18
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CH

HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		254	
Peso Suelo H. (gr)		50.78	
Peso Suelo S. (gr)		49.33	
Peso Tarro (gr)		21.21	
% de humedad		5.16%	

Peso de la muestra (g) 260			
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100.00%
No 10	0.42	0.16%	99.84%
No 12			
No 16			
No 20	0.58	0.22%	99.62%
No 30	0.61	0.23%	99.38%
No 40	0.69	0.27%	99.12%
No 50	3.41	1.31%	97.80%
No 60			
No 70			
No 100	18.02	6.93%	90.87%
No 140			
No 200	9.94	3.82%	87.05%
Fondo	226.33	87.05%	
	260.00	100%	



LOCALIZACIÓN	CA. ANTONIO RAYMONDI CUADRA 01-05
POZO	03
PROFUNDIDAD	0.40 - 1.50m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. COYRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

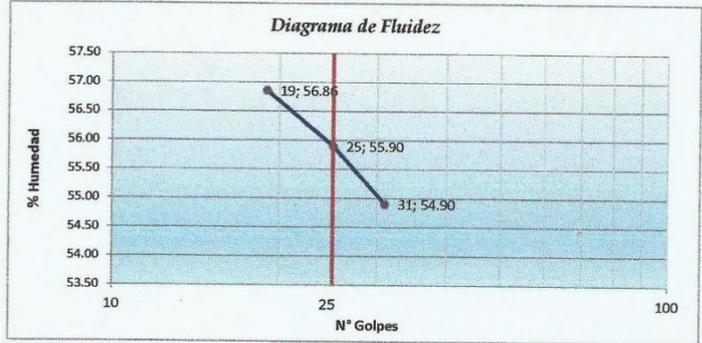
SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	19	25	31
Recipiente No	201	084	064
Peso Suelo H. (gr)	39.02	42.74	35.16
Peso Suelo S. (gr)	33.01	35.54	30.51
Peso Tarro (gr)	22.44	22.66	22.04
% de humedad	56.86%	55.90%	54.90%



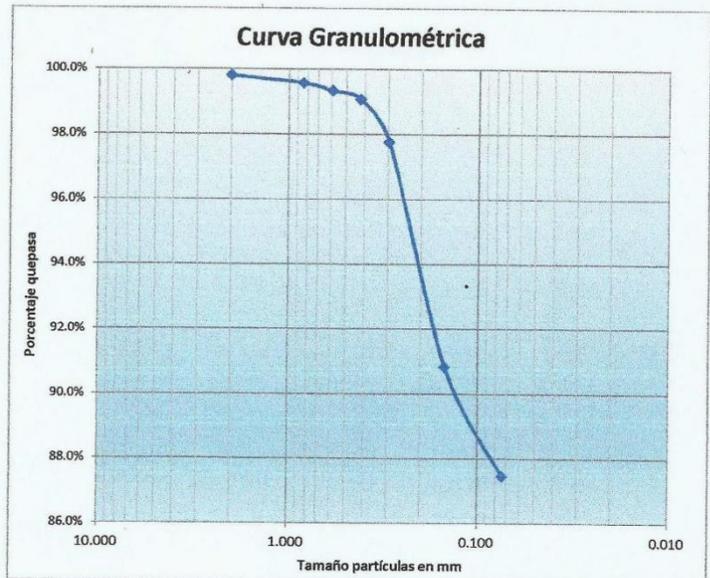
LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		098	
Peso Suelo H. (gr)		32.49	
Peso Suelo S. (gr)		30.15	
Peso Tarro (gr)		21.63	
% de humedad		27.46%	

LL=	55.81%
LP=	27.46%
IP=	28.34%
w=	11.02%

Indice de Grupo	18
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CH

HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		087	
Peso Suelo H. (gr)		52.38	
Peso Suelo S. (gr)		49.28	
Peso Tarro (gr)		21.16	
% de humedad		11.02%	

Peso de la muestra (g)		260	
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100.00%
No 10	0.48	0.18%	99.82%
No 12			
No 16			
No 20	0.61	0.23%	99.58%
No 30	0.61	0.23%	99.35%
No 40	0.69	0.27%	99.08%
No 50	3.41	1.31%	97.77%
No 60			
No 70			
No 100	18.02	6.93%	90.84%
No 140			
No 200	8.78	3.38%	87.46%
Fondo	227.40	87.46%	
	260.00	100%	



LOCALIZACIÓN	CA. SAN PABLO CUADRA 01-06
POZO	04
PROFUNDIDAD	0.20 - 1.20m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 77917

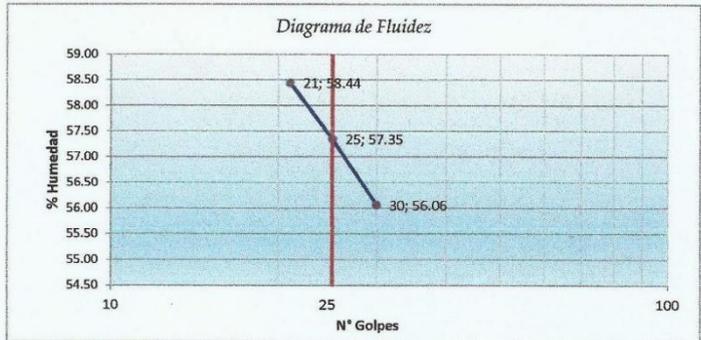
SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	21	25	30
Recipiente No	152	154	025
Peso Suelo H. (gr)	36.99	41.92	37.02
Peso Suelo S. (gr)	31.28	34.35	31.33
Peso Tarro (gr)	21.51	21.15	21.18
% de humedad	58.44%	57.35%	56.06%



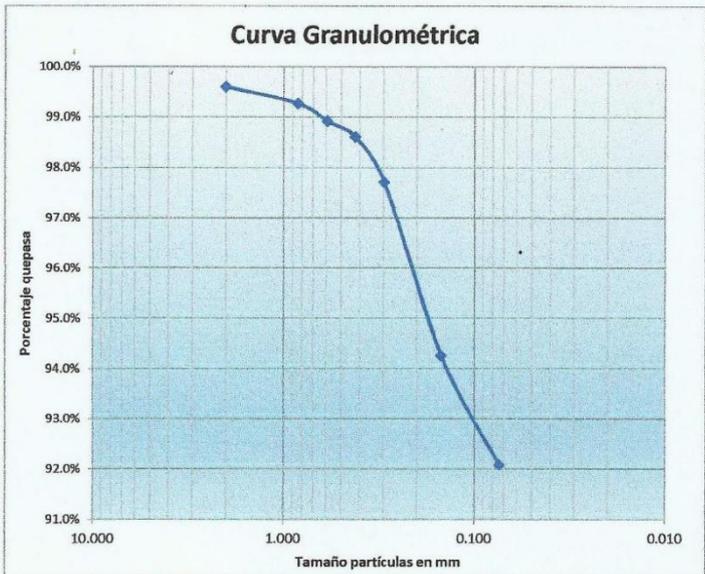
LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		084	
Peso Suelo H. (gr)		31.46	
Peso Suelo S. (gr)		29.42	
Peso Tarro (gr)		22.20	
% de humedad		28.25%	

LL=	57.30%
LP=	28.25%
IP=	29.05%
W=	15.07%

Indice de Grupo	19
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CH

HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		156	
Peso Suelo H. (gr)		53.15	
Peso Suelo S. (gr)		49.10	
Peso Tarro (gr)		22.23	
% de humedad		15.07%	

Peso de la muestra (g) 250			
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100.00%
No 10	0.98	0.39%	99.61%
No 12			
No 16			
No 20	0.84	0.34%	99.27%
No 30	0.88	0.35%	98.92%
No 40	0.79	0.32%	98.60%
No 50	2.23	0.89%	97.71%
No 60			
No 70			
No 100	8.62	3.45%	94.26%
No 140			
No 200	5.45	2.18%	92.08%
Fondo	230.21	92.08%	
	250.00	100%	



LOCALIZACIÓN	CA. SAN LORENZO CUADRA 01-04
POZO	05
PROFUNDIDAD	0.15 - 1.20m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL C. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

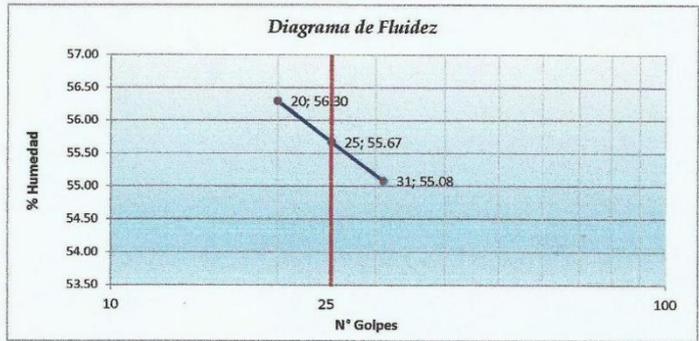
PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	20	25	31
Recipiente No	054	064	230
Peso Suelo H. (gr)	39.58	42.51	35.03
Peso Suelo S. (gr)	33.50	35.39	30.53
Peso Tarro (gr)	22.70	22.60	22.36
% de humedad	56.30%	55.67%	55.08%

LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		208	
Peso Suelo H. (gr)		32.36	
Peso Suelo S. (gr)		30.16	
Peso Tarro (gr)		21.79	
% de humedad		26.28%	

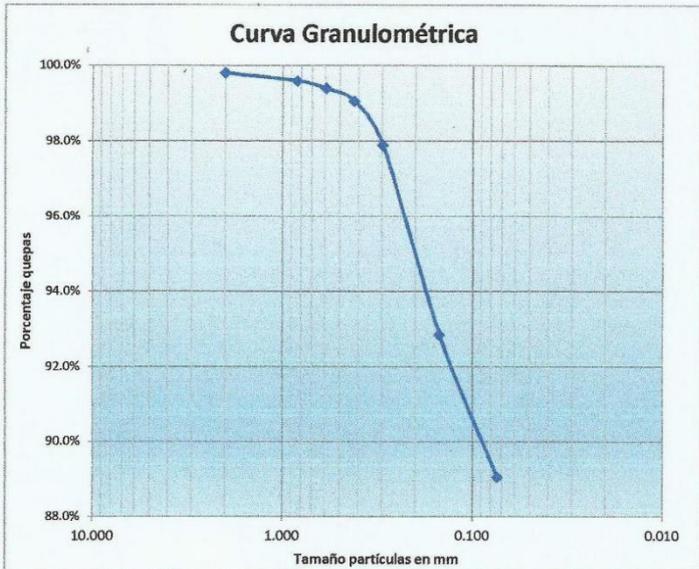
HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		184	
Peso Suelo H. (gr)		51.54	
Peso Suelo S. (gr)		49.22	
Peso Tarro (gr)		21.18	
% de humedad		8.27%	

Peso de la muestra (g) 250			
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100%
No 10	0.48	0.19%	99.81%
No 12			
No 16			
No 20	0.52	0.21%	99.60%
No 30	0.51	0.20%	99.40%
No 40	0.84	0.34%	99.06%
No 50	2.91	1.16%	97.90%
No 60			
No 70			
No 100	12.64	5.06%	92.84%
No 140			
No 200	9.48	3.79%	89.05%
Fondo	222.62	89.05%	
	250.00	100%	



LL=	56.30%
LP=	26.28%
IP=	29.39%
w=	8.27%

Indice de Grupo	19
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CH



LOCALIZACIÓN	CA. DANIEL ALCIDES CARRION CUADRA 01-05
POZO	06
PROFUNDIDAD	0.25 - 1.50m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 77917

SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO

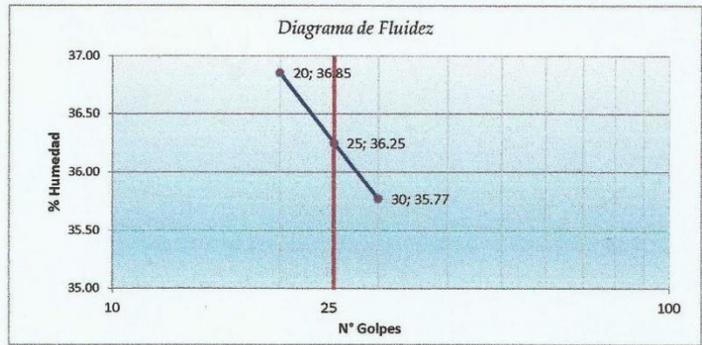
PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	20	25	30
Recipiente No	125	235	208
Peso Suelo H. (gr)	40.17	40.33	39.94
Peso Suelo S. (gr)	35.11	35.23	35.24
Peso Tarro (gr)	21.38	21.16	22.10
% de humedad	36.85%	36.25%	35.77%

LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		302	
Peso Suelo H. (gr)		37.48	
Peso Suelo S. (gr)		34.15	
Peso Tarro (gr)		19.76	
% de humedad		23.14%	

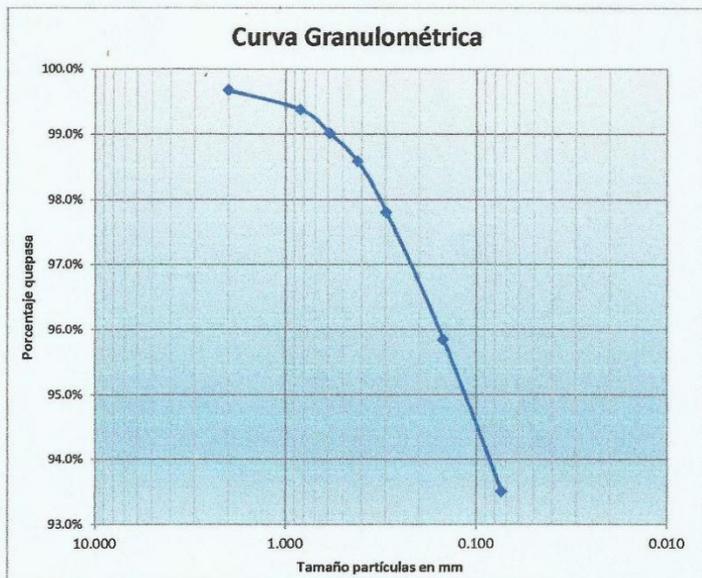
HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		306	
Peso Suelo H. (gr)		52.98	
Peso Suelo S. (gr)		48.96	
Peso Tarro (gr)		20.19	
% de humedad		13.97%	

Peso de la muestra (g) 350			
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100%
No 10	1.12	0.32%	99.68%
No 12			
No 16			
No 20	1.05	0.30%	99.38%
No 30	1.26	0.36%	99.02%
No 40	1.51	0.43%	98.59%
No 50	2.73	0.78%	97.81%
No 60			
No 70			
No 100	6.86	1.96%	95.85%
No 140			
No 200	8.18	2.34%	93.51%
Fondo	327.29	93.51%	0.00%
	350.00	100%	



LL=	36.25%
LP=	23.14%
IP=	13.11%
w=	13.97%

Indice de Grupo	13
Clasificación AASHTO	A-6
Clasificación Unificada	CL



LOCALIZACIÓN	CA. LAS PALMERAS CUADRA 12-17
POZO	07
PROFUNDIDAD	0.20 - 1.50m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

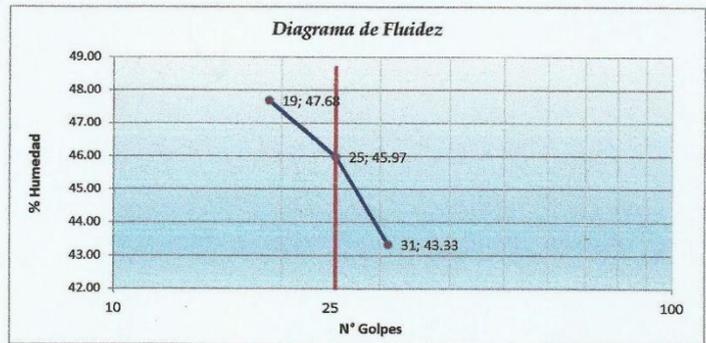
SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	19	25	31
Recipiente No	187	164	149
Peso Suelo H. (gr)	38.05	41.49	34.18
Peso Suelo S. (gr)	33.01	35.56	30.51
Peso Tarro (gr)	22.44	22.66	22.04
% de humedad	47.68%	45.97%	43.33%



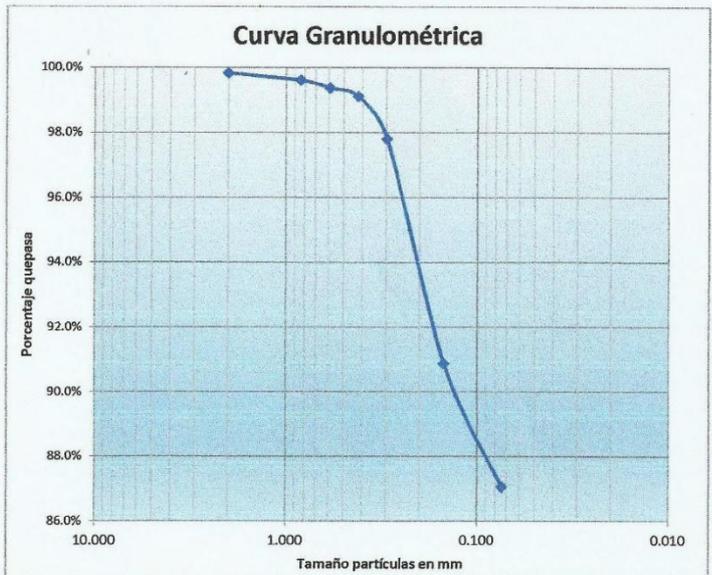
LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		084	
Peso Suelo H. (gr)		32.34	
Peso Suelo S. (gr)		30.15	
Peso Tarro (gr)		21.61	
% de humedad		25.64%	

LL=	45.49%
LP=	25.64%
IP=	19.84%
W=	8.36%

Indice de Grupo	14
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CL

HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		264	
Peso Suelo H. (gr)		51.67	
Peso Suelo S. (gr)		49.32	
Peso Tarro (gr)		21.20	
% de humedad		8.36%	

Peso de la muestra (g)				260	
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa		
4 in					
3 in					
2 1/2in					
2 in					
1 1/2in					
1 in					
3/4in					
1/2in					
3/8in					
No 3					
No 4					
No 6					
No 8					100.00%
No 10	0.42	0.16%	99.84%		
No 12					
No 16					
No 20	0.58	0.22%	99.62%		
No 30	0.61	0.23%	99.38%		
No 40	0.69	0.27%	99.12%		
No 50	3.41	1.31%	97.80%		
No 60					
No 70					
No 100	18.02	6.93%	90.87%		
No 140					
No 200	9.94	3.82%	87.05%		
Fondo	226.33	87.05%			
	260.00	100%			



LOCALIZACIÓN	CA. SAN MARCOS CUADRA 03-04
POZO	08
PROFUNDIDAD	0.20 - 1.50m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

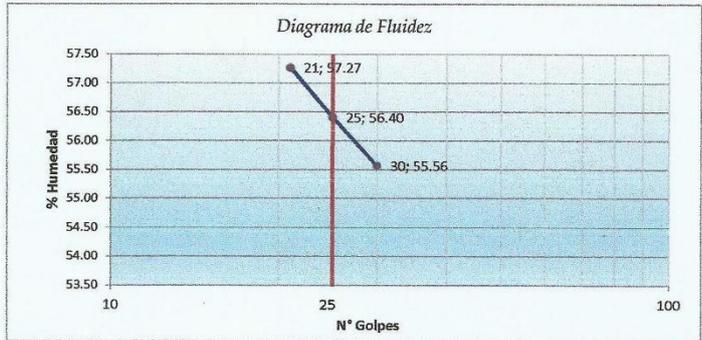
SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturen González
GERENTE TECNICO

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	21	25	30
Recipiente No	023	032	084
Peso Suelo H. (gr)	44.44	42.56	41.98
Peso Suelo S. (gr)	35.97	35.03	34.84
Peso Tarro (gr)	21.18	21.68	21.99
% de humedad	57.27%	56.40%	55.56%



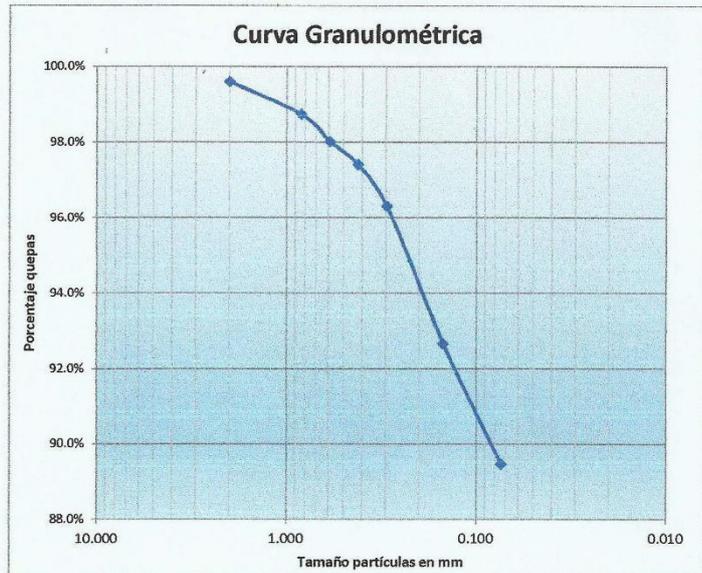
LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		087	
Peso Suelo H. (gr)		38.66	
Peso Suelo S. (gr)		35.23	
Peso Tarro (gr)		21.77	
% de humedad		25.48%	

LL=	56.43%
LP=	25.48%
IP=	30.94%
W=	20.48%

Indice de Grupo	19
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CH

HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		084	
Peso Suelo H. (gr)		53.44	
Peso Suelo S. (gr)		48.14	
Peso Tarro (gr)		22.26	
% de humedad		20.48%	

Peso de la muestra (g) 500			
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100.00%
No 10	1.98	0.40%	99.60%
No 12			
No 16			
No 20	4.32	0.86%	98.74%
No 30	3.62	0.72%	98.02%
No 40	3.05	0.61%	97.41%
No 50	5.48	1.10%	96.31%
No 60			
No 70			
No 100	18.26	3.65%	92.66%
No 140			
No 200	15.97	3.19%	89.46%
Fondo	447.32	89.46%	
	500.00	100%	



LOCALIZACIÓN	AV. VENEZUELA CUADRA 32-33
POZO	09
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.20m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

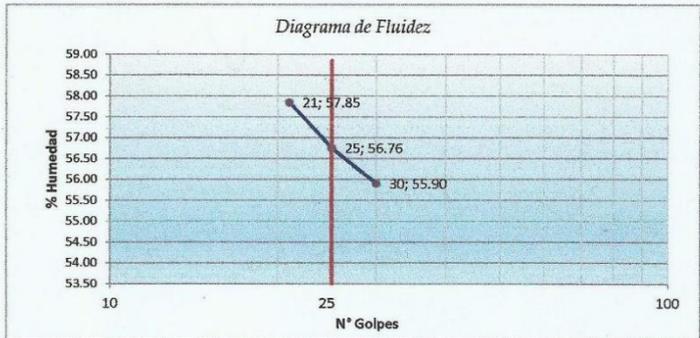
SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

PROYECTO	DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE	FECHA	2 nov. 2017
SOLICITANTE	BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN		

LIMITE LIQUIDO			
No de Golpes	21	25	30
Recipiente No	023	032	084
Peso Suelo H. (gr)	44.55	42.61	42.01
Peso Suelo S. (gr)	35.96	35.01	34.81
Peso Tarro (gr)	21.11	21.62	21.93
% de humedad	57.85%	56.76%	55.90%



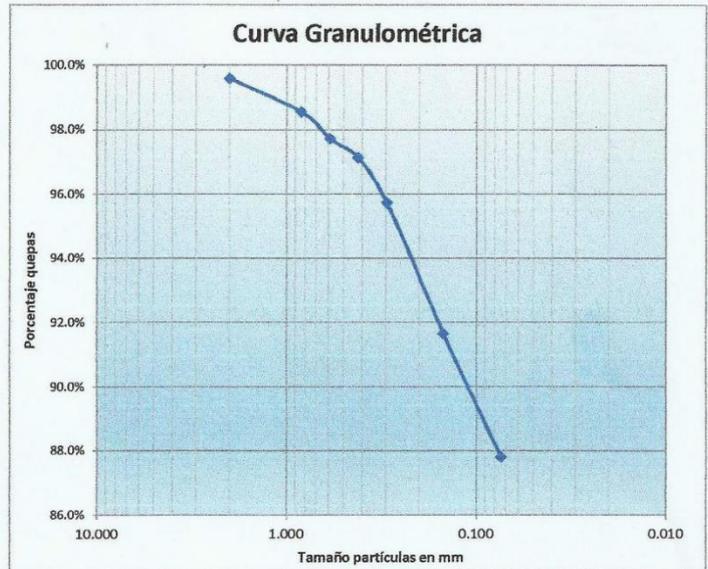
LIMITE PLASTICO			
Recipiente No		102	
Peso Suelo H. (gr)		38.61	
Peso Suelo S. (gr)		35.27	
Peso Tarro (gr)		22.11	
% de humedad		25.38%	

LL=	56.85%
LP=	25.38%
IP=	31.47%
W=	12.44%

Indice de Grupo	19
Clasificación AASHTO	A-7-6
Clasificación Unificada	CH

HUMEDAD NATURAL			
Recipiente No		213	
Peso Suelo H. (gr)		53.32	
Peso Suelo S. (gr)		49.88	
Peso Tarro (gr)		22.22	
% de humedad		12.44%	

Peso de la muestra (g)		500	
Tamices	Suelo Retenido (g)	% retenido	% que pasa
4 in			
3 in			
2 1/2 in			
2 in			
1 1/2 in			
1 in			
3/4 in			
1/2 in			
3/8 in			
No 3			
No 4			
No 6			
No 8			100.00%
No 10	2.02	0.40%	99.60%
No 12			
No 16			
No 20	5.22	1.04%	98.55%
No 30	4.11	0.82%	97.73%
No 40	2.98	0.60%	97.13%
No 50	7.02	1.40%	95.73%
No 60			
No 70			
No 100	20.44	4.09%	91.64%
No 140			
No 200	19.22	3.84%	87.80%
Fondo	438.99	87.80%	
	500.00	100%	



LOCALIZACIÓN	CA. TAHUANTISUYO CUADRA 20
POZO	10
PROFUNDIDAD	0.20 - 1.50m
MUESTRA	M-1

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. COTRINA ORRGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917

SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barurén Gonzales
GERENTE TECNICO

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO.

Ubicación : DIST. JLO - PROV. CHICLAYO - DPTO. LAMBAYEQUE

Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

Material : Suelo de Fundación

Fecha : Noviembre del 2017

Muestra : M - 1

Tramo : AV. EL DORADO CUADRA 23-26

Pozo N°	: 01
Profundidad	: 0.30 - 1.50m

C.B.R.						
Molde N°	29		37		62	
N° de Capas	05		05		05	
N° de Golpes p/c	56		25		12	
Cond. De la Muestra	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Húmedo	8925	9004	8927	9032	8878	9085
Peso del Molde	4325	4325	4458	4458	4570	4570
Peso del Suelo Húmedo	4600	4679	4469	4574	4308	4515
Volumen del Suelo	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad Húmeda	2.147	2.183	2.085	2.134	2.010	2.107
% Humedad	14.78	16.06	15.19	17.24	14.79	19.65
Densidad Seca	1.87	1.88	1.81	1.82	1.75	1.76
Tarro N°	14a	65	68	73	75	78
Tarro + Suelo Húmedo	109.88	119.81	114.85	115.59	104.53	120.31
Tarro + Suelo Seco	98.76	106.66	102.55	101.63	94.39	103.05
Agua	11.12	13.15	12.30	13.96	10.14	17.26
Peso del Tarro	23.51	24.79	21.59	20.66	25.81	15.22
Peso del Suelo Seco	75.25	81.87	80.96	80.97	68.58	87.83
% Humedad	14.78	16.06	15.19	17.24	14.79	19.65
Promedio Humedad	16.29					

EXPANSION										
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSION		
			M.M.	M.M.	%	M.M.	M.M.	%	M.M.	M.M.
2/11/2017	9.30	0.00	0.000				0.000			
3/11/2017	9.30	24.00	8.025				8.095			8.050
4/11/2017	9.30	48.00	8.035				8.102			8.085
5/11/2017	9.30	72.00	8.040				8.115			8.125
6/11/2017	9.30	96.00	8.050	8.050	6.940		8.125	8.125	7.004	8.255

PENETRACIÓN													
PENET.	CARGA	MOLDE N° 29				MOLDE N° 37				MOLDE N° 62			
		M.M./Pulg	S.T.D.	LECTURA	CORREGIDA			LECTURA	CORREGIDA			LECTURA	CORREGIDA
L.B.	S./Pulg2				%	L.B.	S./Pulg2		%	L.B.	S./Pulg2		%
0.020		4.90	57	19		3.70	43	14		2.20	26	9	
0.040		10.40	122	41		7.50	88	29		4.80	56	19	
0.060		15.30	179	60		11.10	130	43		6.80	80	27	
0.080		19.80	232	77		14.40	169	56		8.80	103	34	
0.100	1000	24.60	289	96	9.6	17.65	207	69	6.9	10.95	128	43	4.3
0.200	1500	40.10	470	157		29.30	344	115		17.40	204	68	
0.300		51.20	601	200		37.30	438	146		22.30	262	87	
0.400		60.30	707	236		43.20	507	169		25.80	303	101	
0.500		63.50	745	248		44.90	527	176		26.80	314	105	

SERINGTEC S.R.L.

TEC. RESPONSABLE

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Reg.Marca - C - 00052577

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

Seringtec S.R.L.

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO.

Ubicación : DIST. JLO - PROV. CHICLAYO - DPTO. LAMBAYEQUE

Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

Material : Suelo de Fundación

Fecha : Noviembre del 2017

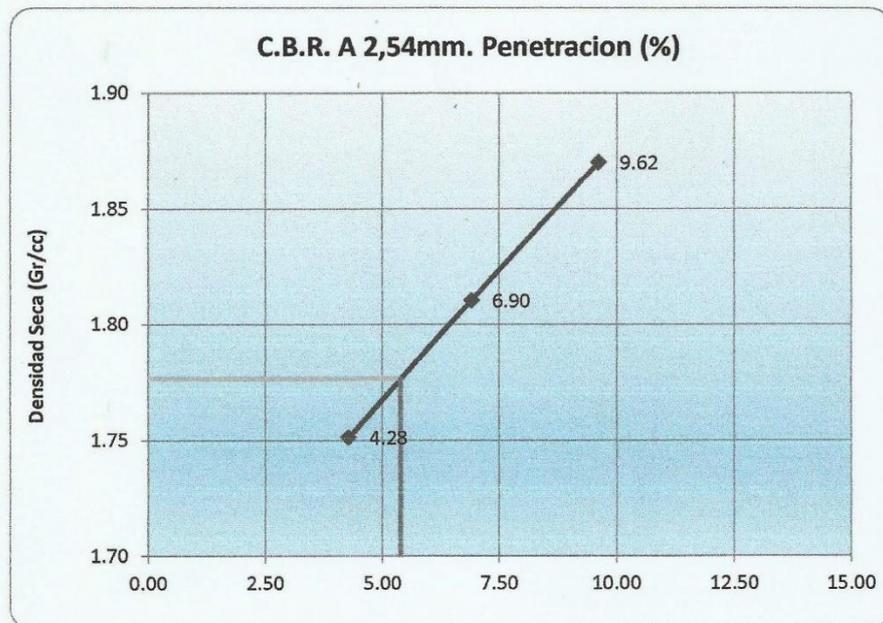
Muestra : M - 1

Tramo : AV. EL DORADO CUADRA 23-26

Pozo N°	: 01
Prof.	: 0.30 - 1.50m

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE N°	PENETRACIÓN	LBS/PULG 2	N° DE GOLPES	C.B.R. (%)	D.M. SECA
29	0,1 "	96.19	56	9.62	1.87
37	0,1 "	69.01	25	6.90	1.81
62	0,1 "	42.81	12	4.28	1.75

ENBEBIDO	EXPANSION	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	CBR 100%	CBR 95%
04 Días	7.02%	0,1 "	14.25%	1.87 Gr/cc	1.78 Gr/cc	9.62%	5.40%



SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Baruren Gonzales
GERENTE TECNICO

TEC. RESPONSABLE

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77317

ING. RESPONSABLE

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO.

Ubicación : DIST. JLO - PROV. CHICLAYO - DPTO. LAMBAYEQUE

Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

Material : Suelo de Fundación

Fecha : Noviembre del 2017

Muestra : M - 1

Tramo : CA. SAN MARCOS CUADRA 03-04

Pozo N°	: 08
Profundidad	: 0.20 - 1.50m

C.B.R.						
Molde N°	08		42		26	
N° de Capas	05		05		05	
N° de Golpes p/c	56		25		12	
Cond. De la Muestra	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Húmedo	9036	8906	8856	8951	8091	8206
Peso del Molde	4200	4200	4171	4171	3810	3810
Peso del Suelo Húmedo	4836	4706	4685	4780	4281	4396
Volumen del Suelo	2290	2209	2295	2295	2191	2191
Densidad Húmeda	2.112	2.130	2.041	2.083	1.954	2.006
% Humedad	17.10	19.28	16.96	21.11	17.02	20.84
Densidad Seca	1.80	1.79	1.75	1.72	1.67	1.66
Tarro N°	141	31	222	191	242	50
Tarro + Suelo Húmedo	280.28	266.02	301.57	310.16	293.02	270.78
Tarro + Suelo Seco	241.28	225.29	259.79	258.53	252.39	226.31
Agua	39.00	40.73	41.78	51.63	40.63	44.47
Peso del Tarro	13.22	14.01	13.48	13.96	13.70	12.94
Peso del Suelo Seco	228.06	211.28	246.31	244.57	238.69	213.37
% Humedad	17.10	19.28	16.96	21.11	17.02	20.84
Promedio Humedad	18.72					

EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION		
			M.M.	M.M.	%	M.M.	M.M.	%	M.M.	M.M.	%			
2/11/2017	9.50	0.00	0.000				0.000				0.000			
3/11/2017	9.50	24.00	1.120				1.310				2.060			
4/11/2017	9.50	48.00	3.220	3.220	2.776		3.010	3.010	2.595		4.930	4.930	4.250	
5/11/2017	9.50	72.00	4.150				6.340				6.030			
6/11/2017	9.50	96.00	6.290	6.290	5.422		7.050	7.050	6.078		7.650	7.650	6.595	

PENETRACIÓN														
PENET.	CARGA	MOLDE N° 08				MOLDE N° 42				MOLDE N° 26				
		M.M./Pulg	S.T.D.	CORREGIDA			LECTURA	CORREGIDA			LECTURA	CORREGIDA		
				L.B.	S./Pulg2	%		L.B.	S./Pulg2	%		L.B.	S./Pulg2	%
0.020		10.50	123	41		9.30	109	36		6.20	73	24		
0.040		17.20	202	67		12.15	143	48		8.15	96	32		
0.060		23.26	273	91		15.74	185	62		9.84	115	38		
0.080		28.32	332	111		19.45	228	76		11.94	140	47		
0.100	1000	32.30	379	126	12.6	21.90	257	86	8.6	13.35	157	52	5.2	
0.200	1500	46.30	543	181		34.20	401	134		22.26	261	87		
0.300		55.22	648	216		41.30	484	161		29.30	344	115		
0.400		61.34	720	240		44.00	516	172		32.60	382	127		
0.500		63.90	750	250		45.40	533	178		33.40	392	131		

TEC. RESPONSABLE
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO
Reg.Marca - C - 00052577

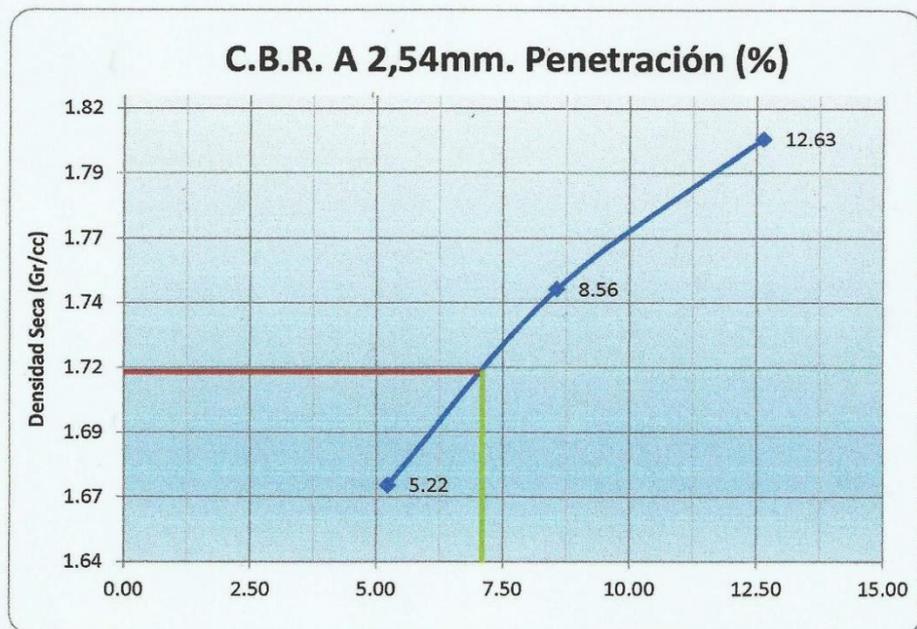
ING. RESPONSABLE
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77617
Seringtec S.R.L.

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO.
Ubicación : DIST. JLO - PROV. CHICLAYO - DPTO. LAMBAYEQUE
Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
Material : Suelo de Fundación
Fecha : Noviembre del 2017
Muestra : M - 1
Tramo : CA. SAN MARCOS CUADRA 03-04

Pozo N°	: 08
Prof.	: 0.20 - 1.50m

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE N°	PENETRACIÓN	LBS/PULG 2	N° DE GOLPES	C.B.R. (%)	D.M. SECA
08	0,1 "	126.29	56	12.63	1.80
42	0,1 "	85.63	25	8.56	1.75
26	0,1 "	52.20	12	5.22	1.67

ENBEBIDO	EXPANSION	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	CBR 100%	CBR 95%
04 Días	6.03%	0,1 "	16.65%	1.80 Gr/cc	1.71 Gr/cc	12.63%	7.10%



SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO
TEC. RESPONSABLE

SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
ING. RESPONSABLE

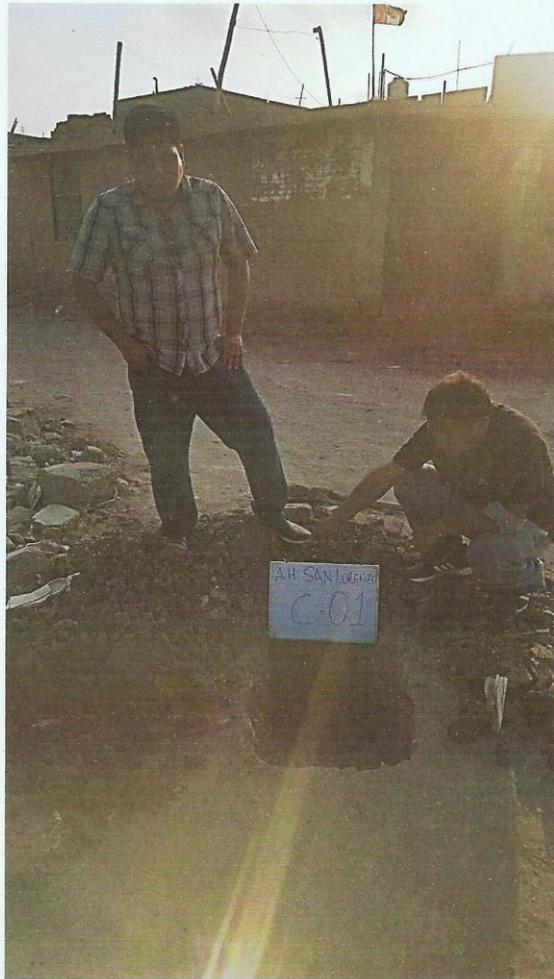


Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - Cel.: 990401751 - E-mail: seringtec@gmail.com - RUC: 20480420153

PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 01

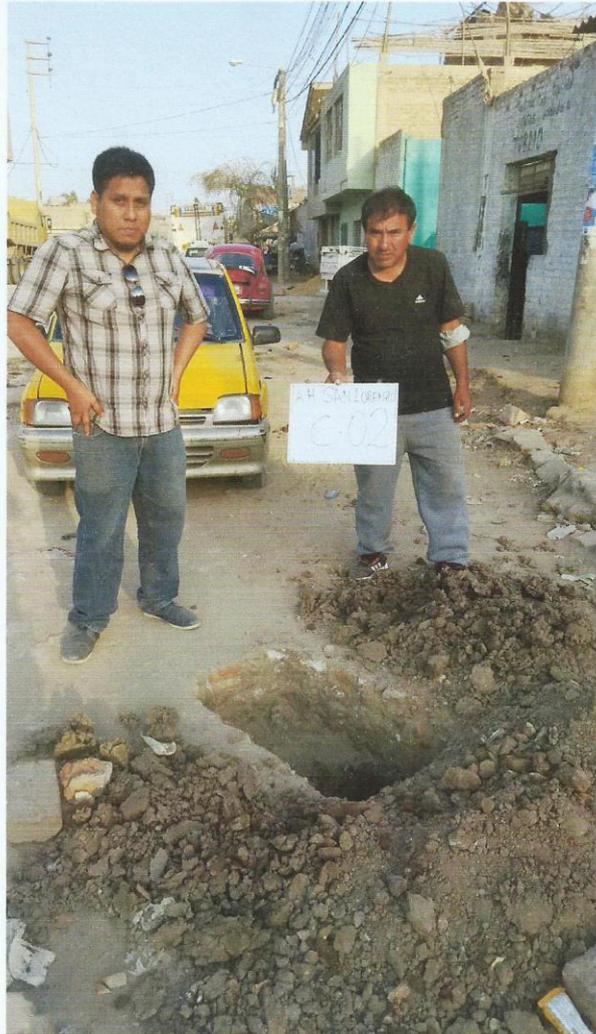


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.
Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77617

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 02



SERINGTEC S.R.L.
[Signature]
E. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.
[Signature]
MANUEL U. GOTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 03



SERINGTEC S.R.L.

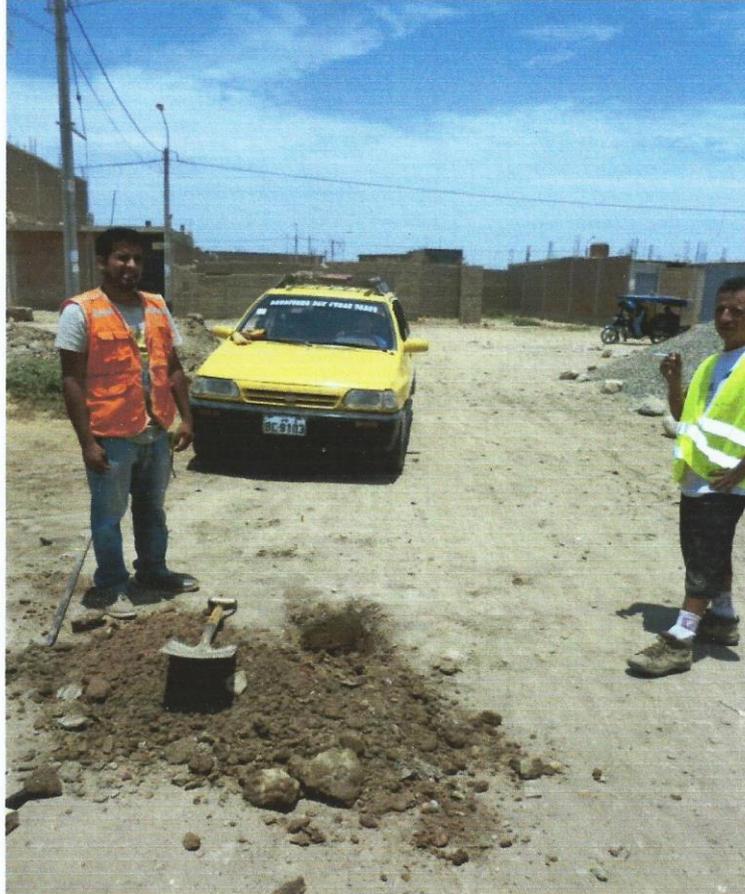
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Ovalgo
MANUEL U. COTRINA OVALGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 04



SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 05



CALICATA - 06



SERINGTEC S.R.L.

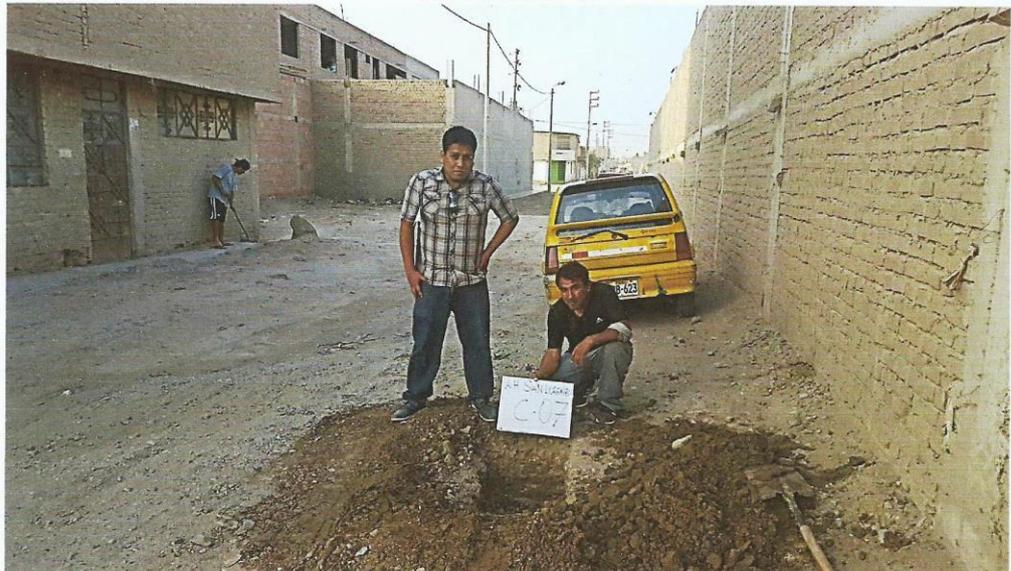
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 07



SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 08



SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barhren Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917



SERVICIOS DE INGENIERIA TECNICA

Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo Telf.: 21-42-47 - Cel.: 979454023 - E-mail: seringtec@gmail.com - RUC: 20480420153

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 09



SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

PANEL FOTOGRAFICO

CALICATA - 10



SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.
Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

ANEXO 07:
**ESTUDIO DE CANTERA
Y FUENTE DE AGUA**



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - Cel.: 990401751 – E-mail: seringtec@gmail.com – RUC: 20480420153

ENSAYOS DE MATERIAL DE CANTERA



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo Telf.: 21-5988- Cel.: 990401751 - E-mail:seringtec@gmail.com - RUC: 20480420153

INFORME GEOTECNICO

EVALUACION Y DETERMINACION DE CARACTERISTICAS FÍSICO – MECÁNICAS DE MATERIAL DE AFIRMADO, PARA USO EN OBRAS CIVILES

PROYECTO DE TESIS:

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE
COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN
LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ
LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO – LAMBAYEQUE**

PARA:

CONFORMACION DE CAPAS PARA PAVIMENTO FLEXIBLE

UBICACIÓN:

DISTRITO : JOSE L. ORTIZ
PROVINCIA : CHICLAYO
DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

SOLICITANTE:

BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2017

CHICLAYO – PERU

INFORME GOTECNICO

EVALUACION Y DETERMINACION DE CARACTERISTICAS FÍSICO – MECÁNICAS DE MATERIAL DE AFIRMADO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO – LAMBAYEQUE

I.- GENERALIDADES

El objetivo principal del presente informe es con fines de evaluación y determinación de las características físico-mecánicas mas prioritarias del material de afirmado de cantera que será usado para conformación de capas de para veredas, mediante ensayos de laboratorio para su utilización en pavimentos, en la obra: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO – LAMBAYEQUE.

II.- UBICACIÓN DE CANTERAS

Los materiales evaluados fueron traídos de la siguiente ubicación:

- ✚ Afirmado cantera Tres Tomas.


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barburén Gonzales
GERENTE TECNICO


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

III.- TRABAJO DE CAMPO Y TOMA DE MUESTRA

La toma de la muestra de material de afirmado sujeta a evaluación se tomó el día 04/11/2017, por personal idóneo en coordinación con el profesional encargado de la obra. El muestreo se hizo de acuerdo a la práctica convencional para estos casos y de acuerdo a la norma ASTM D-420.

IV. – TRABAJOS DE LABORATORIO

A fin de contar con los elementos necesarios y emitir un resultado a priori de las características físico-mecánicas del material tomado en cantera, fue sometida a los ensayos de laboratorio siguiendo las Normas establecidas por la American Society for Testing Materials (ASTM), los cuales se detallan a continuación:

- Análisis Granulométricos - ASTM D 422.
- Gravedad específica aparente - ASTM C – 188.
- Limite Líquido (Malla 40 y 200) - ASTM D 4318.
- Limite Plástico (Malla 40 y 200) - ASTM D 4318.
- Contenido de Humedad. - ASTM D 2216.
- Contenido de Sales Solubles. - MTC – E219 - 2000
- Ensayos de Próctor Modificado - ASTM - D1557.
- Resistencia de Abrasión - AASHTO – T - 96.

4.1. Trabajos de Gabinete

Con los resultados obtenidos de los análisis del laboratorio, se procedió a la evaluación del material según especificaciones técnicas y clasificación empleando los Sistemas de Clasificación de Suelos: S.U.C.S. (ASTM D-2487) y AASHTO, respectivamente, obteniéndose el siguiente análisis comparativo:

AFIRMADO:

• Análisis Granulométrico por Tamizado

Las especificaciones indican gradaciones tipo: A, B, C y D, enmarcándose los resultados en más en la gradación tipo B, el agregado grueso y el agregado fino comienza a salir a partir de la Malla N° 20, lo cual indica que el material de afirmado analizado no cumple en su totalidad la Gradación “B”.

SERINGTEC S.R.L.


F. Antonio Barturen Gonzalez
GERENTE TECNICO

Reg.Marca – C – 00052577

SERINGTEC S.R.L.


MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

Seringtec S.R.L.

3

- **Gravedad Específica Aparente.**

Respecto al agregado, grueso se obtuvo un Peso Específico Aparente de: 2.64gr/cm³.

- **Limite Liquido**

Se requiere un máximo de 25%, obteniéndose: 21.55%.

- **Limite Plástico.**

Se obtuvo un Limite Plástico de: 18.22%.

- **Índice de Plasticidad.**

Se requiere un máximo de 6.00%, obteniéndose un I.P. = 3.33%.

- **Contenido de Humedad**

Se obtuvo una Humedad Natural de 6.15%.

- **Contenido de Sales Solubles**

Se requiere un máximo de 0.50%, obteniéndose un promedio de 0.045%, realizado a dos muestras de material de afirmado.

- **Ensayo de C.B.R.**

Se requiere un mínimo de 40.00% para sub-base y 80.00% para base, obteniéndose 87.38%.

- **Ensayo de Próctor Modificado**

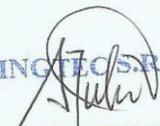
Se ha obtenido una máxima densidad seca de: 2.208gr/cm³, y un contenido de humedad optima de 7.58%, y se requiere una variación máxima de +/- 1.50%.

- **Equivalente de arena.**

Se requiere un mínimo de 30%, obteniéndose: 61.80% y de 65.40%, dando un promedio de 63.60%.

- **Resistencia de Abrasión.**

Se requiere obtener un máximo de 50. % de desgaste, obteniéndose 31.80%.



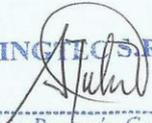
SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO



SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

V. CONCLUSIONES

- De la muestra del material de afirmado tomado en obra, para los análisis de laboratorio con fines de evaluación, se deduce que se trata de un material conformado por un conglomerado heterométrico, de forma subanguloso, intemperizado, de superficie rugosa, en matriz de arena limosa, media a fina, de ligera plasticidad, suelo de estructura tipo ligeramente cohesivo, poco expansivo, de alta tenacidad y resistencia al estado seco, con poco porcentaje de partículas chatas y alargadas.
- Como se puede apreciar el perfil granulométrico del material encaja dentro de la gradación B, por lo cual, si cumple en su totalidad con las especificaciones técnicas requeridas para pavimentos rígidos y/o flexibles a nivel de Base, por lo cual se puede considerar su uso con fines constructivos, garantizándose los controles de calidad en proceso constructivo (batido, perfilado, control de humedad, y compactado).

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barburén Gonzales
GERENTE TECNICO

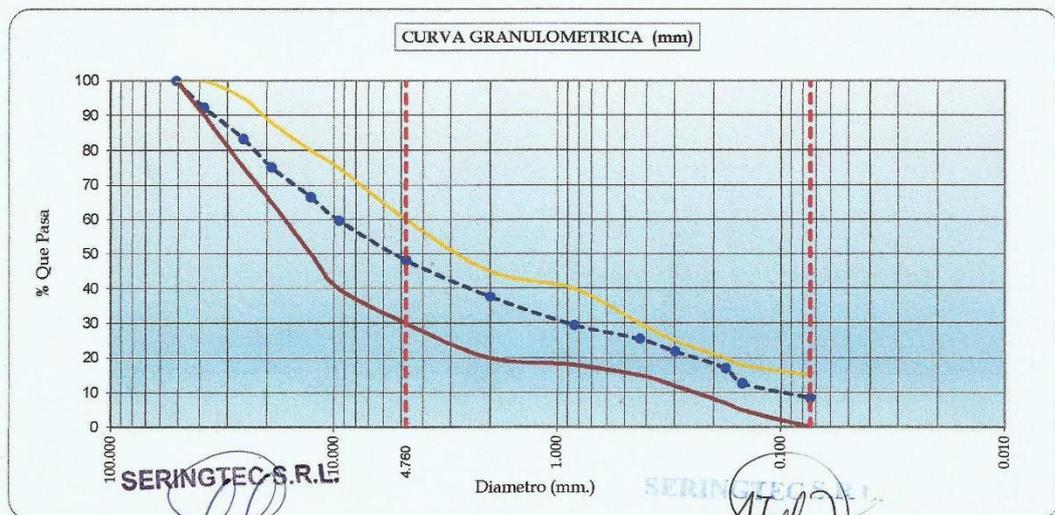
SERINGTEC S.R.L.

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
UBICACIÓN	: DISTRITO DE JOSE L. ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO – LAMBAYEQUE
TRAMO	: Conformacion de Capa de afirmado
SOLICITANTE	: BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
	FECHA: 2/11/2017

TAMIZAS TM	ABERTURA m.m.	PESO RET.	% RET.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				TIPO "B"	
2 1/2"	63.500					
2"	50.800			100	100	Cantera : Muestra : M-1
1 1/2"	38.100	556	7.76	92.24		Material : Afirmado
1"	25.400	640	8.93	83.31	75-95	Peso Total : 7162.00 gr
3/4"	19.050	589	8.22	75.09		Limite Liquido : 21.55%
1/2"	12.700	617	8.62	66.47		Limite Plástico : 18.22%
3/8"	9.520	487	6.80	59.67	40-75	Indice Plástico : 3.33%
1/4"	6.350					Clasif. SUCS : GW-GM
N° 4	4.760	821	11.47	48.20	30-60	Clasif. AASHTO : A-1-a(0)
N° 8	2.380					
N° 10	2.000	752	10.50	37.70	20-45	
N° 16	1.190					
N° 20	0.840	589	8.22	29.48		
N° 30	0.590					
N° 40	0.426	289	4.04	25.44	15-30	Observaciones : Humedad natural : 6.15%
N° 50	0.297	259	3.61	21.83		
N° 60	0.250					
N° 80	0.177	350	4.89	16.94		
N° 100	0.149	307	4.28	12.66		
N° 140	0.100					
N° 200	0.074	300	4.19	8.47	0-15	



SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917
Reg. Marcas C-00032577
Ing. Responsable

SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO
Tec. Responsable

Seringtec S.R.L.

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO

Ubicación : DISTRITO DE JOSE L. ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE

Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

Fecha : 2/11/2017

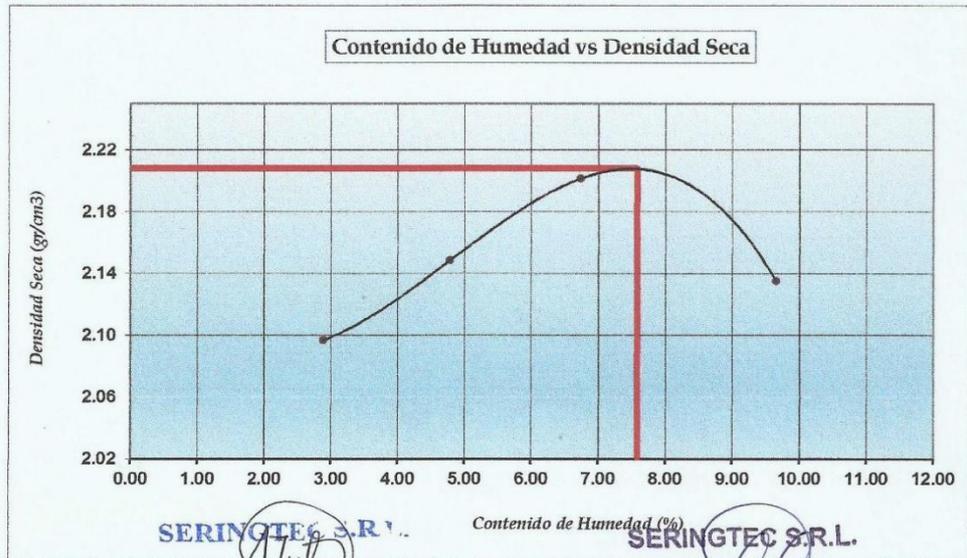
Muestra : Afirmado

En Atención

Material	: Afirmado
Cantera	

COMPACTACION			
MOLDE N°	05	n° capas	5
VOLUMEN DE MOLDE	2132.00 cm ³	n° golpes/capa	56
PESO DEL MOLDE	3180.00 gr	Dens. Max. Seca	2.208 gr/cm ³
		Humedad Optima	7.58 %

Peso Suelo Húmedo + Molde	7780	7980	8190	8172
Peso Molde	3180	3180	3180	3180
Peso Suelo Húmedo	4600	4800	5010	4992
Densidad del Suelo Húmedo	2.16	2.25	2.35	2.34
Cápsula N°	111	278	214	301
Peso Suelo Húmedo + Cápsula	120.09	108.40	112.80	114.19
Peso Suelo Seco + Cápsula	116.72	103.45	105.68	104.14
Peso del Agua	3.37	4.95	7.12	10.05
Peso de la Cápsula				
Peso Suelo Seco	116.72	103.45	105.68	104.14
% de Humedad	2.89	4.78	6.74	9.65
Densidad del Suelo Seco (g/cm ³)	2.097	2.149	2.202	2.135
Peso Esp. Ap. de Grava > de 3/4"	2.68 gr/cm ³			



SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO
Tec. Responsable

SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
Ing. Responsable

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR
OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
Ubicación : DISTRITO DE JOSE L. ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE
Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
Material : Afirmado
Fecha : 2/11/2017
Muestra : M-1

Progresiva (Km) :

C.B.R.						
Molde N°	33		21		45	
N° de Capas	05		05		05	
N° de Golpes p/c	56		25		12	
Cond. De la Muestra	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada	Sin Mojar	Mojada
Peso Molde + Suelo Húmedo	9940	10035	10082	10190	10086	10337
Peso del Molde	4855	4855	5125	5125	5270	5270
Peso del Suelo Húmedo	5085	5180	4957	5065	4816	5067
Volumen del Suelo	2143	2143	2143	2143	2143	2143
Densidad Húmeda	2.373	2.417	2.313	2.364	2.247	2.364
% Humedad	7.08	8.47	7.67	9.65	7.28	12.06
Densidad Seca	2.22	2.23	2.15	2.16	2.09	2.11
Tarro N°	192	40	291	185	227	97
Tarro + Suelo Húmedo	305.52	320.79	312.81	312.88	300.51	325.53
Tarro + Suelo Seco	286.72	297.25	292.05	287.23	281.49	292.75
Agua	18.80	23.54	20.76	25.65	19.02	32.78
Peso del Tarro	21.37	19.38	21.50	21.45	20.28	20.93
Peso del Suelo Seco	265.35	277.87	270.55	265.78	261.21	271.82
% Humedad	7.08	8.47	7.67	9.65	7.28	12.06
Promedio Humedad	8.70					

EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN			DIAL	EXPANSION			DIAL	EXPANSION	
			M.M.	M.M.	%	M.M.	M.M.	%	M.M.	M.M.	%		
2/11/2017	9.30	0.00	0.000				0.000				0.000		
3/11/2017	9.30	24.00	0.058				0.115				0.182		
4/11/2017	9.30	48.00	0.112				0.145				0.254		
5/11/2017	9.30	72.00	0.162				0.222				0.283		
6/11/2017	9.30	96.00	0.230	0.230	0.198	0.284	0.284	0.245	0.335	0.335	0.335	0.335	0.289

PENETRACIÓN													
PENET.	CARGA	MOLDE N° 33				MOLDE N° 21				MOLDE N° 45			
		S.T.D.	CORREGIDA			S.T.D.	CORREGIDA			S.T.D.	CORREGIDA		
M.M./Pulg	L.B.S.	LECTURA	L.B.	S./Pulg2	%	LECTURA	L.B.	S./Pulg2	%	LECTURA	L.B.	S./Pulg2	%
0.020		45.30	531	177		32.66	383	128		19.50	229	76	
0.040		93.48	1097	366		68.71	806	269		40.56	476	159	
0.060		136.56	1602	534		98.91	1160	387		59.05	693	231	
0.080		178.88	2098	699		129.61	1520	507		77.45	908	303	
0.100	1000	223.47	2621	874	87.4	161.94	1900	633	63.3	96.55	1133	378	37.8
0.200		363.74	4267	1422		263.71	3093	1031		157.45	1847	616	
0.300		461.93	5418	1806		334.81	3927	1309		199.65	2342	781	
0.400		535.55	6282	2094		388.11	4553	1518		231.45	2715	905	
0.500		557.94	6545	2182		403.51	4733	1578		241.55	2833	944	

TEC. RESPONSABLE

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO

Reg.Marca - C - 00052577

SERINGTEC S.R.L.

ING. RESPONSABLE

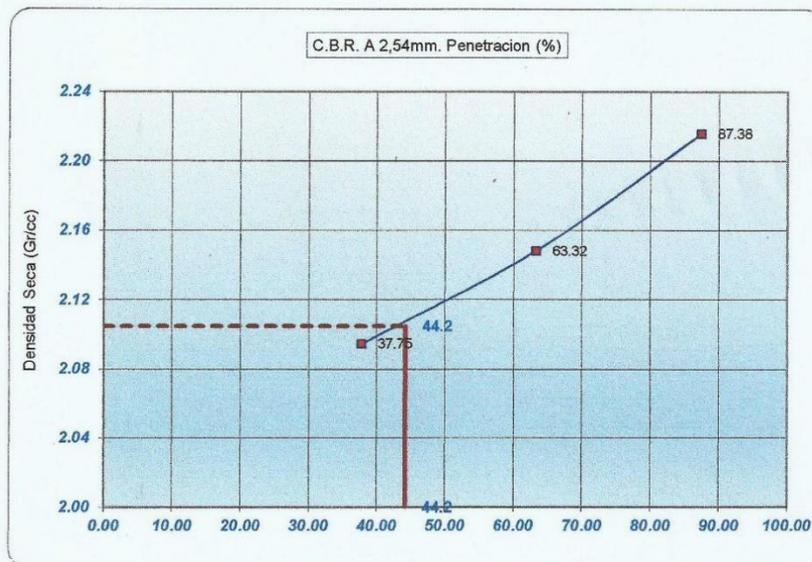
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

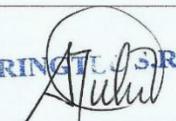
Seringtec S.R.L.

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPREDIDAS EN EL SECTOR
Tramo : OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO
Ubicación : DISTRITO DE JOSE L. ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE
Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN
Material : Afirmado
Fecha : 2/11/2017 **Progr.(Km)** :
Muestra : M-1

CALIFORNIA BEARING RATIO = C.B.R. (%)					
MOLDE Nº	PENETRACIÓN	LBS/PULG 2	Nº DE GOLPES	C.B.R. (%)	D.M. SECA
33	0,1 "	873.77	56	87.38	2.22
21	0,1 "	633.19	25	63.32	2.15
45	0,1 "	377.51	12	37.75	2.09

ENBEBIDO	EXPANSION	PENET. PULG.	OPT. HUM. %	MAX. DENS. 100%	MAX. DENS. 95%	CBR 100%	CBR 95%
04 Días	0.24%	0,1 "	6.88%	2.22 Gr/cc	2.11 Gr/cc	87.38%	44.20 %



SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturén Gonzales
 GERENTE TECNICO

 TEC. RESPONSABLE

SERINGTEC S.R.L.

MANUEL U. COTRINA ORREGO
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. Nº 77817

 ING. RESPONSABLE

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO

Material : Afirmado

Ubicación : DISTRITO DE JOSE L. ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE

Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

Fecha : 2/11/17

Muestra : M - 1

**RESISTENCIA DE ABRASION
AASHTO - T - 96**

TAMIZ	GRADUACIONES		
	"A"	"B"	"C"
1 1/2" - 1"		1250	
1" - 3/4"		1250	
3/4" - 1/2"		1250	
1/2" - 3/8"		1250	
3/8" - 1/4"			
1/4" - Nº4			
Nº4 - Nº8			
PESO TOTAL		5000	
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		1590	
PESO OBTENIDO		3410	
Nº DE ESFERAS		12	
PESO DE ESFERAS			
% Desgaste		31.80%	
PROMEDIO			

Observaciones:

.....
.....
.....


SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO
.....
Tec. Responsable


SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 77917
.....
Ing. Responsable



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales

Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo Telf.: 21-42-47 - Cel.: 979454023 - E-mail:seringtec@gmail.com - RUC: 20480420153

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO

Ubicación : DISTRITO DE JOSE L. ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO – LAMBAYEQUE

Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

Material : **Afirmado**

Fecha : **2/11/17**

Muestra : **M-1** Cantera **Tres tomas**

EQUIVALENTE DE ARENA ASTM - D2419			
Muestra N°	01	02	
Tamaño Maximo mm.	4.75	4.75	
Muestra N°	M - 1	M - 2	
Hora de Entrada a Decantación	9.30	9.50	
Hora de Salida de decantación	9.40	10.00	
Altura Max. Del Material Fino cm.	4.66	4.74	
Altura Max. De la Arena cm.	2.88	3.10	
Equivalente de Arena	61.80	65.40	
Equivalente de Arena Promedio %	63.60		

OBSERVACIONES:

.....

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
 GERENTE TECNICO

Tec. Responsable

SERINGTEC S.R.L.

Manuel U. Cotrina Orrego
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 77917

Ing. Responsable

DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE SAL
MTC - E219 - 2000

Proyecto : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO

Tramo : Conformación de Capa para pavimentos

Ubicación : DISTRITO DE JOSE L. ORTIZ, PROVINCIA DE CHICLAYO – LAMBAYEQUE

Solicitante : BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

Material : Afirmado

Fecha : 2/11/2017

Muestra : M-1

CANTERA				
UBICACIÓN				
MUESTRA N°	M - 1			
TARRO N°	16			
P. TARRO	22.64			
P. TARRO + P. AGUA + P. S.	111.58			
P. TARRO SECO + P. SAL	22.68			
P. SAL	0.04			
P. AGUA	88.90			
% SAL	0.045%			
PROMEDIO				

OBSERVACIÓN

La cantidad de sales encontrada en el suelo de afirmado no sobrepasa el máximo permisible.

SERINGTEC S.R.L.

F. Antonio Barturen Gonzales
GERENTE TECNICO
TEC. RESPONSABLE

SERINGTEC S.R.L.

MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917
ING. RESPONSABLE



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo - Cel.: 990401751 - E-mail: seringtec@gmail.com - RUC: 20480420153

ANALISIS QUIMICO DEL AGUA



Exploración Geotécnica - Mecánica de Suelos - Pavimentos y Concreto - Ensayos de Materiales
Manuel Seoane N° 1082 - La Victoria - Chiclayo Telf.: 21-5988- Cel.: 990401751 - E-mail:seringtec@gmail.com - RUC: 20480420153

INFORME DE ANALISIS QUIMICO DEL AGUA

EVALUACION Y DETERMINACION DE CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL AGUA, PARA USO EN OBRAS CIVILES

PROYECTO DE TESIS:

**DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE
COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN
LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ
LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO – LAMBAYEQUE**

UBICACIÓN:

DISTRITO : JOSE L. ORTIZ
PROVINCIA : CHICLAYO
DEPARTAMENTO : LAMBAYEQUE

SOLICITANTE:

BACH. ING. CIVIL RONY JOEL IRIGOIN QUESQUÉN

FECHA:

NOVIEMBRE DEL 2017

CHICLAYO – PERU

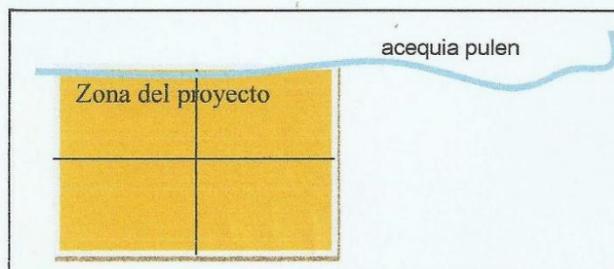
PROYECTO DE TESIS:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE EN AVENIDAS, CALLES Y PASAJE COMPRENDIDAS EN EL SECTOR OESTE DEL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DESDE LA AV. MARIANO CORNEJO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMBAYEQUE

I. ESTUDIO DE FUENTE DE AGUA

Para la elaboración del estudio de diseño de pavimento flexible en el sector oeste del H.U. San Lorenzo, se ha realizado las coordinaciones respectivas con las Juntas de Usuario de las zonas aledañas, la cual autorizara el uso adecuado del recurso hídrico para la ejecución de dicha obra.

Las fuentes de abastecimiento de agua serán:



- La acequia "Pulen" que se encuentra a 0.5Km del inicio del proyecto.

Se realizó ensayo de laboratorio de "Análisis Químico del Agua", a la fuente de abastecimiento donde se ha obtenido los siguientes resultados:

SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO

SERINGTEC S.R.L.
Manuel U. Cotrina Orrego
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77517

1ro. Fuente de abastecimiento: Acequia Pulen:

Muestra: AGUA DE LA ACEQUIA PULEN			
ENSAYOS	P.P.M.	NORMA N.T.P.	TOLERANCIA
Cloruros expresados como ion Cl	462	339.076	1000 Max.
Sulfatos expresados como ion SO4	623	339.074	1000 Max.
Alcalinidad Total	387	339.088	1000 Max.
Sales Solubles Totales	285	339.152	1500 Máx.
Ph	7.3	339.073	5.5 a 8
Residuos Sólidos en Suspensión	412	339.071	5000 Máx.
Materia Orgánica expresado en Oxígeno	0.13	339.072	3.0 Máx.

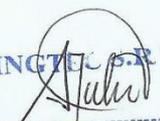
Según el cuadro de Elementos Químicos Nocivos para la Cimentación se concluyó que dichos resultados no son mayores a lo establecido por la norma N.T.P concluyendo que el agua está en condiciones óptimas para darle el uso adecuado, cumpliendo de esa manera sus propias funciones.

ELEMENTOS QUIMICOS NOCIVOS PARA OBRAS DE CONCRETO

PRESENCIA DE SUELOS	P.P.M	GRADO DE ALTERACION	OBSERVACIONES
* SULFATOS	0 - 1000 1000 - 2000 2000 - 20,000 >20,000	Leve Moderado Severo Muy severo	Ocasiona un ataque químico al Concreto de la Cimentación
** CLORUROS	> 6000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
** SALES SOLUBLES TOTALES	> 15000	PERJUDICIAL	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

* Comité 318-08 ACI

** Experiencia Existente



SERINGTEC S.R.L.
F. Antonio Barturén Gonzales
GERENTE TECNICO



SERINGTEC S.R.L.
MANUEL U. COTRINA ORREGO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 77917

ANEXO 08:
ESTUDIO CLIMATOLÓGICO Y
PLUVIOMÉTRICO

ESTUDIO CLIMATOLÓGICO - PLUVIOMÉTRICO

1- Generalidades

Los factores climatológicos que afectan más a un pavimento durante su etapa de servicio son las lluvias y los cambios de temperatura. En pavimentos flexibles, las lluvias, influyen en la elevación del nivel freático, en la resistencia, en la compresibilidad y especialmente en los cambios volumétricos de los suelos de la subrasante.

La información necesaria es la precipitación media diaria de la estación seleccionada registrada todos los días durante varios años para poder tener un registro confiable, estos registros deben precisar información sobre la cantidad precipitada con mayor intensidad, la frecuencia de las lluvias y los cambios de temperatura.

Estos datos son importantes para hallar el coeficiente de drenaje (m_i) que modifica los coeficientes estructurales de las capas, necesario en la metodología AASHTO para pavimentos flexibles. Asimismo, se puede obtener la temperatura promedio del aire durante el año. Esta sería el parámetro del Mean Annual Air Temperature (MAAT) requerido para elegir el gráfico correspondiente y hallar el espesor de la carpeta asfáltica en la metodología del Instituto del Asfalto.

Es por eso que al diseñar un pavimento se debe recurrir a registros históricos de estos factores en la zona donde será ubicado el proyecto, para tomar las precauciones respectivas.

2- Antecedentes

En el distrito de José Leonardo Ortiz al igual que toda la región las precipitaciones son bastante escasas, pues gran parte del año no llueve considerablemente; sin embargo el régimen pluviométrico se ve notablemente alterado en años extraordinarios, estando asociado directamente a la presencia del Fenómeno de El Niño (1983 y 1998) y El niño costero (2017), en estos años las lluvias son muy intensas, llegando como en los años 1983 y 1998 la máxima precipitación total Anual de 304 mm.

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) proporciona los datos de precipitación media diaria de diversas estaciones ubicadas en diversas zonas del país.

Para este estudio se tomará en cuenta información tanto de SENAMHI como también de los datos de las estaciones meteorológicas de Lambayeque y de Reque.

3- Condiciones Atmosféricas

a) Clima

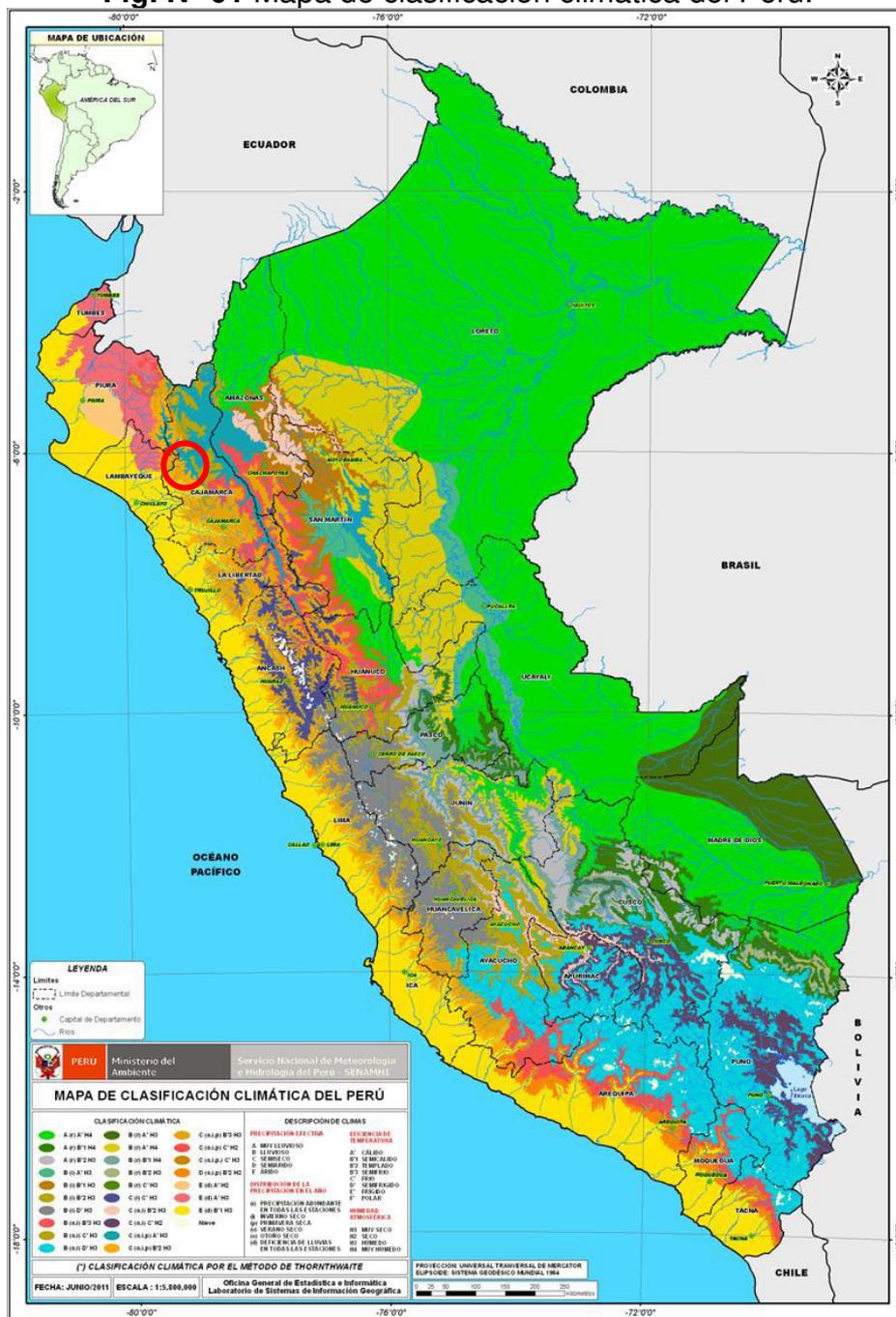
Posee un clima del tipo desértico árido subtropical, semicálido, húmedo durante las estaciones de primavera, otoño e invierno y caluroso en época de verano, los vientos son moderados.

El Informe SENAMHI “Descripción Agroclimática del Departamento de Lambayeque”, indica que los factores determinantes del Tiempo y Clima en Lambayeque, interactúan, y consideramos los siguientes:

- a. Posición Geográfica de su territorio ubicado en la parte norte de la ciudad de Chiclayo.
- b. El relieve orográfico dominante de nuestra Cordillera de los Andes.
- c. La presencia del sistema anticiclónico sub - Tropical del Pacífico; que origina el Fenómeno de “Inversión Térmica” en la Costa del Perú.
- d. La Corriente Peruana de Humboldt, que por tener aguas frías a temperaturas bajas, impide fuerte evaporación del mar, restringe las precipitaciones pluviales y climas templados inferiores a 5° centígrados.
- e. Enfriamiento y condensación de humedad en las capas inferiores del aire marítimo adyacente a la Costa Lambayecana; por el ingreso de masas de aire cálido, húmedo, provenientes del anticiclón del Pacífico.

Las condiciones atmosféricas de la Costa Lambayecana son estables, debido a la semi permanencia del anticiclón del Pacífico Sur- Oriental y el fenómeno de inversión térmica que se presenta en altitudes de 300 a 1200 mts. sobre el nivel del mar. El aire por debajo de estos niveles de inversión térmica es fresco y húmedo; y por encima es cálido y seco.

Fig. N° 01 Mapa de clasificación climática del Perú.



Fuente: <http://www.geogpsperu.com>

El lugar en el que se encuentra el tramo de esta tesis se ubica en la ciudad de Chiclayo, en la Costa norte del Perú. En el mapa anterior el sitio se encuentra encerrado en un círculo y pertenece a la zona E(d) B'1 H3 a la cual le corresponde un clima árido, semicálido y húmedo con deficiencia de lluvias en todas las estaciones.

b) Temperatura

El distrito de José Leonardo Ortiz en condiciones normales presenta temperaturas máximas de 28.27°C durante los meses de Enero y Marzo correspondientes al periodo más caluroso y temperaturas mínimas de en los meses de invierno. La temperatura media anual es de 21.00°C.

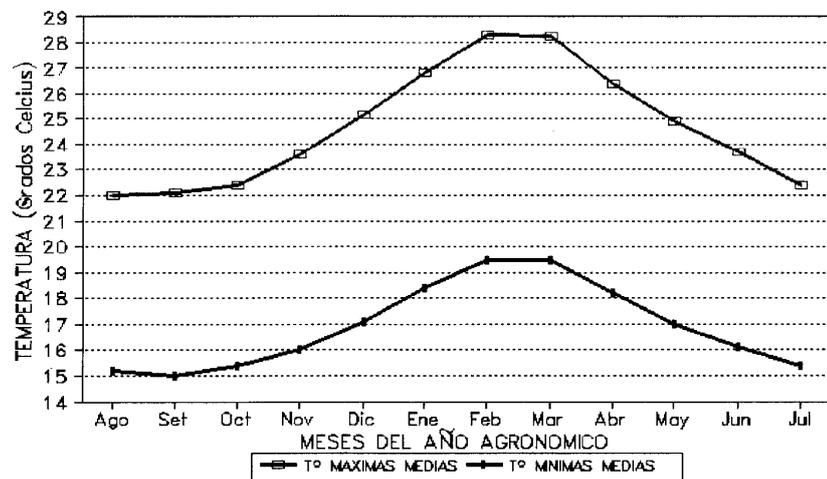
- **Temperaturas mínimas anuales**

Los registros de Temperaturas mínimas anuales están comprendidas entre 16° C, que obedece a la corriente fría Peruana.

- **Temperaturas máximas anuales**

Los registros de temperaturas máximas anuales se orientan de Oeste a Este, estableciéndose tres áreas geográficas definidas, Costa, Sierra y Selva (Cañarís). El régimen Térmico de Lambayeque se establece en un rango medio 24 ° C.

Fig. N° 02 RÉGIMEN NORMAL DE TEMPERATURAS EXTREMAS



Fuente: Adaptado de datos de la Estación Climatológica CO -
REQUE

c) Humedad Relativa

La Humedad Relativa promedio anual en la ciudad de José Leonardo Ortiz y en general en la costa norte es de 80 % aproximadamente. Los meses de menor humedad son los de verano, incrementándose en los meses más fríos y durante la presencia del Fenómeno de El Niño.

d) Temperatura del aire promedio

Con estos valores y los datos de la estación de medición Lobos de afuera (Lambayeque) se puede estimar una temperatura del aire promedio anual entre 18.8 y 21.8°C. Donde el año 2016 se obtuvo una mínima de 18.6 °C y una máxima de 24.8°C.

Tabla N°01 Temperatura del aire promedio (2001-2016)

2.3 TEMPERATURA DEL AIRE PROMEDIO, MÍNIMA Y MÁXIMA ANUAL POR ESTACIÓN DE MEDICIÓN, 2001-2016
(Grados centígrados)

Año	El Salto (Tumbes)			Paíta (Piura)			Lobos de Afuera (Lambayeque)			Salaverry (La Libertad)			Chimbote (Áncash)		
	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.	Prom.	Mín.	Máx.
2001	25.1	22.7	27.8	23.2	19.6	27.5	19.3	16.4	24.1	18.8	16.2	22.6	19.4	16.9	22.9
2002	26.0	23.6	28.1	23.9	20.6	28.0	20.3	17.1	25.6	19.8	17.2	23.3	20.1	17.2	24.9
2003	26.3	23.9	28.3	23.1	20.0	26.9	19.4	16.7	23.4	19.3	16.8	23.0	19.9	17.0	23.7
2004	25.2	23.3	27.1	22.9	19.3	26.8	19.4	16.7	23.1	19.2	16.9	22.9	20.1	17.6	24.0
2005	25.2	22.4	28.1	22.5	20.1	26.1	19.3	16.5	22.8	19.4	16.4	22.7	19.8	17.2	23.3
2006	25.2	23.2	27.2	23.2	21.1	26.2	20.0	18.2	23.8	19.8	18.0	23.0	20.9	18.8	23.7
2007	25.3	23.2	27.4	22.2	18.6	26.7	18.8	15.5	23.7	18.8	15.8	23.7	18.9	16.3	23.0
2008	25.5	24.5	26.7	23.4	20.9	26.9	20.3	17.6	25.1	20.3	18.3	24.6	20.8	18.2	27.0
2009	24.2	19.0	25.6	23.3	20.3	27.8	20.0	17.4	22.7	20.5	18.0	23.6	20.7	18.3	23.0
2010	24.3	21.7	26.3	23.4	20.3	26.9	19.5	15.9	24.0	19.7	16.2	24.3	20.2	16.1	24.8
2011	25.7	24.2	27.7	21.7	18.9	25.4	19.6	16.6	22.6	19.3	16.5	22.5	20.0	17.1	21.9
2012	...	...	...	27.1	22.5	33.5	20.6	18.2	23.1	21.0	18.5	23.4	21.3	18.8	23.3
2013	...	...	...	25.5	22.7	29.8	18.9	16.3	22.5	19.0	16.9	22.4	19.5	16.9	22.5
2014	...	...	...	26.6	20.8	34.0	20.2	17.4	22.9	20.7	18.1	23.2	21.4	18.4	23.6
2015	25.7	21.2	32.9	...	...	...	21.8	19.4	23.5	21.9	20.0	23.5	22.4	20.1	24.1
2016	...	...	...	...	...	...	20.8	18.6	24.8	21.7	18.1	25.4	21.6	18.6	25.8

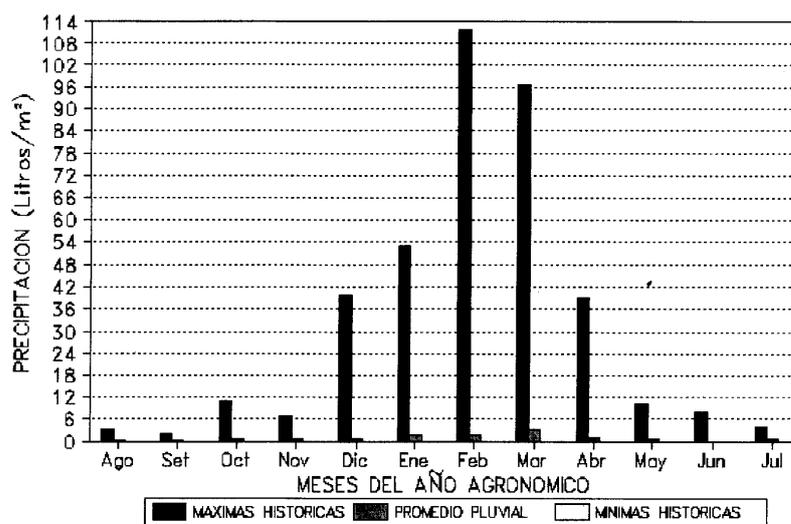
Fuente: Marina de Guerra del Perú - Dirección de Hidrografía y Navegación

e) Precipitaciones Pluviales en Lambayeque

Las Precipitaciones medias anuales en el departamento de Lambayeque fluctúan entre 10 y 1000m.m. (1m.m. de lluvia equivale a 1 litro/m²); originada por:

- a. La presencia de la Cordillera de los Andes; que bloquea de alguna manera, los aires cálidos y húmedos de la Amazonía.
- b. Presencia de tres zonas altitudinales en Lambayeque:
 - 1era.- De bajos niveles con Lluvias hasta de 100 lts./m²
 - 2da.- Lugares como Cayalti, Reque, Sipan, Lambayeque, Ferreñafe, Jayanca y Motupe, que totalizan anualmente un promedio y respectivamente 49.6 lts/m², 9.7 lts/m², 39,3lts/ m², 16.6 lts/m², 20.1 lts/ m² , 51.4 lts/ m² y 79.6 lts/ m².
- c. Una segunda Zona altitudinal media, donde las precipitaciones pluviales pueden oscilar entre 100 y 400 lts/m²; registrándose en Oyotún, Chongoyape, Puchaca y Olmos, Totales medios en año normal 134.1 lts/m², 110.4 lts/ m², 181.19 lts/m² y 142.7 lts/m² respectivamente.
- d. La Zona más elevada las precipitaciones fluctúan entre 500 a 1000 lts/ m² Incahuasi y Cueva Blanca con 465.9 lts/ m² y 1004.7 lts/ m² respectivamente.

Fig. N° 03 RÉGIMEN NORMAL DE PRECIPITACIONES



Fuente: Estación climatológica Co - Reque

Respecto de la FRECUENCIA del fenómeno ENOS (El Niño Oscilación Sur), no existe evidencias de períodos de ocurrencias, más si se tiene información de los principales.

Los Fenómenos ENOS ocurridos en 1924-1925; 1982-1983 y 1997-1998; se registraron precipitaciones similares. El SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Dirección Regional de Lambayeque, en el Reporte “Descripción Agroclimática del Departamento de Lambayeque” Páginas 32 y 60 precisan la siguiente información:

Los fenómenos ENOS ocurridos en 1925; 1982-1983 y 1997 – 1998, han registrado, precipitaciones promedio de 15mm/hora y totales acumulados de 2400 mm para cada evento.

f) Vientos

Los cambios de presión provocado por la radiación solar de los trópicos y la que reside la Antártida provoca cambios de presión y temperatura y consecuentemente velocidad de los vientos que corren en estratos muy pegados a la superficie de los mares y los suelos; por ello en nuestras costas Lambayecanas el recorrido de los vientos es de Sur a Norte que conjuga con la posición geográfica y el relieve orogénico de la Cordillera de los Andes, presencia del Sistema Anticiclónico sub Tropical, la corriente Peruana del de Humboldt y el enfriamiento y condensación de humedad en capas superiores del aire marítimo con vientos Alisios de dirección Norte Sur; dominante según horas del día, de los siguientes promedio aproximado dominante:

De 9 a 11 AM. Vientos con dirección N° 343° E

De 11 a 13 PM Vientos con dirección N° 351° E

De 13 a 17 PM Vientos con dirección N° 358° E Y velocidades entre 20 a 50 Km/h

4- Pluviometría

4.1- Estación “Lambayeque”

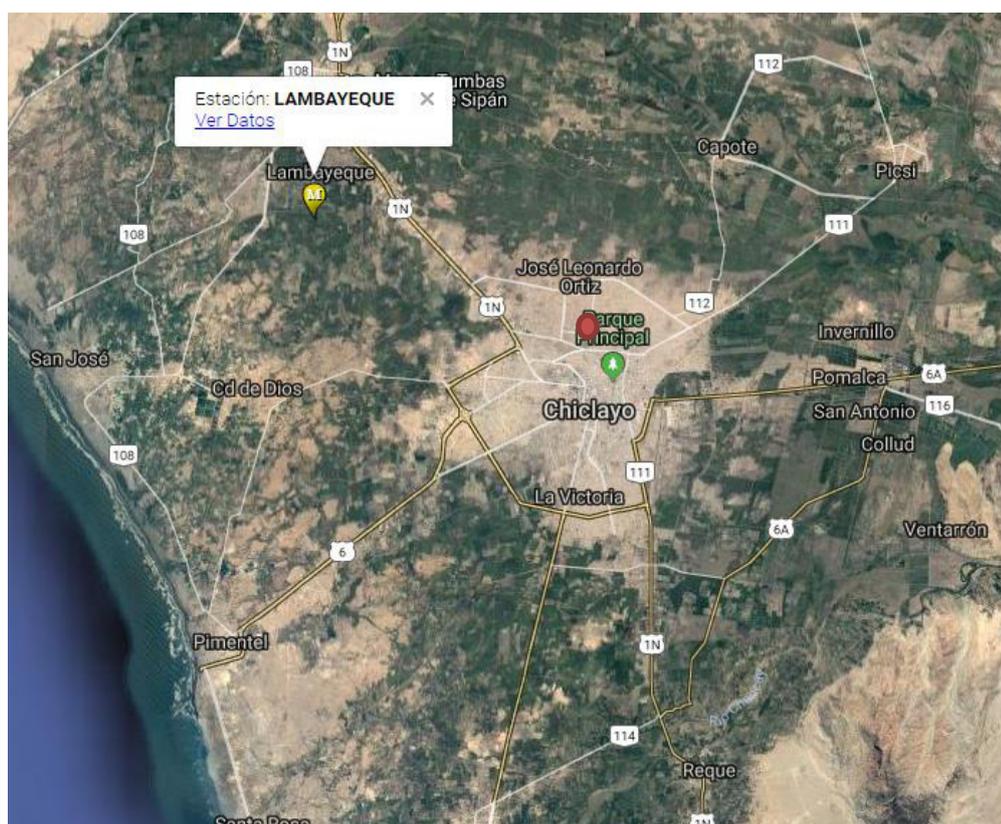
Dentro del área de influencia de la ciudad de José Leonardo Ortiz no se encuentra ubicada ninguna estación meteorológica, por lo que se tomó en cuenta la información de la Estación “Lambayeque”, más próxima al área de estudio.

La estación meteorológica Lambayeque, se encuentra ubicada en el distrito de Lambayeque, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque, a una latitud de 6°43'53.5", longitud de 79°54'35.41", a una altitud de 18 m.s.n.m.

La estación "Lambayeque" es de tipo convencional e hidrológica; dicha estación cuenta con datos meteorológicos desde el año 1928. La información recolectada "datos históricos" corresponde del mes de julio del año 2013 hasta agosto del presente año 2018.

Los valores de las precipitaciones son tomados a las 7 de la mañana y a las 7 de la noche. Asimismo, se registran las temperaturas máximas y mínimas todos los días.

Fig. N° 04 Mapa de ubicación de la estación "Lambayeque"



Fuente: Google Earth (2018)

4.1.1.- Cantidad de días lluviosos al mes

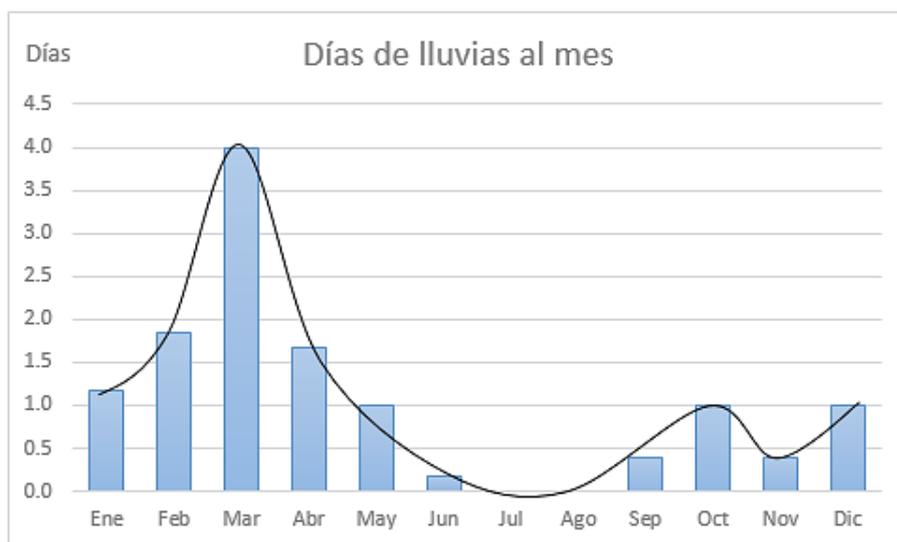
Con los datos proporcionados por el SENAMHI de las precipitaciones medias diarias (enero 2013- agosto 2018) se determina los días de lluvia por mes, los resultados se muestran a continuación:

Tabla N°02 Días de lluvia por mes

AÑO	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2013	0	2	6	3	2	0	0	0	0	3	0	0
2014	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	2	2
2015	0	1	5	1	2	0	0	0	0	1	0	1
2016	3	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1
2017	1	5	10	0	0	1	0	0	1	1	0	1
2018	3	1	1	4	1	0	0	0				
Promedio	1.2	1.8	4	1.7	1	0.2	0	0	0.4	1	0.4	1

Fuente: Elaboración propia, basado en los datos históricos del portal web del SENAMHI

Fig. N°05 Promedio de días lluviosos por mes



Fuente: Elaboración propia

La figura N° 05 muestra que en promedio los meses con más días de lluvia son febrero, marzo y abril. Los meses con menos precipitaciones son los que corresponden al período de mayo a diciembre.

4.1.2.- Precipitaciones promedio mensuales y anuales

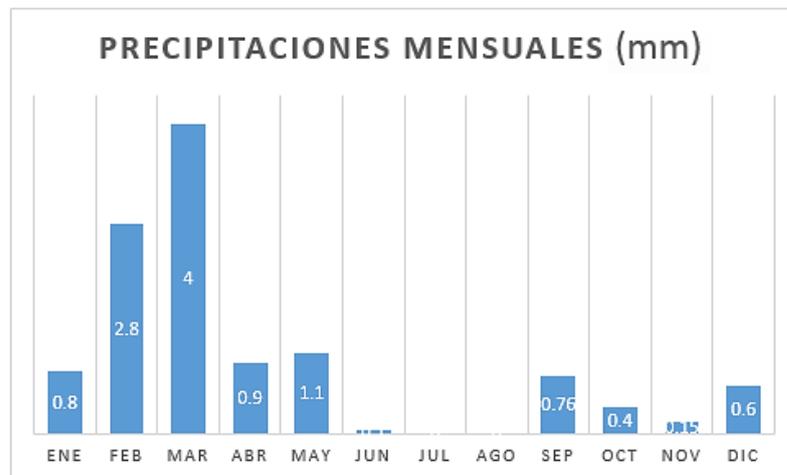
Con los datos proporcionados por el SENAMHI se obtuvieron el promedio de precipitaciones medias mensuales y anuales (enero 2013-agosto 2018), los resultados se muestran a continuación:

Tabla N° 03 Precipitaciones medias mensuales y anuales

AÑO	MES												total (mm)
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
2013	0	1.1	3.3	0.7	1.8	0	0	0	0	0.6	0	0	7.5
2014	0	0	0.4	0	3.7	0	0	0	2.6	0	0.8	1.2	8.65
2015	0	0.5	6.3	0.4	0.4	0	0	0	0	0.9	0	0.8	9.29
2016	1.6	0.9	0.9	3.9	0	0	0	0	0	0	0	0.9	8.18
2017	1.7	14	12.5	0	0	0.3	0	0	1.2	0.3	0	0.3	30.3
2018	1.6	0.3	1.3	0.6	0.5	0	0	0					4.3
Prom.(mm)	0.8	2.8	4	0.9	1.1	0.1	0	0	0.76	0.4	0.15	0.6	

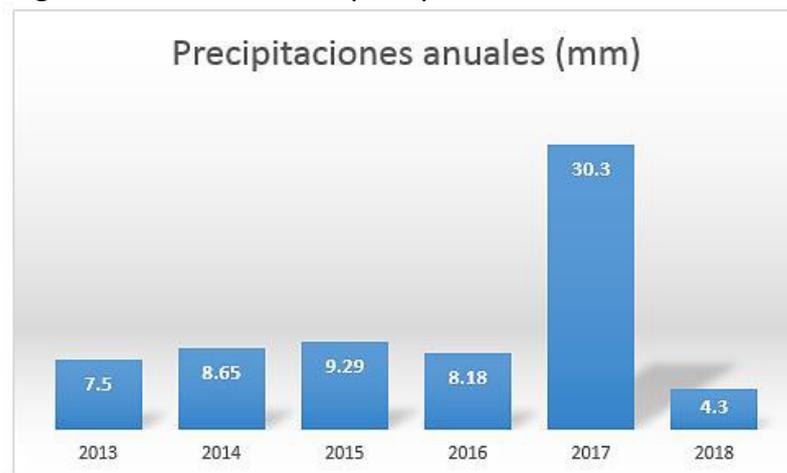
Fuente: Elaboración propia, basado en los datos históricos del portal web del SENAMHI

Fig. N° 06 Promedio de precipitaciones medias mensuales



Fuente: Elaboración propia

Fig. N° 07 Promedio de precipitaciones medias anuales



Fuente: Elaboración propia

Se observa en la figuras anteriores que las precipitaciones anuales son bajas, varían de 7.5 a 9.29 mm al año. Es importante anotar que en lo que va del 2018 ya se había llegado a una precipitación anual de 4.3 mm faltando 4 meses para culminar el año, es por eso que no concuerda estadísticamente con los años anteriores, además señalar que el año 2017 ocurrió un evento extraordinario de precipitaciones alta.

4.1.3.- Promedio mensual de la Precipitación Máxima en 24 Horas.

En la siguiente tabla se encuentra registrada la precipitación máxima (mm) en 24 horas, de cada mes, de los años 2013 - 2018. De estos datos se obtiene la precipitación promedio mensual máxima en 24 horas.

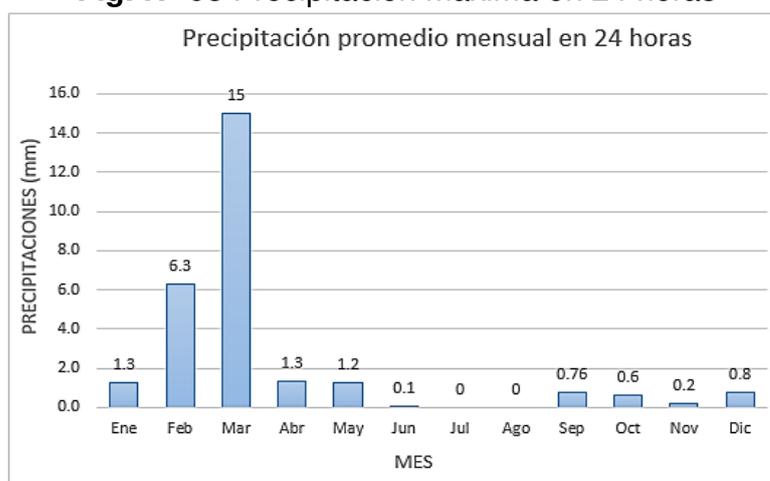
Tabla N° 04 Precipitaciones máximas en 24 horas

AÑO	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2013	0	1.4	8.5	1	2.8	0	0	0	0	1.9	0	0
2014	0	0	0.4	0	3.7	0	0	0	2.6	0	1	1.8
2015	0	0.5	18	0.4	0.4	0	0	0	0	0.9	0	0.8
2016	3.6	1	0.9	5.8	0	0	0	0	0	0	0	0.9
2017	1.7	34.6	60.7	0	0	0.3	0	0	1.2	0.3	0	0.3
2018	2.4	0.3	1.3	0.8	0.5	0	0	0				
Prom.(mm)	1.3	6.3	15	1.3	1.2	0.1	0	0	0.76	0.6	0.2	0.8

Fuente: Elaboración propia, basado en los datos históricos del portal web del SENAMHI

A continuación, en la figura N°08, se muestra La precipitación promedio mensual máxima en 24 horas, correspondiente a la estación Lambayeque.

Fig. N° 08 Precipitación máxima en 24 horas



Fuente: Elaboración Propia

Cabe resaltar, que estos son valores se obtienen de una precipitación máxima en 24 horas más no de un total de precipitaciones.

4.1.4.- Precipitaciones acumuladas por mes

En la siguiente tabla se encuentra registrada la precipitación (mm) acumuladas por mes, durante los años 2013 - 2018.

Tabla N° 05 Precipitaciones acumuladas por mes

AÑO	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2013	0	2.1	19.8	2.2	3.6	0	0	0	0	3.44	0	0
2014	0	0	0.4	0	3.7	0	0	0	2.6	0	1.50	2.4
2015	0	0.5	31.7	0.4	0.7	0	0	0	0	0.9	0	0.8
2016	4.9	1.8	0.9	7.7	0	0	0	0	0	0	0	0.9
2017	1.7	70	124.6	0	0	0.3	0	0	1.2	0.3	0	0.3
2018	4.9	0.3	1.3	2.30	0.5	0	0	0				
Prom.(mm)	1.92	12.5	29.8	2.10	1.42	0.05	0.00	0.00	0.76	0.9	0.3	0.9

Fuente: Elaboración propia, basado en los datos históricos del portal web del SENAMHI

A continuación, en la figura N°09, se muestra la precipitación promedio acumulada por mes, correspondiente a la estación Lambayeque.

Fig. N° 09 Precipitaciones acumuladas por mes



Fuente: Elaboración Propia

CONCLUSIONES

- El mes más lluvioso del año es marzo, donde se registró un promedio de precipitación de 29.8 mm, siendo ese mes el más lluvioso del año.
- Los meses más lluviosos son febrero, marzo y abril; excepto cuando ocurre un fenómeno extraordinario llámese fenómeno El Niño o La Niña que puede durar más tiempo.
- Las mínimas y máximas temperaturas de la zona se han registrado entre 16°C y 32°C respectivamente.
- La temperatura promedio del aire anual tiene un promedio de 20.8°C con una mínima de 18.6°C y una máxima de 24.8°C.
- La máxima precipitación registrada en los últimos años en la estación Lambayeque ha sido de 30.3 mm en el año 2017, esto por el fenómeno de EL NIÑO COSTERO.
- El presente estudio climatológico y pluviométrico propone estadísticas necesarias para la proyección de obras de drenaje pluvial para el adecuado funcionamiento del proyecto.
- Como se mencionó anteriormente, a pesar de no ser una zona en la que se presenten fuertes precipitaciones, podría darse el caso de una avenida extraordinaria que lleve al colapso al sistema de drenaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burga, A. y Chávez, O. (2015) “DISEÑO DE PAVIMENTO EN LA URBANIZACION SANTA MARIA DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”. Lambayeque - Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz (2011). “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE COL. 2, CDA. 2 DE CA. SAN PEDRO A AV. MEXICO, DE COL. DE CA. DANIEL ALCIDEZ CARRION, SAN FELIPE A CA. SALAS, DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO – LAMBAYEQUE”. Chiclayo-Perú
- <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1469/libro.pdf

ANEXO 09:
INFORME TOPOGRÁFICO

**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSÉ LEONARDO
ORTIZ**

INFORME

TOPOGRÁFICO

PROYECTO:

**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y
ALCANTARILLADO DEL A.H. SAN LORENZO”**



DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ
CHICLAYO – LAMBAYEQUE”

José L. Ortiz, Julio 2017

PRESENTACIÓN

El presente informe muestra detalladamente el estudio planimétrico y altimétrico del sector que comprende el Asentamiento Humano San Lorenzo, según lo que estipula las normas para la elaboración del expediente técnico definitivo **“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL A.H. SAN LORENZO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**, la zona de influencia se ubica en el sector oeste del A.H. en mención, y el lado Norte del Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

Basándonos en las Normas Peruanas vigentes, la cual nos brindó los parámetros necesarios, que nos permitió realizar el cálculo para el trazo en planta y perfil, curvas horizontales, áreas y otros datos necesarios.

Los métodos y procedimientos utilizados en este trabajo, buscan mejorar el nivel de vida de las personas que tienen sus domicilios en este sector, así como también a aquellos que habitan por dicha zona, la ejecución de este proyecto mejorara la calidad de vida de los moradores del Asentamiento Humano San Lorenzo, los que contarán con un sistema de agua y alcantarillado que influirá para mejorar las condiciones de salud de la población en especial de la niñez.

Es por esto que teniendo presente las Normas Peruanas de Diseño, y haciéndolas cumplir cabalmente, queremos proporcionar el Proyecto **“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”** y de esta manera cumplir con el objetivo de la Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz.

1.1. INTRODUCCIÓN.

La Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, intenta incorporar una nueva forma de producir Desarrollo Urbano en el espacio público para consolidar los diferentes sectores, articulando la participación de diferentes actores, y buscando elevar la calidad de vida, y la participación ciudadana.

La Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz, ha seleccionado, priorizado y aprobado la solicitud de los pobladores, en concordancia con los criterios de elegibilidad establecidos, con la finalidad de mejorar la accesibilidad de las viviendas; fortalecer el tejido social y la organización local, y mejorar la calidad de sanidad ambiental del entorno.

La comunidad beneficiaria pertenece a la zona norte del Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo y Departamento de Lambayeque, este proyecto recoge la clamorosa necesidad de contar con los servicios primordiales como son el Agua Potable y el Alcantarillado para el beneficio de la población.

En la actualidad, los moradores del Asentamiento Humano San Lorenzo cuentan con los servicios de agua potable y alcantarillado otorgado por EPSEL S.A., pero el sistema de tuberías no se encuentra en buen estado de conservación por la antigüedad de las mismas.

A través del sistema el cual no está en buenas condiciones y en parte obsoleto, situación ocasiona que la población afectada no reciba un correcto y continuo servicio de agua potable hasta su viviendas, lo que ocasiona en ciertos lugares se deba almacenar para su consumo, muchas veces este almacenamiento se hace en recipientes insalubres, lo cual ocasiona enfermedades en los pobladores especialmente los más ancianos y los niños; en lo que respecta al servicios de alcantarillado el mismo cuenta con tubería con más de 35 años de antigüedad lo que ocasiona que el servicios de alcantarillado colapse en varias zonas, es por ello que constantemente emanan olores nauseabundos y se constituyen en focos de contaminación para la población.

En este contexto, a fin de solucionar la problemática anteriormente descrita de manera integral no sólo el sistema de Alcantarillado sino también el de Agua Potable y las respectivas conexiones domiciliarias la Unidad Formuladora en coordinación con la GIDU de la Municipalidad Distrital de José L. Ortiz disponen la elaboración del presente estudio topográfico con fines de elaboración del Expediente Técnico definitivo: **“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN LORENZO, DISTRITO DE JOSÉ LEONARDO ORTIZ – CHICLAYO – LAMBAYEQUE”**.

Con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población, La Municipalidad Distrital de José Leonardo Ortiz tiene programado ejecutar en forma prioritaria durante los años 2017 y 2018.

El desarrollo del presente servicio se desarrollará basándose en los lineamientos técnicos establecidos en el perfil preliminar y teniendo en cuenta los términos de referencia alcanzados por el departamento de GIDU-MDJLO.

1.2. GENERALIDADES

El Proyecto contempla el Levantamiento Topográfico, inventarios de viviendas, cotas y fondo de buzones y otros datos del Asentamiento Humano San Lorenzo, Distrito de José Leonardo Ortiz, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.

1.3. ANTECEDENTES

La zona del estudio topográfico que se encuentra dentro de los límites del Asentamiento Humano San Lorenzo, actualmente comprende un nivel de terreno natural, por donde transitan las personas y vehículos para dirigirse a sus respectivas viviendas y centros de labores.

Estas zonas serán beneficiadas con el mejoramiento de las instalaciones de agua potable y saneamiento lo que constituirá el mejoramiento de la calidad de vida de la población de ese sector y en un futuro próximo la pavimentación de dicho sector.



1.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO REALIZADO

1.1.1. Ubicación Política:

Políticamente la zona asignada para realizar el estudio topográfico de se ubica en el lado norte del Distrito de José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque.



1.3.1. Ubicación Geográfica:

Región	: Lambayeque.
Provincia	: Chiclayo.
Distrito	: José Leonardo Ortiz.
Altitud	: 27.00 y 29.40 m.s.n.m.
Clima	: Templado - Cálido.
Longitud	: 79°50.4528' O
Latitud	: 6°46.2822' S

1.4. OBJETO DEL ESTUDIO

El principal objetivo del estudio fue la de obtener un Plano Topográfico: Altimétrico y Planímetro en su verdadera dimensión con puntos de control en cantidad suficiente que permita verificar las cotas y tener cotas de referencia para los trabajos en obra, optimizando datos para elaborar un expediente técnico definitivo acorde al relieve del terreno y en la fase de la ejecución de la obra no presente errores de alto riesgo.

1.5. ALCANCES DEL ESTUDIO

Con la ejecución del presente Estudio se logrará lo siguiente:

- **Sistema de Agua Potable:**
 - Disminución de los índices de enfermedades, disminución de morbilidad y de gastos de la salud de la población de la zona materia de estudio
 - Ahorro de tiempo en acciones relacionadas con la solución de los problemas medioambientales,
 - Mejora del nivel de vida de la población.
 - Evitar el almacenamiento en envases antihigiénicos.

• **Sistema de Alcantarillado Sanitario:**

- Disminución de los índices de enfermedades, disminución de morbilidad y de gastos de la salud de la población de la zona materia de estudio
- Ahorro de tiempo en acciones relacionadas con la solución de los problemas medioambientales,
- Mejora del nivel de vida de la población.
- Evitar el colapso de las tuberías.

1.6. VÍAS DE ACCESO

Las principales vías de acceso a la zona de estudio la constituyen las avenidas Mariano Cornejo, El Dorado y la Av. México. Los Medios de transporte más empleados que utiliza la población de la zona para acceder al centro del Distrito y viceversa son las mototaxis pagando por dicho servicio de transporte el precio de S/. 2.00 soles, en promedio.

1.7. LIMITES

Los límites:

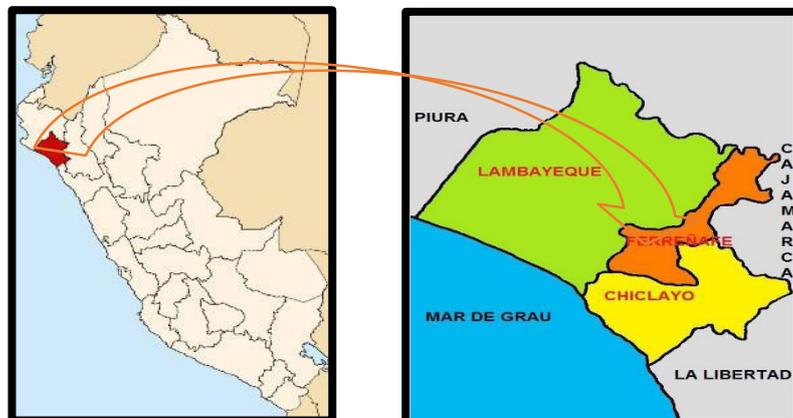
Por el Norte : con Urb. San Lorenzo.

Por el Sur : con P.J. Las Palmeras.

Por el Este : con Av. Mariano Cornejo

Por el Oeste : con Urb. Santa María – Urb. Salamanca.

**ESQUEMA N°01:
MACROLOCALIZACIÓN (Provincia
de Chiclayo)**



ESQUEMA N° 02:

MICROLOCALIZACIÓN (Distrito de José Leonardo Ortiz)



Los límites del Distrito de José Leonardo Ortiz son:

- Por el Norte: limita con Lambayeque.
- Por el Sur: limita con el Chiclayo.
- Por el Este: limita con Picosi.
- Por el Oeste: limita con Pimentel

1.8. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

Luego de las visitas efectuadas por el equipo técnico y jefe del proyecto de la elaboración del programa de trabajo, se programó realizar los trabajos de campo y posterior gabinete, con la finalidad de elaborar los planos topográficos respectivos, teniendo como plan de trabajo dos labores importantes:

BM	ESTE	NORTE	ELEV.	UBICACION
01	627403.657	9253160.210	23.229	Esquina de las calles El Dorado y la calle San Miguel
02	627139.970	9253053.399	22.620	Intersección de las calles A. Raymondi y la calle Las Palmeras
03	627282.890	9252864.664	22.594	Esquina norte lado derecho de la intersección de las calles San Antonio y San Miguel
04	627041.267	9252952.407	22.724	Esquina de vereda norte en la intersección de las calles San Antonio con la Av. Mariano Cornejo

- ✓ Efectuar el levantamiento topográfico al detalle, mediante estación total, facilitando la determinación de la volumetría del suelo y las distancias que se requieren para el diseño de geométrico de la vía, empleando el sistema en tiempo real, para evitar las dificultades del tránsito, con las coordenadas geográficas y de UTM las cuales están referidas al sistema I.G.M. y a un B.M. oficial existente y a escala, con equidistancia de las curvas de nivel adecuadas a ese fin (1 m).

1.8.1. PERSONAL

En el presente estudio se trabajó con el siguiente personal:

- Ing. Responsable de Brigada Topográfica.
- Especialista en AutoCAD Civil 3D y AutoCAD 2D.
- 02 Técnicos en Topografía.
- 04 Porta prisma.
- 02 ayudantes para el estacado y monumentación de BMs.

1.8.2. EQUIPO

En el presente estudio se trabajó con los siguientes equipos:

1.9.2.1. Estación Total (02)

Marca Topcon Modelo GTS-240n, cuyas características son las siguientes:

- Modelo : GTS-240N
- Fabricante : JAPON
- Batería : BT-52QA Topcon

• TELESCOPIO

- Longitud : 150 mm.
- Diámetro del Objetivo : 45 mm.
- Aumento Óptico : 30X
- Imagen : Directa
- Distancia Mínima de Enfoque : 1.30 m.
- Plomada : Óptica

• MEDICION DE DISTANCIAS

- Con Un Prisma : 2,000 mts.
- Con Tres Prismas : 2,700 mts.

• EXACTITUD

- Precisión Angular : 2 segundos

• TIEMPO DE MEDICION

- Medición Fina: 1 mm : 1.2 seg. (inicial 4 seg.).
- Medición Gruesa : 0.7 seg. (inicial 3 seg.)
- Medición ángulos y distancias : 9 horas y 40 horas (solo ángulos).

1.9.2.2. GPS Garmin MAP 62S (02)

- MODELO : MAP 62S.- antena de alta sensibilidad.
- CANALES : 25 Canales
- MEMORIA : 1,000 puntos 10,000 track memoria para Mapas expandible con tarjetas microSD.
- PRECISION : < 3 m.

1.9.2.3. Trípode de Aluminio

- MODELO : GST05L.
- ABRAZADERA DE LA PATA : Tornillo central.
- PESO : 4.60 Kg.
- ALTURA MÁXIMA : 176 cm
- CLASIFICACIÓN ISO : Ligero.

1.9.2.4. Prismas (04)

- MODELO : GPR121
- MATERIAL : Metal.
- PRECISIÓN DE CENTRADO : 1.0 mm
- BASTÓN TELESCOPIO : 2.60 m. (altura).

1.9.2.5. Materiales

- Varillas de fierro de 1/2" (Estacas).
- Pintura esmalte (rojo y blanco).
- Comba de 6 libras.
- Pico y Lampa.
- Brochas.
- Wincha métrica.

1.10 UBICACIÓN DE BMs OFICIAL MONUMENTADOS

Los puntos de BM se encuentran ubicados estratégicamente dentro del área de trabajo, en los extremos del área trabajada, los cuales se

recomienda no deben ser manipulados por el personal ni la maquinaria durante la ejecución de la Obra.

CUADRO N° 01:
UBICACIÓN DE
BMs

ITEM	COORDENADAS		Altura (m)	Descripción
	Norte (N)	Este (E)		
1	9253160.210	627403.657	23.229	BM1
2	9253053.399	627139.970	22.620	BM2
3	9252864.664	627282.890	22.594	BM3
4	9252952.407	627041.267	22.724	BM4

1.1. PUNTOS DE CONTROL HORIZONTAL

Se establecieron por GPS navegador (Marca Garmin MAP 62S de 25 canales), teniendo como sistema de coordenadas rectangulares UTM, Datum WGS 84.

1.2. PUNTOS DE CONTROL VERTICAL (BMs)

Fueron establecidos teniendo en cuenta el nivel medio del mar en m.s.n.m.

1.3. TRABAJO DE GABINETE

PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

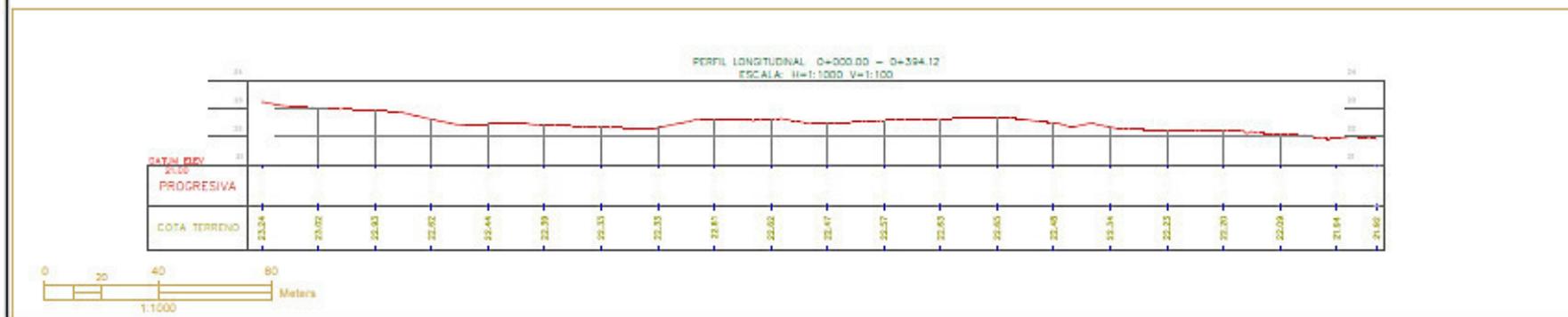
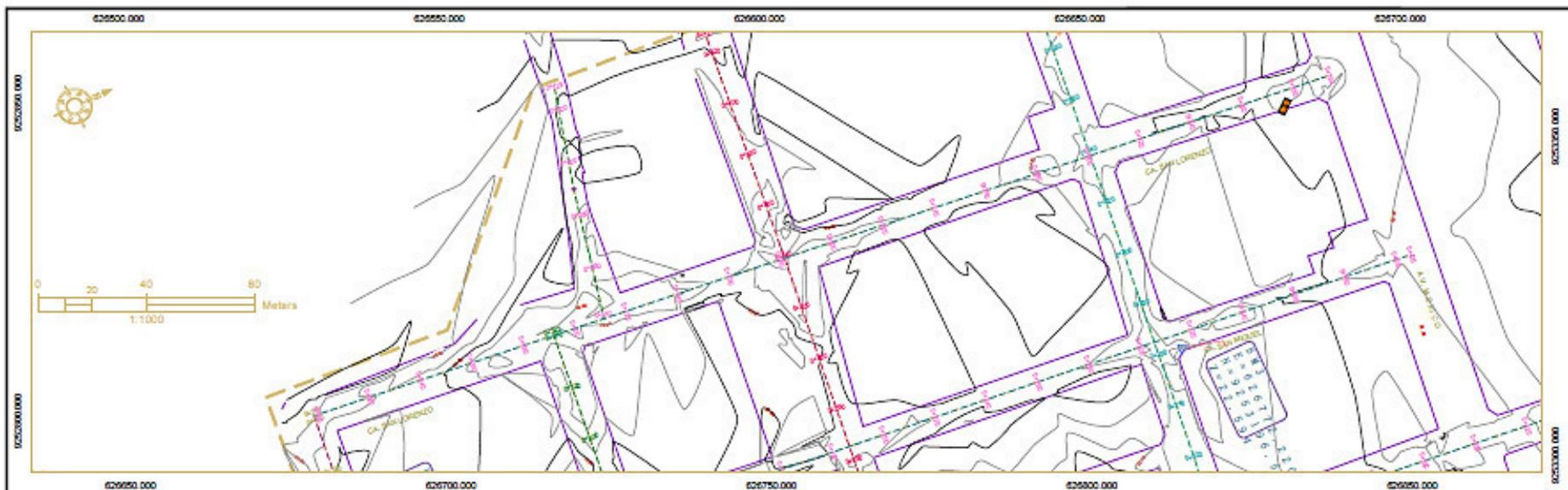
En gabinete se hizo la evaluación de los datos registrados, tratando que los puntos no se repitan, que no estén muy cerca o que no se hayan tomado lectura a un mismo punto con la finalidad que estas no distorsionen las curvas del plano a elaborarse, con estas precauciones. Toda la información tomada en el campo fue transferida de la estación total a una PC y recepcionada en la misma mediante el software Top Link v7.2.3., se importaron los puntos al programa AUTOCAD CIVIL 3D 2013, con el que se procedió a elaborar el plano con curvas de nivel con equidistancia de 1m. En base a este plano se procedió a obtener los perfiles longitudinales, que se requieren para el cálculo de volúmenes de movimiento de tierras. Los planos y perfiles elaborados se adjuntan al presente informe como anexo.

1.9. GALERÍA FOTOGRÁFICA





**ANEXOS:
PERFILES LONGITUDINALES**



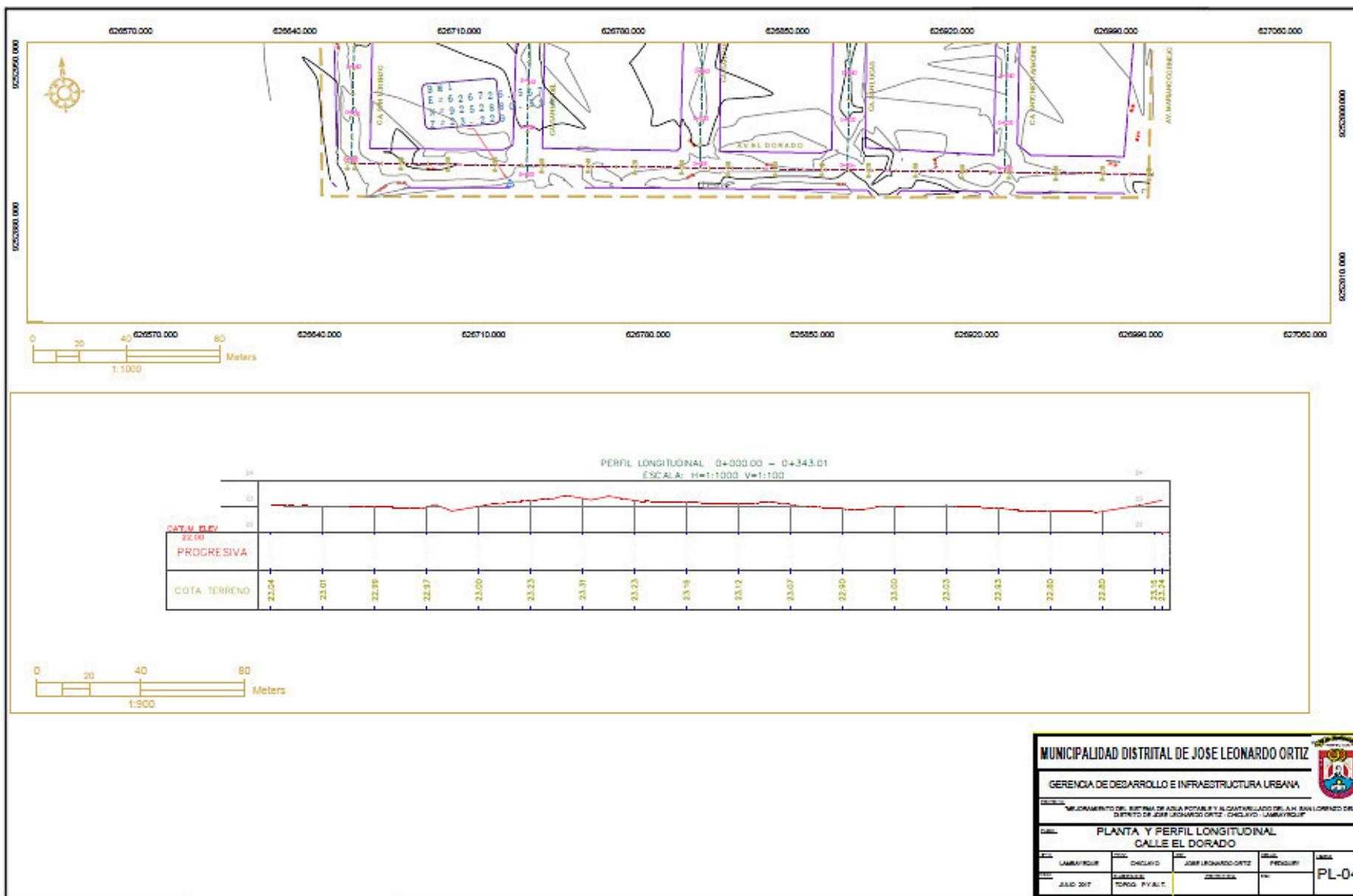
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA

REGISTRADO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL A.H. SAN LORENZO DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - CHICLAYO - LAMAYVILCA

**PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
 CALLE SAN LORENZO**

PROYECTO	CHICLAYO	DISTRITO	JOSE LEONARDO ORTIZ	LOCALIDAD	REGIOUR	AREA
PROYECTANTE	TOPOG. P.V.A.L.T.	PROYECTADO		FECHA		PL-06



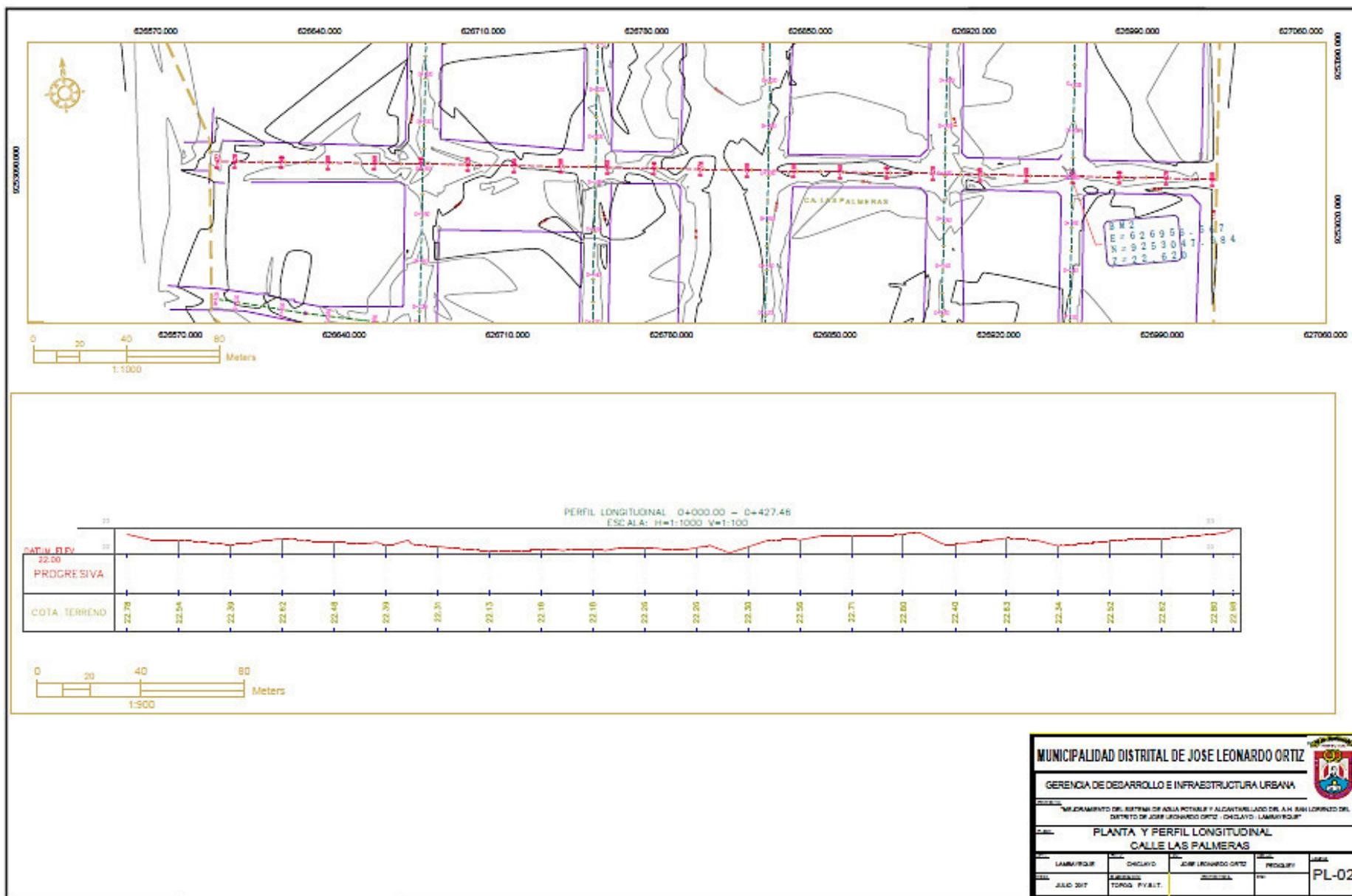
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

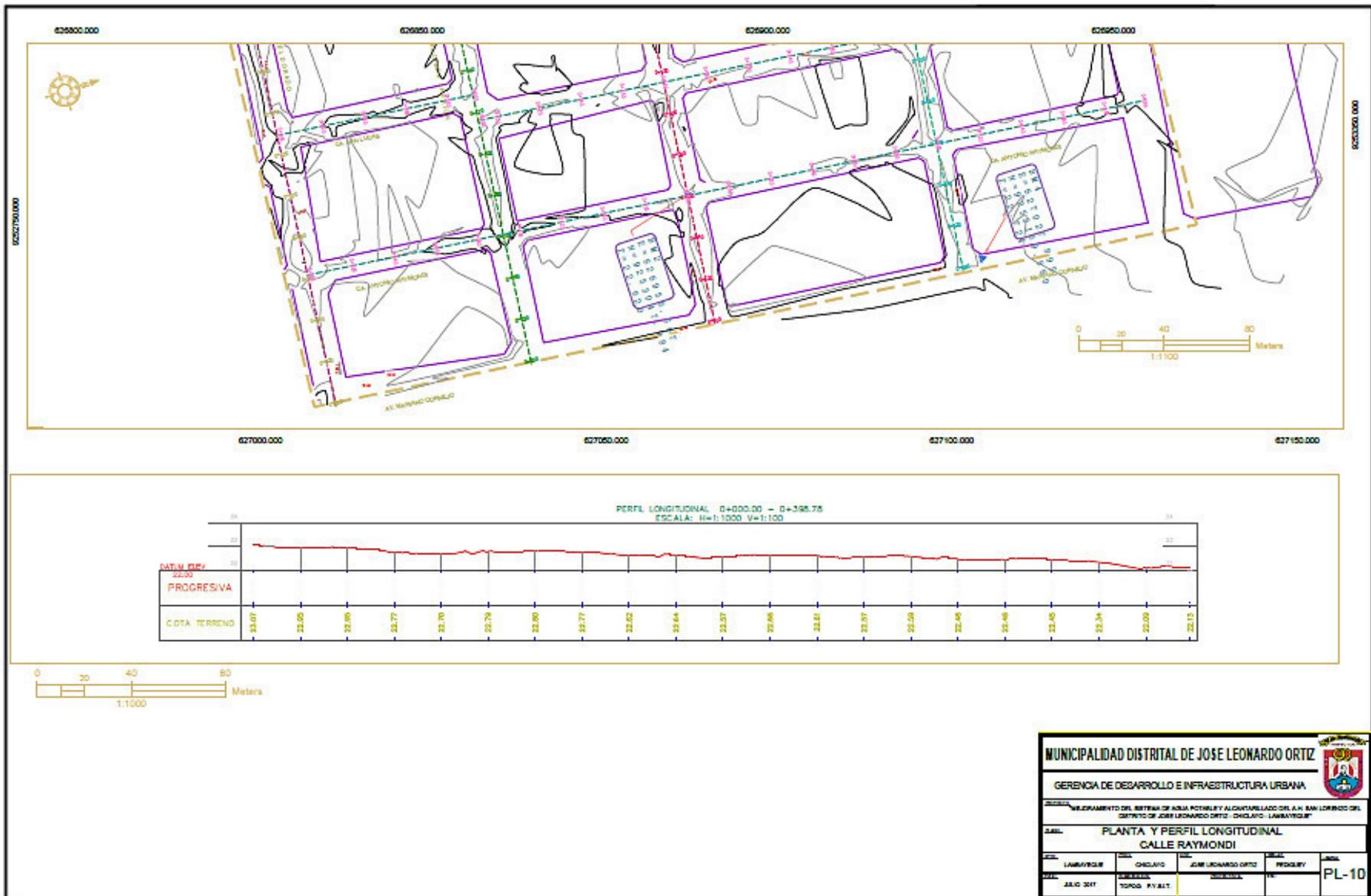
GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA

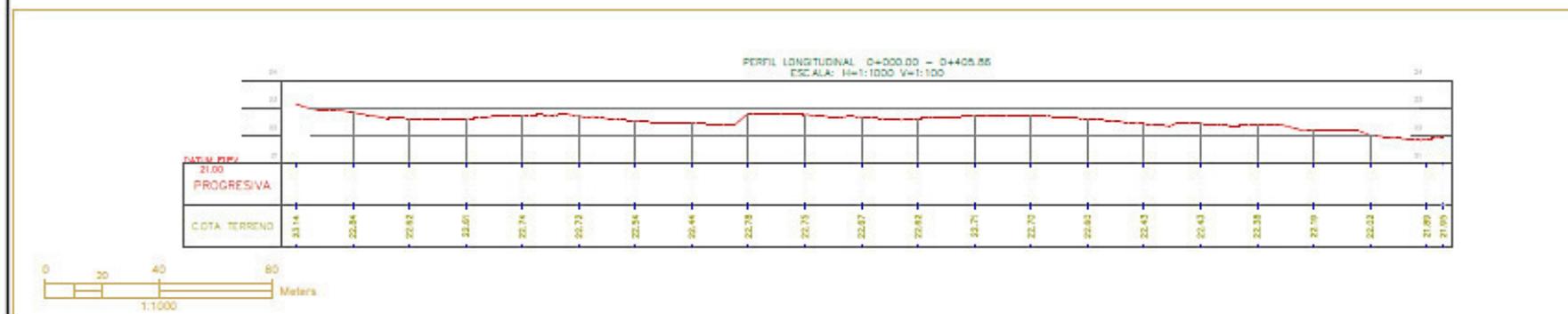
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y AL DISEÑO DEL PLAN DE DESARROLLO DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - DISTRITO DE LAMAYVOCU

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
CALLE EL DORADO

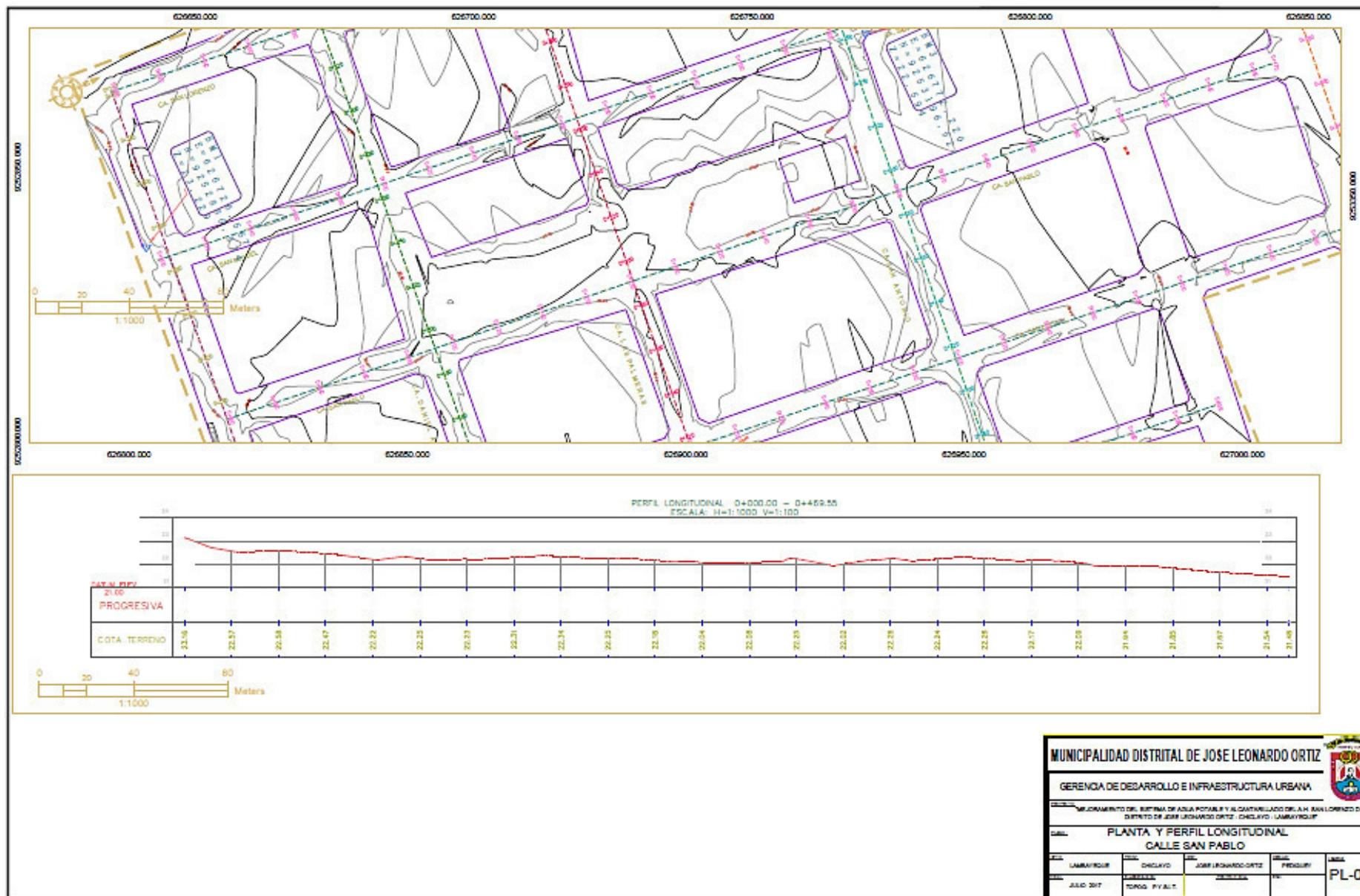
PROYECTO	UBICACION	DISTRITO	MUNICIPALIDAD	FECHA	HOJA
LAMAYVOCU	DISTRITO	JOSE LEONARDO ORTIZ	PERU	JULIO 2017	PL-04







MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ				
GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA				
"MUDAMIENTO DEL SISTEMA DE ALIENACION Y ALICATORILLADO DE LA BOULEVARD DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - DISTRITO LAMBAYO"				
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL CALLE SAN MIGUEL				
PROYECTO	UBICACION	MUNICIPIO	PROYECTO	FECHA
LAMBAYO	DISTRITO	JOSE LEONARDO ORTIZ	PROYECTO	PL-07
FECHA	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO
JULIO 2017	TOPOGRAFIA	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO



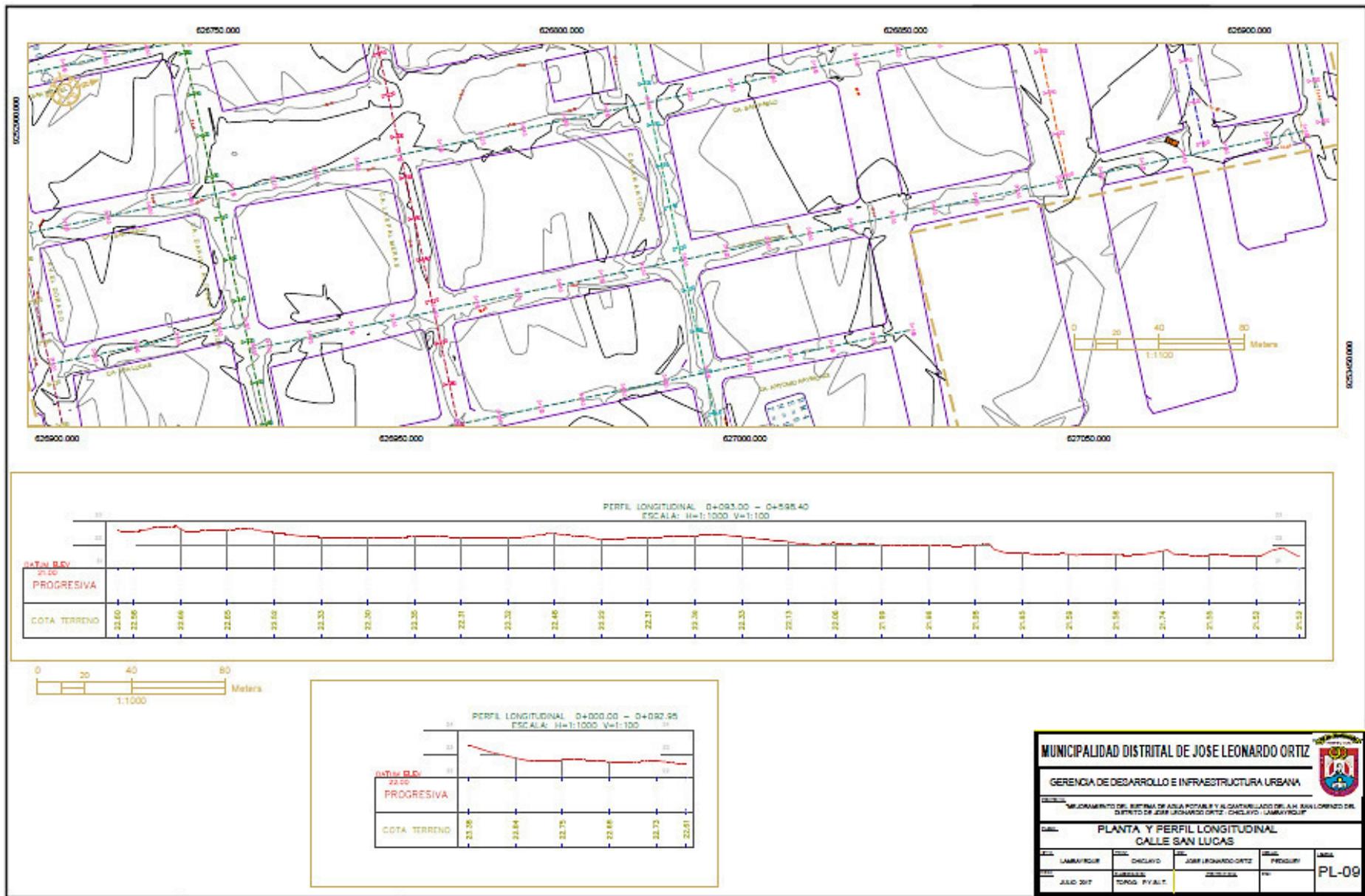
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

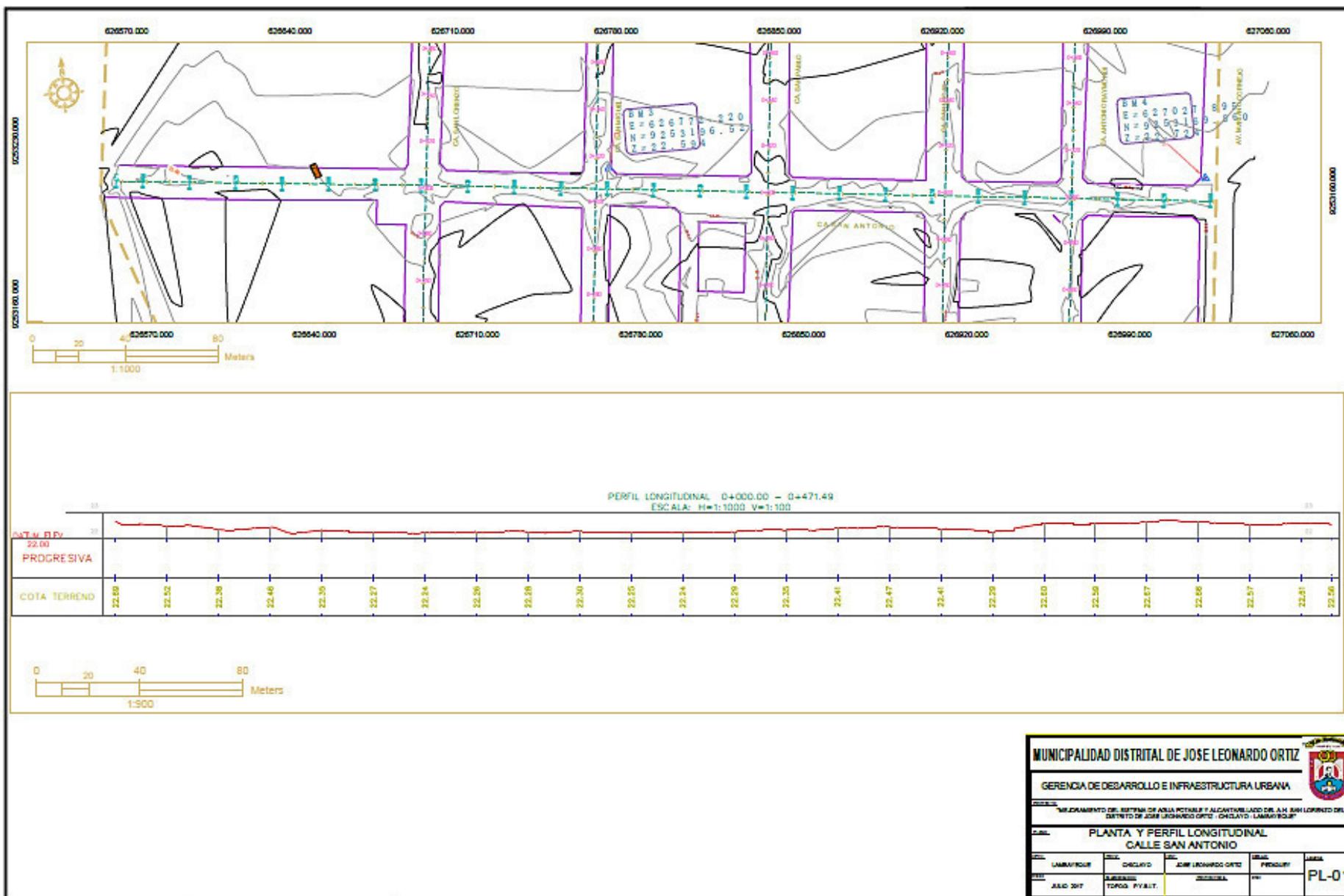
GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA

ALCALDIA MUNICIPAL DE LAMAYVISCUSI

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
 CALLE SAN PABLO

ELABORADO	CHICLAYO	PROYECTO	PLA-08
FECHA	JULIO 2017	ESTADO	TERMINADO





MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

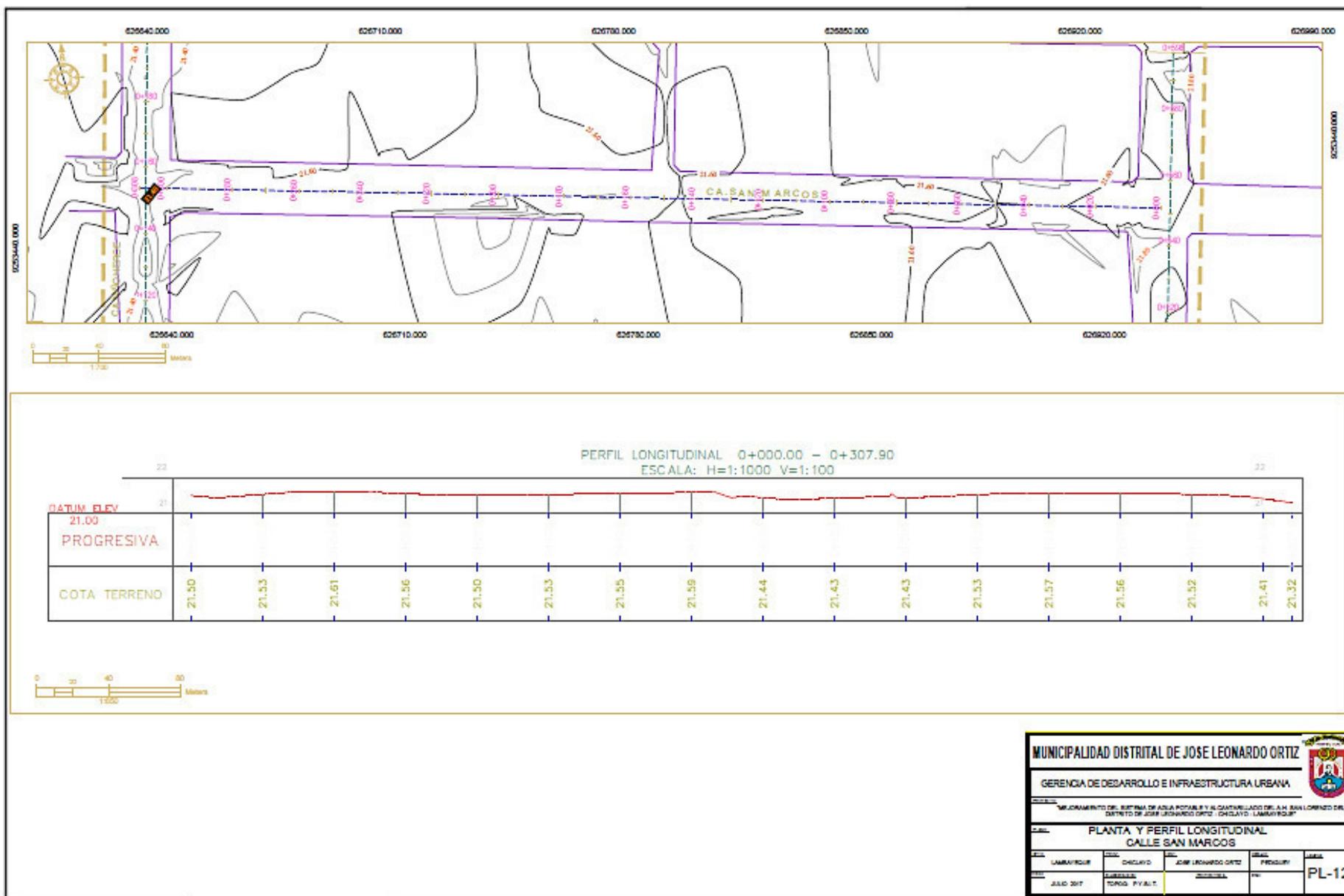
GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA

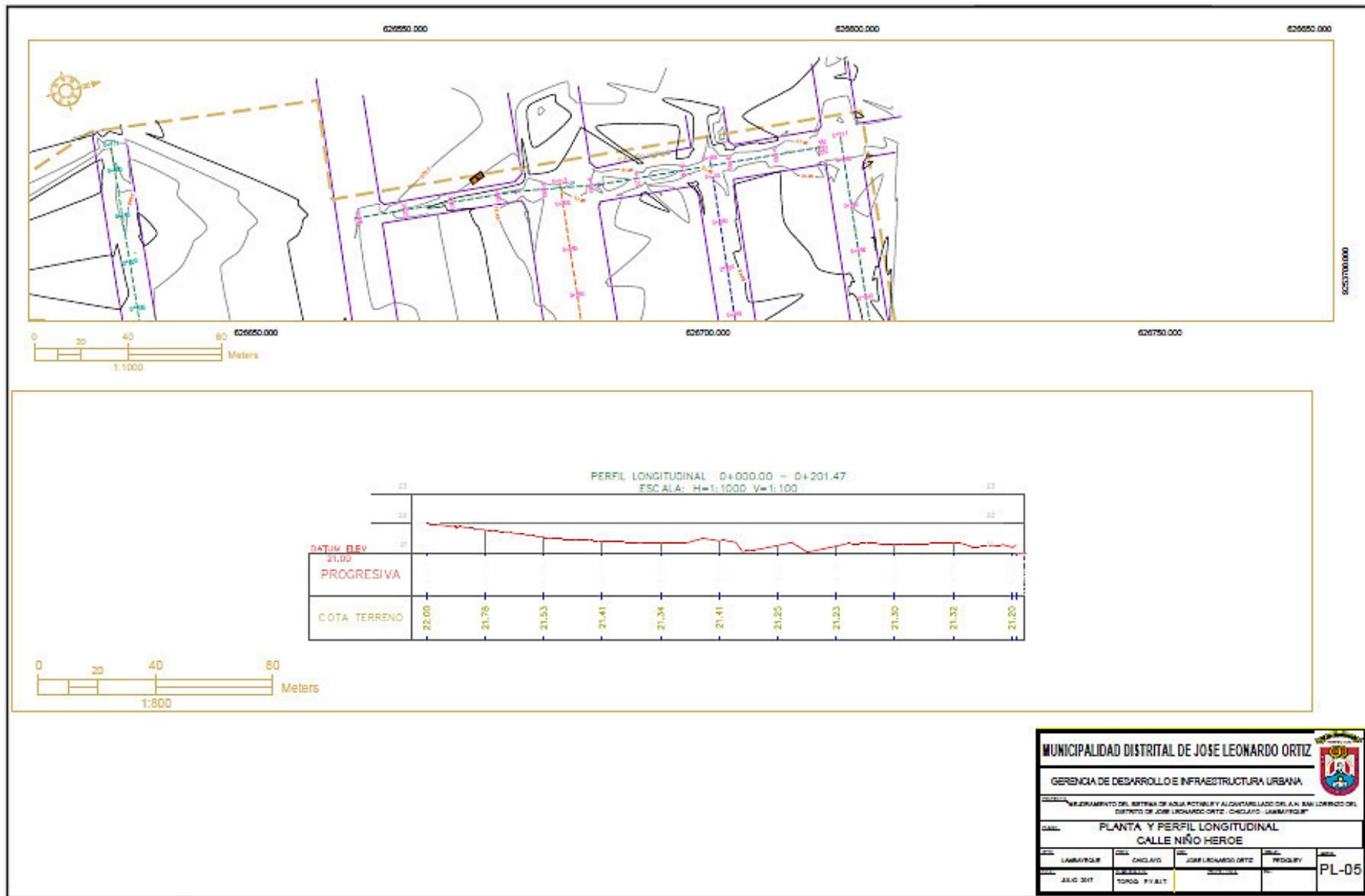
UNIDAD EJECUTIVA DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALICANTABILIDAD DEL A.M. SAN LORRENDO DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - (CALAYO - LAMBAYEQUE)

**PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
 CALLE SAN ANTONIO**

ELABORADO	CHAYLO	JOSE LEONARDO ORTIZ	REVISADO	PEREZ
FECHA	2023/05/11		FECHA	

PL-01





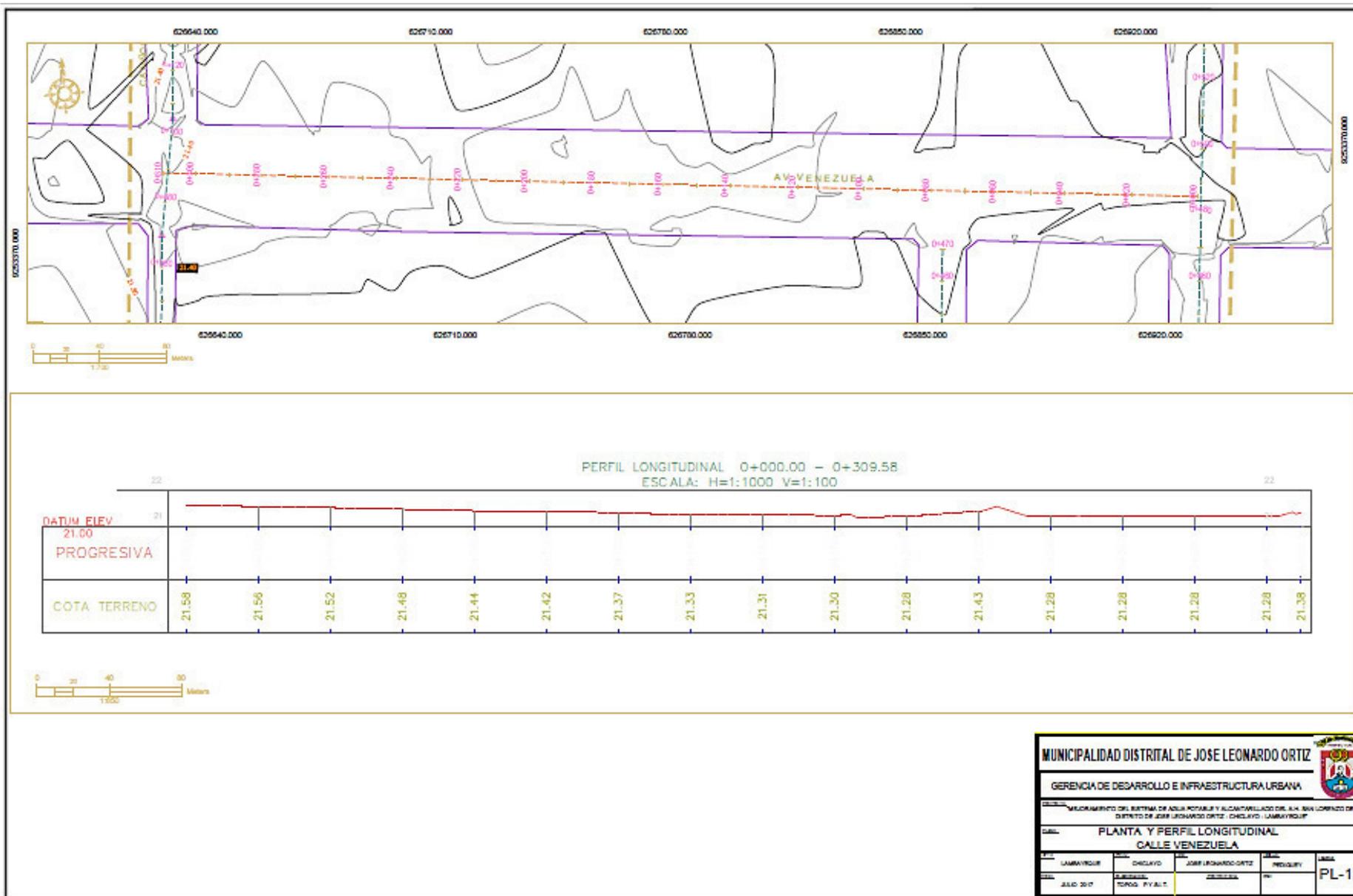
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA

DEPARTAMENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALGOTRILLADO DEL A.H. BAJO LINDERO DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ - CAYLAYO - LAMBAYEQUE

PROYECTO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
 CALLE NIÑO HEROE

ELABORADOR	DISEÑADO	REVISADO	APROBADO	FECHA
LAMBAYEQUE	CAYLAYO	JOSE LEONARDO ORTIZ	PERDUELO	PL-05
JULIO 2011	TOPOG. RY<			



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

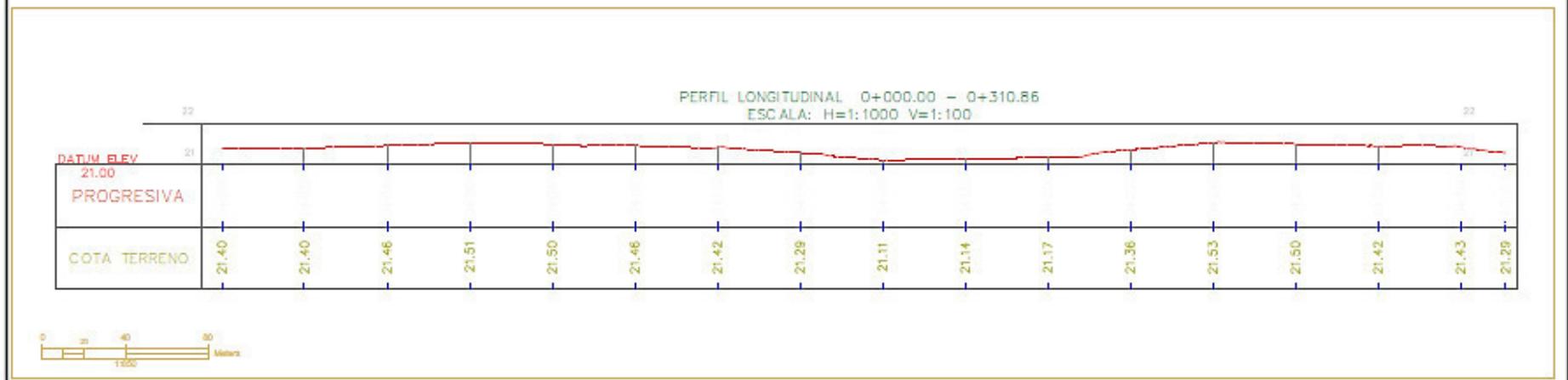
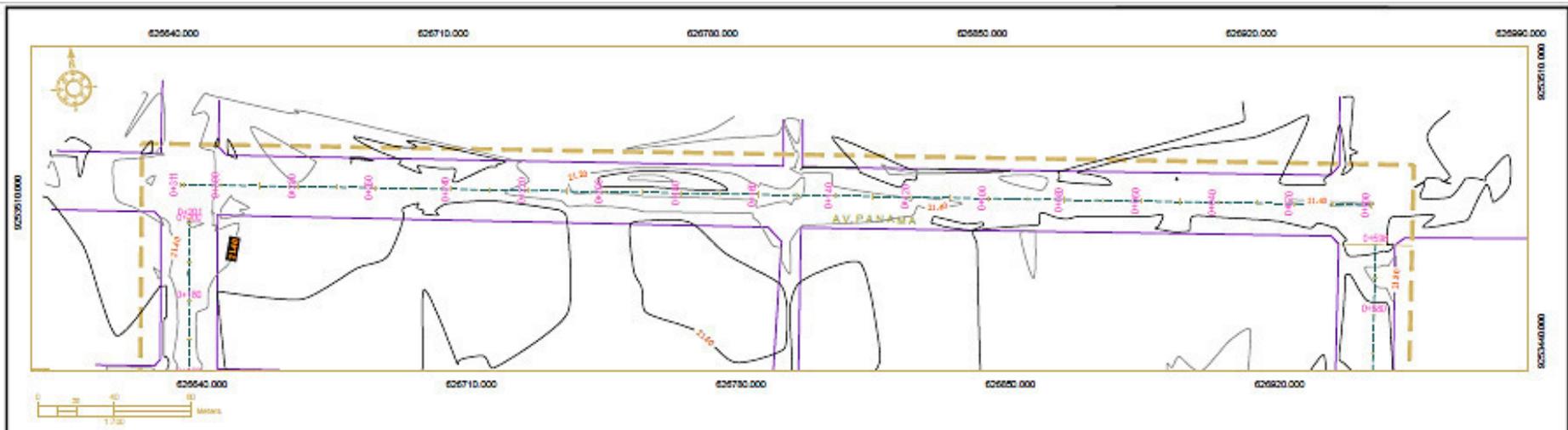
GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DEL A.A. SAN LORENZO DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ, DISTRITO LAMBAYEQUE

PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
CALLE VENEZUELA

PROYECTO	UBICACION	CLIENTE	PROYECTISTA	FECHA
LAMBAYEQUE	DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ	GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA	PROYECTOS	2017
FECHA	PROYECTISTA	PROYECTISTA	PROYECTISTA	PROYECTISTA
JUN 2017	PROYECTOS	PROYECTOS	PROYECTOS	PROYECTOS

PL-13



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE JOSE LEONARDO ORTIZ

GERENCIA DE DESARROLLO E INFRAESTRUCTURA URBANA

MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y AL CANTONADO DEL A. N. SAN LORENZO DEL DISTRITO DE JOSE LEONARDO ORTIZ, DISTRITO LAMBAYEQUE

**PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL
CALLE PANAMA**

ELABORADO	DISEÑADO	APROBADO	FECHA	LIBRO
JUAN SIFU	TORRES RIVALLA	JOSE LEONARDO ORTIZ	15/05/2018	PL-11

ANEXO 10:
DISEÑO DE MEZCLAS

DISEÑO DE MEZCLAS

INTRODUCCIÓN

La selección de los materiales, combinación y proceso constructivo de estos se conoce como diseño de mezcla, que tiene como finalidad obtener una adecuada estructura previamente diseñada y que cumpla con lo establecido por las normas respectivas.

El presente proyecto propuesto se toma en cuenta al pavimento flexible, poniendo énfasis en la mezcla asfáltica, conceptos, componentes y ensayos obtenidos en laboratorio.

- DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS

Las mezclas asfálticas también reciben el nombre de aglomerados, están formadas por una combinación de agregados pétreos y un ligante hidrocarburo. Se fabrican en unas plantas fijas o móviles, se transportan después a la obra y allí se extienden y se compactan.

Su función es proporcionar una superficie de rodamiento cómoda, segura y económica a los usuarios.

Propiedades:

El comportamiento de la mezcla depende de circunstancias externas a ellas mismas, tales como son el tiempo de aplicación de la carga y de la temperatura. Por esta causa sus propiedades tienen que estar vinculadas a estos factores, temperatura y duración de la carga, lo que implica la necesidad del conocimiento de la reología del material. Las propiedades de la mezcla asfáltica son:

- Estabilidad
- Durabilidad
- Resistencia a la fatiga
- Resistencia al deslizamiento
- Permeabilidad

Tipos:

- Mezclas asfálticas en frío: El ligante suele ser una emulsión asfáltica (debido a que se sigue utilizando en algunos lugares los asfaltos fluidificados), y la puesta en obra se realiza a temperatura ambiente.
- Mezclas asfálticas en caliente: Se fabrican con asfaltos a unas temperaturas elevadas, en el rango de los 150 °C según la viscosidad del ligante, se calientan también los agregados, para que el asfalto no se enfríe al entrar en contacto con ellos. La puesta en obra se realiza a temperaturas muy superiores a la ambiente, pues en caso contrario, estos materiales no pueden extenderse y menos aún compactarse adecuadamente.

Selección del diseño de una mezcla:

- a) Análisis de las condiciones en las que va trabajar la mezcla.
- b) Determinación de las propiedades de la mezcla.
- c) Materiales disponibles, elección de los agregados pétreos.
- d) Elección del tipo de ligante.
- e) Dosificación o determinación del contenido óptimo de asfalto ligante.

Otros factores a tener en cuenta en el diseño y selección de una mezcla asfáltica son los siguientes: Exigencias de seguridad vial, estructura del pavimento, técnicas de diseño y ejecución, sitio de construcción del pavimento (topografía, temperatura, terreno, periodo de lluvias trazado de la vía, entre otros), condiciones de drenaje y consideraciones económicas.

- DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE: PRUEBA MARSHALL

Es uno de los métodos de diseño de mezclas más usado en la actualidad. Diseñada por Bruce Marshall. Este método es un experimento de laboratorio dirigido al diseño de una adecuada mezcla asfáltica por medio de análisis de su estabilidad, fluencia, densidad y vacíos.

Objetivo:

- Conocer el porcentaje óptimo de asfalto que requiere una carpeta de asfalto (asfalto y combinación específica de agregados) para tener la

resistencia, flexibilidad y durabilidad adecuada, sin sufrir deformaciones, basados principalmente en 5 gráficos que se obtendrán de la prueba.

Procedimiento:

Paso 1: Realizar el cribado de las muestras (todas a la vez) y calcular el peso retenido en las mallas.

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA
¾"			90-100
½"			72-90
3/8"			60-76
¼"			44-57
N° 4			37-48
N° 10			20-29
N° 20			12-19
N° 40			8-14
N° 60			6-11
N° 100			4-8
N° 200			2-5

$$\%RET = \frac{W_{ret\ en\ malla}}{W_{total}} * 100$$

Paso 2: Calentar el material pétreo a una temperatura de ente 120° - 140° C para que pierda humedad.

Paso 3: Calentar el cemento asfáltico a una temperatura de entre 110° - 130°C hasta que el cemento este fluido.

Paso 4: Colocar el material pétreo sobre una balanza y se le adiciona el porcentaje de asfalto mencionado (5%, 6%, 7%) con respecto del peso del material pétreo.

Paso 5: Homogenizar la mezcla en la estufa.

Paso 6: Se tendrá en el baño de agua a 90 °C el molde, la base, la extensión y el pisón.

Paso 7: Se coloca el molde, la base y la extensión sobre la base para compactar, en el fondo se pone una hoja de papel filtro, se vacía la muestra

en el molde, se acomoda con la cuchara y se coloca otra hoja de papel filtro en la parte superior del cilindro está teniendo un diámetro un poco menor que el molde, se compacta aplicándose 75 golpes en la cara superior, se voltea y se aplica la misma cantidad en la cara inferior.

Paso 8: Se deja fraguar en el molde durante 24 horas se extrae, se pesa, se mide su altura compacta, se cubre con estearato de zinc para impermeabilizarla y se sumerge en un picnómetro que estará lleno hasta el borde con agua, frente a la nariz del picnómetro se coloca una probeta la cual medirá el agua desplazada por la mezcla y con esto tendremos la primer grafica del peso volumétrico.

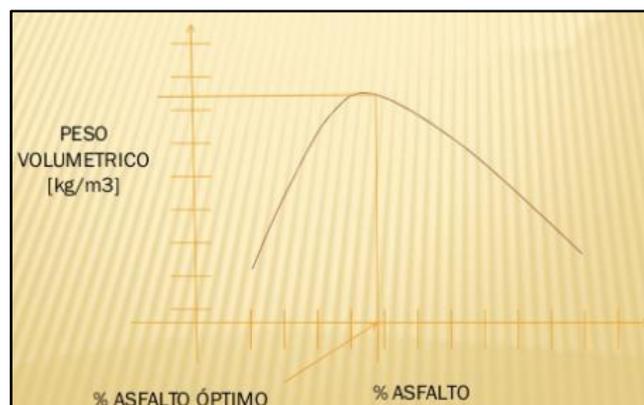
Paso 9: Antes de poner en el equipo de compresión, las pastillas tendrán que pasar por un baño a una temperatura de 60°C y montar las mordazas en la tina para posteriormente practicarles el presión.

Rangos:

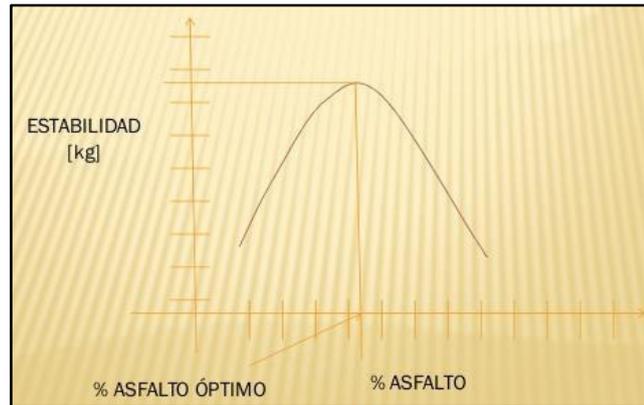
RANGOS ESTABLECIDOS POR LA NORMA	
PORCENTAJE DE VACIOS (%)	3-5 [%]
V.A.M (%)	14 [%] mínimo
ESTABILIDAD	700 [kg] mínimo
FLUJO	2-4 [mm]

Obtención de gráficas de calidad:

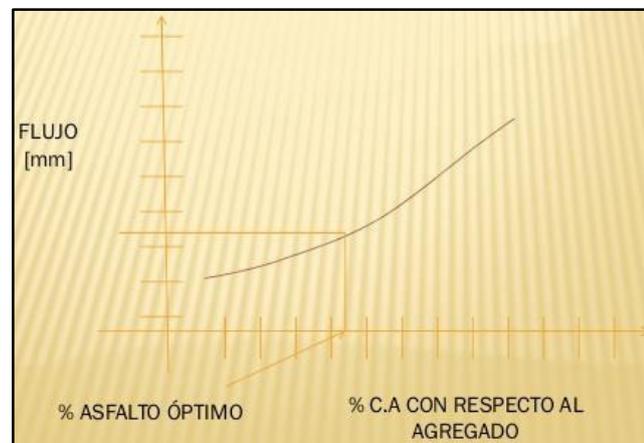
1- Gráfica de pesos volumétricos



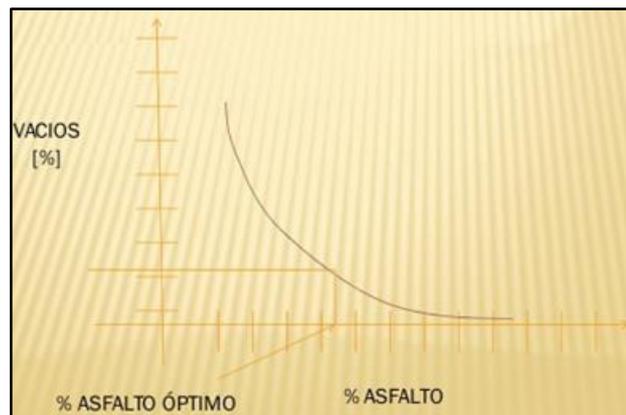
2- Gráfica de estabilidad



3- Gráfica de flujo



4- Gráfica de porcentajes de vacíos en la mezcla



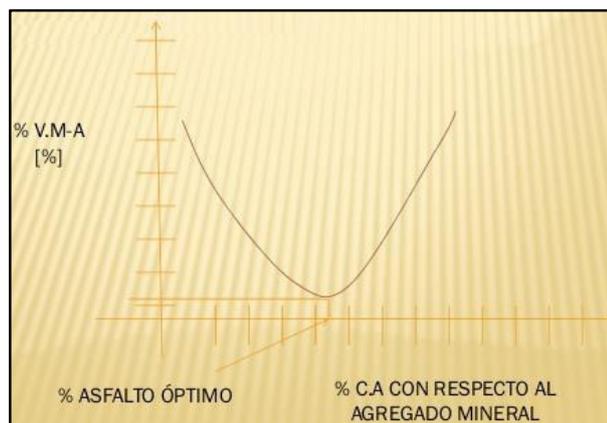
$$V.M.C = \left(1 - \frac{\gamma_{dc}}{1000\gamma_{tm}} \right)$$

$$\gamma_{tm} = \left(\frac{100}{\frac{A}{S_{CA}\gamma_o} + \frac{P}{S_P\gamma_o}} \right)$$

Donde:

- V.M.C = Porcentaje de vacíos en mezcla (%).
- γ_{dc} = Peso volumétrico de la mezcla asfáltica (kg/cm³).
- γ_{tm} = Peso específico teórico máximo de la mezcla asfáltica (kg/cm³).
- 1000 = factor de conversión para hacer homogéneo los valores de los pesos γ_{dc} y γ_{tm} .
- A = Porción de peso de carpeta asfáltica con relación al de la mezcla (%).
- P = Porción en peso de material pétreo con relación con relación al de la mezcla (%).
- S_{ca} = Densidad de cemento asfáltico.
- S_p = Densidad aparente del material pétreo, por inmersión en cemento asfáltico.
- γ_o = Peso específico del agua 1 gr/cm³.

5- Grafica de porcentaje de vacíos en agregado mineral



$$V.M.A = 100 \left(1 - \frac{A\gamma_{dc}}{1000S_p\gamma_o} \right)$$

Donde:

V.A.M. = Proporción de vacíos del agregado

Resultado:

Para obtener el resultado del porcentaje óptimo de asfalto, bastara con obtener el promedio de los porcentajes óptimos de cada una de las gráficas.

- CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DEL PAVIMENTO OBTENIDO

Carpeta Asfáltica de e= 4”

La carpeta de rodadura consistirá en una mezcla asfáltica en caliente de 10 cm de espesor, construido sobre un firme impreso; viene hacer la mezcla de agregados grueso (piedra partida de ½”) y finos (arena), con una granulometría definida que se mostrara en la figura siguiente. Agregando un producto bituminoso como aglutinante denominado PEN 60-70 en la cantidad que especifica el diseño de la mezcla. La mezcla asfáltica denominada carpeta asfáltica, además de cumplir la función estructural, deberá resistir la fuerza abrasiva del tránsito, proporcionando una superficie antideslizante y uniforme. Evitando la penetración y migración del agua superficial a las capas granulares (base y sub base).

Condición de temperatura	Calidades de Asfalto *	
Fría, temperatura promedio anual del aire ≤7°C(45°F)	CA-5, AR-2000, 120/150 pen.	CA-10 AR-4000 85/100 pen.
Caliente, temperatura promedio anual del aire entre 7°C (45°F) y 24°C (75°F)	CA-10 AR-4000 85/100 pen.	CA-20 AR-8000 60/70 pen.
Caliente, temperatura promedio anual del aire ≥24°C(75°F)	CA-20 AR-8000 60/70 pen.	CA-40 AR-16000 40/50 pen.

* Las emulsiones asfálticas de escenas medio (MS) y lento (SS) son usadas en mezclas de base de emulsión asfáltica. Estas pueden ser de dos tipos: catiónico (ASTM D 2397 ó AASHTO M 208) ó aniónico (ASTM D 977 ó AASHTO M 140). La calidad de la emulsión asfáltica es seleccionada principalmente en base a su habilidad de cubrir al agregado satisfactoriamente. Esto es determinado con ensayos de cubrir y estabilizar (ASTM D 244, AASHTO T 59). Otros factores importantes en la selección es la disponibilidad de agua en el lugar de trabajo, el tiempo anticipado en el momento de construcción, el proceso mezclado a ser usado y el tiempo de curado.

Fuente: Asphalt Institute's Thikness Design Manual (MS-1).

La mezcla será basada en el tipo IV del Instituto del Asfalto. Cuya granulometría es la que se especifica a continuación:

MEZCLA	VIA
USO RECOMENDADO	CAPA SUPERFICIAL (Carpeta)
Tamiz (abertura cuadrada)	Porcentaje que pasa en peso
3/4"	-
1/2"	100
3/8"	85 - 100
# 4	-
# 8	65 - 80
# 16	50 - 70
# 30	35 - 60
# 50	25 - 48
# 100	15 - 30
# 200	6 - 12

Desde el contenido normal de asfalto estar en 4.5 -8.5 % por peso total de la mezcla. El límite superior para aumentarse si los agregados son absorbentes; para un buen diseño se usara 29 a 30 galones de asfalto por metro cubico de agregados.

La colocación y distribución de la mezcla se efectuará después de que se haya aplicado la capa del imprimador o riego de liga especificado. La pavimentación debe permitir el espacio de la mezcla con densidad uniforme, sin segregación y deberá dejar una superficie con espesor constante de acuerdo al alineamiento, perfil longitudinal y secciones transversales del proyecto.

La compactación de la carpeta de concreto asfáltico deberá efectuarse inmediatamente después de que la mezcla haya sido uniformemente distribuida, debiéndose entonces verificar cualquier irregularidad en acabado. El equipo de compactación mínimo deberá estar formado por rodillos cilíndricos en tándem y rodillos del tipo neumático. El efecto de los rodillos cilíndricos se logrará con un peso no menor de 8 toneladas.

Las carpetas asfálticas recién terminadas serán protegidas debidamente contra todo tipo de tránsito, hasta que la mezcla haya fraguado satisfactoriamente. En ningún caso se dará tránsito antes de las 9 horas de la terminación de la carpeta asfáltica.

Imprimación Asfáltica

Se refiere a la aplicación, mediante riego de asfalto diluido, sobre la superficie de una base no asfáltica o en su caso para tratamiento primario de la superficie.

La calidad y cantidad de asfalto será la necesaria para cumplir los siguientes fines:

- ✓ Impermeabilizar la superficie base.
- ✓ Recubrir y unir las partículas sueltas de la superficie.
- ✓ Mantener la compactación de la base.
- ✓ Propiciar la adherencia.

Se utilizará asfalto diluido de curado medio (MC) en los grados 30 a 70 (designación AASHO-82-75); o asfalto diluido de curado rápido RC-250 diluido en kerosene industrial en proporción del 10 al 20 % según las condiciones del terreno.

El riego de imprimación se efectuará cuando la superficie esté preparada, es decir cuando esté libre de partículas o de suelos sueltos. Para la limpieza de la superficie se empleará una compresora o barredor según sea necesario.

La temperatura de la aplicación de riego estará comprendida, según el tipo de asfalto a usarse, dentro de los siguientes intervalos:

MC-30 21°C-60°C

MC- 70 43°C-85°C

(RC-250) +% Kerosene 25°C-70°C

El material bituminoso deberá ser absorbido enteramente por la superficie de la base. Cualquier exceso de asfalto al término del tiempo de curado, deberá secarse, esparciendo sobre su superficie arena limpia cuya graduación correspondiera a la establecida en las Normas ASSHTO M-43054, la superficie imprimada curada y secada deberá permanecer en esta condición hasta que se aplique la carpeta asfáltica.

Base Granular

La capa base está conformada por material de grava o piedra triturada, y relleno de arena u otro material partido en partículas finas. (Ver estudio de cantera).

Sub base Granular

Material que se coloca inmediatamente por encima de la subrasante preparada y mejorada deberá tener las mismas características físicas del material que se utiliza para la capa base a excepción de la piedra partida es decir se utilizara el material de tres tomas zarandeado al estado natural (Ver estudio de cantera).

ANEXO 11:
METRADOS

Metrados del pavimento del área de estudio

Calle /Avenida/Pasaje	*longitud (ml)	*ancho (m)	calzada (m)	Área de Calzada (m2)
san lorenzo	405	15	8	3240
san lucas	542	15	8	4336
daniel alcides	330	16	9	2970
venezuela	305	28	18	5490
panama	307	13	7	2149
dorado	328	17	9	2952
san antonio	455	14	8	3640
reymondi	448	10	6	2688
san marcos	290	15	8	2320
san miguel	350	12	7	2450
niño heroe	165	13	7	1155
san pablo	595	16	9	5355
las palmeras	405	14	8	3240
pasaje	45	5	3	135
tahuantinsuyo	50	15	8	400
Total	5020	ml		42,520.00
	5.02	Km		m2

* Datos tomado del plano catastral de la Municipalidad distrital de Jose Leoanrdo Ortiz
El ancho de las vias son fueron determinados respecto al diseño vial adjunto, las vias tendra vereda, jardin y sardinel, la av. Venezuela es la unica que se propone contar con 4 carriles con un separador central de jardin.

Longitud	5.02	Km
Área	42,520	m2

Metrado respecto a las capas del pavimento

Método AASHTO 93

		0.1524 m	
SUB BASE	6 pulg	0.15 m	6378.0 m3
		0.1524 m	
BASE	6 pulg	0.15 m	6378.0 m3
		0.127 m	
CARPETA	4 pulg	0.10 m	4252.0 m3

Método del Instituto del Asfalto

		0.1524 m	
SUB BASE	6 pulg	0.15 m	6378 m3
		0.1524 m	
BASE	6 pulg	0.15 m	6378 m3
		0.2286 m	
CARPETA	6 pulg	0.15 m	6378.0 m3

HOJA DE METRADOS

Partida N°:	CORTE EN TERRENO NATURAL				Unidad	M3
Grafico	Descripción	Cantidad	AREA (m2)	Ancho(m)	Alto(m)	Metrado Parcial
	Total de la Vía		42520.00		0.70	29764.0
					Metrado total(M3)	29764.00

Partida N°:	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE EN BOTADERO				Unidad	M3
Grafico	Descripción	Cantidad		Area (m2)	Alto(m)	Metrado Parcial
	Total de via			42520.00	0.70	29764.00
					METRADO x 1,30	
					Metrado total(M3)	38693.20

Partida N°:	MEJORAMIENTO DE SUB-RASANTE CON OVER E=0.20				Unidad	M2
Grafico	Descripción	Cantidad	Área(m2)		Alto(m)	Metrado Parcial
	Total de la vía		42520.00			42520.00
					Metrado total(M2)	42520.00

Partida N°:	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.10				Unidad	M2
Grafico	Descripción	Cantidad	Área(m2)		Alto(m)	Metrado Parcial
	Total de la vía		42520.00			42520.00
					Metrado total(M2)	42520.00

Partida N°:	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE				Unidad	M2
Grafico	Descripción	Cantidad	AREA (m2)		Alto(m)	Metrado Parcial
	Total de la vía		42520.00			42520.00
						0.00
					Metrado total(M2)	42520.00

Partida N°:	SUB BASE GRANULAR				Unidad	M3
Grafico	Descripción	Cantidad	Area(m2)		Alto(m)	Metrado Parcial
	toda la via		42520.00		0.15	6378.00
					Metrado total(M3)	6378.00

<i>Partida N°:</i>	BASE GRANULAR				<i>Unidad</i>	M3
<i>Grafico</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>AREA (m2)</i>		<i>Alto(m)</i>	<i>Metrado Parcial</i>
	<i>Total de la vía</i>		42520.00		0.15	6378.00
					<i>Metrado total(M3)</i>	6378.00

<i>Partida N°:</i>	IMPRIMACION ASFALTICA				<i>Unidad</i>	M2
<i>Grafico</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Area(m2)</i>		<i>Alto(m)</i>	<i>Metrado Parcial</i>
	<i>Toda la vía</i>		42520.00			42520.00
					<i>Metrado total(M2)</i>	42520.00

<i>Partida N°:</i>	CARPETA ASFÁLTICA				<i>Unidad</i>	M3
<i>Metodo AASHTO 93</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Area(m2)</i>		<i>Alto(m)</i>	<i>Metrado Parcial</i>
	<i>toda la vía</i>		42520.00		0.10	4252.00
					<i>Metrado total(M3)</i>	4252.00

<i>Partida N°:</i>	CARPETA ASFÁLTICA				<i>Unidad</i>	M3
<i>Metodo Instituto del Asfalto</i>	<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Area(m2)</i>		<i>Alto(m)</i>	<i>Metrado Parcial</i>
	<i>toda la vía</i>		42520.00		0.15	6378.00
					<i>Metrado total(M3)</i>	6378.00

ANEXO 12:
ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0702001	COMPARACIÓN ENTRE LOS METODOS AASHTO 93 E INTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO - JOSE LEONARDO ORTIZ- CHICLAYO-PERU					Fecha presupuesto	01/10/2018
Subpresupuesto	001	MÉTODO ASSHTO 93						
Partida	01.01	CORTE DE TERRENO NATURAL						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : m3			7.39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0200	21.95	0.44		
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0200	17.59	0.35		
014701004	PEON	hh	3.0000	0.0600	15.86	0.95		
						1.74		
	Equipos							
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.74	0.05		
034808008	TRACTOR DE ORUGAS 140-160 HP	hm	1.0000	0.0200	280.00	5.60		
						5.65		
Partida	01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5.0 KM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3			13.92	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	17.59	0.70		
						0.70		
	Equipos							
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.70	0.02		
034804028	CAMION VOLQUETE 6x4 330 HP 10 M3.	hm	2.0000	0.0800	120.00	9.60		
034904022	CARGADOR SILLANTAS 125-155 HP 3 YD3	hm	0.5000	0.0200	180.00	3.60		
						13.22		
Partida	01.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			3.09	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0053	21.95	0.12		
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.59	0.09		
014701004	PEON	hh	4.0000	0.0213	15.86	0.34		
						0.55		
	Equipos							
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.55	0.02		
034804029	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0053	130.20	0.69		
034808006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0053	206.12	1.09		
034808007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tr- 101-135HP	hm	1.0000	0.0053	139.26	0.74		
						2.54		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0702001	COMPARACIÓN ENTRE LOS METODOS AASHTO 93 E INTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO - JOSE LEONARDO ORTIZ- CHICLAYO-PERU					Fecha presupuesto	01/10/2018
Subpresupuesto	001	MÉTODO ASSHTO 93						
Partida	01.04	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.10m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m2			9.07	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0053	21.95	0.12		
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	17.59	0.09		
014701004	PEON	hh	4.0000	0.0213	15.86	0.34		
						0.55		
	Materiales							
020400000	ARENA FINA	m3		0.2600	23.00	5.98		
						5.98		
	Equipos							
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.55	0.02		
0348040029	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0053	130.20	0.69		
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0053	206.12	1.09		
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0053	139.26	0.74		
						2.54		
Partida	01.05	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON OVER E=0.20 m						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,200.0000	EQ. 2,200.0000	Costo unitario directo por : m2			16.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
014700032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0036	21.95	0.08		
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0036	17.59	0.06		
014701004	PEON	hh	6.0000	0.0218	15.86	0.35		
						0.49		
	Materiales							
020503008	PIEDRA CASCOTE DIAMETRO 6"	m3		0.2730	53.00	14.47		
						14.47		
	Equipos							
033701001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.49	0.01		
0337540012	NIVEL TOPOGRAFICO	HE	1.0000	0.0036	8.00	0.03		
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0036	206.12	0.74		
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0036	139.26	0.50		
0349040022	CARGADOR SILLANTAS 125-155 HP 3 YD3	hm	1.0000	0.0036	180.00	0.65		
						1.93		
Partida	02.01	SUB BASE GRANULAR						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m3			48.40	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0178	24.15	0.43		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0178	17.59	0.31		
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0711	15.86	1.13		
						1.87		
	Materiales							
0205010000	AFIRMADO	m3		1.0000	38.00	38.00		
						38.00		
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.87	0.06		
0348040029	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0178	130.20	2.32		
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0178	206.12	3.67		
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0178	139.26	2.48		
						8.53		

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0702001 COMPARACIÓN ENTRE LOS METODOS AASHTO 93 E INTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO - JOSE LEONARDO ORTIZ- CHICLAYO-PERU				Fecha presupuesto	01/10/2018	
Subpresupuesto	001 METODO ASSHTO 93						
Partida	02.02 BASE GRANULAR						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3			51.36
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0229	24.15	0.55	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	17.59	0.40	
0147010004	PEON	hh	4.0000	0.0914	15.86	1.45	
2.40							
Materiales							
0205010000	AFIRMADO	m3		1.0000	38.00	38.00	
38.00							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.40	0.07	
0348040029	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 2,000	hm	1.0000	0.0229	130.20	2.98	
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0229	206.12	4.72	
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0229	139.26	3.19	
10.96							
Partida	02.03 IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 2,000.0000	EQ. 2,000.0000	Costo unitario directo por : m2			6.37
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0040	17.59	0.07	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.0240	15.86	0.38	
0.45							
Materiales							
0204000000	ARENA FINA	m3		0.0100	23.00	0.23	
0213000007	ASFALTO LIQUIDO MC-30	gln		0.2620	16.95	4.44	
4.67							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.45	0.01	
0348040030	CAMION IMPRIMADOR 6x2 178-210 HP 1,800 G	hm	1.0000	0.0040	150.00	0.60	
0348080009	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	hm	1.0000	0.0040	160.00	0.64	
1.25							
Partida	02.04 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 645.0000	EQ. 645.0000	Costo unitario directo por : m3			630.11
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0124	24.15	0.30	
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	0.0496	21.95	1.09	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.0248	17.59	0.44	
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.0992	15.86	1.57	
3.40							
Materiales							
0213020003	MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE	m3		1.3000	475.00	617.50	
617.50							
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.40	0.10	
0348010009	ESPARCIDORA DE ASFALTO VIBRO-ACABADORA 155 HP - 7m	hm	1.0000	0.0124	445.24	5.52	
0348080009	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP 8-10T	hm	1.0000	0.0124	160.00	1.98	
0348080010	RODILLO NEUMÁTICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9-26 TON	hm	1.0000	0.0124	130.10	1.61	
9.21							
0348080006	MOTONIVELADORA DE 130-135 HP	hm	1.0000	0.0178	206.12	3.67	
0348080007	RODILLO LISO VIB. AUTO 10-12 tn- 101-135HP	hm	1.0000	0.0178	139.26	2.48	
8.53							

ANEXO 13:
PRESUPUESTO

Presupuesto

Presupuesto **0702001** COMPARACIÓN ENTRE LOS METODOS AASHTO 93 E INTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO - JOSE LEONARDO ORTIZ- CHICLAYO-PERU
 Subpresupuesto **001** MÉTODO ASSHTO 93
 Cliente **S10 S.A.** Costo al **01/10/2018**
 Lugar **LAMBAYEQUE - CHICLAYO - JOSE LEONARDO ORTIZ**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,993,788.52
01.01	CORTE DE TERRENO NATURAL	m3	29,764.00	7.39	219,955.96
01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5.0 KM	m3	38,693.00	13.92	538,606.56
01.05	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON OVER E=0.20 m	m2	42,520.00	16.89	718,162.80
01.04	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.10m	m2	42,520.00	9.07	385,656.40
01.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	42,520.00	3.09	131,386.80
02	PAVIMENTO				3,586,349.40
02.01	SUB BASE GRANULAR	m3	6,378.00	48.40	308,695.20
02.02	BASE GRANULAR	m3	6,378.00	51.36	327,574.08
02.03	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	42,520.00	6.37	270,852.40
02.04	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3	4,252.00	630.11	2,679,227.72
	Costo Directo				5,580,117.92

SON : CINCO MILLONES QUINIENTOS OCHENTA MIL CIENTO DIECISIETE Y 92/100 NUEVOS SOLES

Presupuesto

Presupuesto 0702001 COMPARACIÓN ENTRE LOS METODOS AASHTO 93 E INTITUTO DEL ASFALTO PARA OPTIMIZAR EL DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL AH SAN LORENZO - JOSE LEONARDO ORTIZ- CHICLAYO-PERU

Subpresupuesto 002 MÉTODO DEL INSTITUTO DEL ASFALTO

Cliente S10 S.A. Costo al 01/10/2018

Lugar LAMBAYEQUE - CHICLAYO - JOSE LEONARDO ORTIZ

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,113,058.80
01.01	CORTE DE TERRENO NATURAL	m3	23,386.00	7.39	172,822.54
01.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO HASTA 5.0 KM	m3	30,401.80	13.92	423,193.06
01.04	CAPA ANTICONTAMINANTE E=0.10m	m2	42,520.00	9.07	385,656.40
01.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUBRASANTE	m2	42,520.00	3.09	131,386.80
02	PAVIMENTO				4,925,963.26
02.01	SUB BASE GRANULAR	m3	6,378.00	48.40	308,695.20
02.02	BASE GRANULAR	m3	6,378.00	51.36	327,574.08
02.03	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	42,520.00	6.37	270,852.40
02.04	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE	m3	6,378.00	630.11	4,018,841.58
	Costo Directo				6,039,022.06

SON : SEIS MILLONES TRENTINUEVE MIL VEINTIDOS Y 06/100 NUEVOS SOLES