



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño de pavimento rígido fibroreforzado para mejorar la
transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne –
Tumbes, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil**

AUTORES:

Olaya Castillo, Brayan Yammir (ORCID: 0000-0002-5610-6459)

Santos Zambora, Luis Denilson (ORCID: 0000-0001-5830-120X)

ASESOR:

Ing. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

La presente tesis es dedicada a las personas que me dieron la vida Lucy y Carlos, a mis abuelos Carlos y Flor personas a las cual adoro con todas mis fuerzas, por dedicarme su tiempo y cariño para ser formado como una persona de bien y así dar por culminada mi carrera universitaria, con sus enseñanzas, apoyo y consejos.

Agradecemos al docente del curso, ya que gracias a su iniciativa se pudo realizar esta investigación y a todas aquellas personas que influyeron en mi formación personal y profesional, para sacar adelante esta investigación.

Brayan Olaya.

A Dios Eterno Celestial quien me ha dado la vida y la fortaleza para poder lograr mis metas. A mis padres por todo su amor, sacrificio y esfuerzo que han realizado para poder sacarme adelante. A mi esposa e hija por ser parte fundamental de mi vida y por su apoyo incondicional.

Luis Santos.

Agradecimiento

A Dios, por darme vida para poder realizar este trabajo, que sin su bendición nada de esto se habría podido realizar.

A mi familia, por su apoyo tanto emocional como económico, por su compromiso en ayudarme para terminar este trabajo de investigación, por inspirarme a seguir adelante. A mi madre, por apoyarme en cada uno de mis pasos en esta carrera, en darme la fuerza necesaria para no desmayar y seguir adelante, a mis abuelos Carlos y Flor, por nunca abandonarme y estar siempre para mí.

Brayan Olaya.

A mis padres, por sus sabios consejos y apoyo incondicional en mi formación como persona y profesional.

Luis Santos.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tabla	iv
Índice de figuras	iv
Resumen	iv
Abstract	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población, muestra y muestreo.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimientos	22
3.6. Método de análisis de datos.....	41
3.7. Aspectos éticos	41
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN	82
VI. CONCLUSIONES	85
VII. RECOMENDACIONES	88
REFERENCIAS.....	91
ANEXOS	98

Índice de tabla

Tabla 1. Técnicas utilizadas en la recolección de datos para el conteo vehicular.	21
Tabla 2. Técnicas utilizadas para la realización de probetas.	21
Tabla 3. Periodo de diseño	27
Tabla 4. Índice de servicialidad final (Pt).....	28
Tabla 5. Índice de servicialidad inicial (Po)	28
Tabla 6. Factor de distribución por dirección (D).....	29
Tabla 7. Confiabilidad (R).....	30
Tabla 8. Desviación Estándar (Zr).....	30
Tabla 9. Error estándar combinado (So)	31
Tabla 10. Valores CBR según tipo de Sub-Rasante	31
Tabla 11. Tiempo que tarde el agua en ser evacuada	36
Tabla 12. Calidad del drenaje (Cd).....	36
Tabla 13. Coeficiente de transmisión de carga (J)	37
Tabla 14. Longitudes y diámetros recomendados de barras en juntas transversales.....	40
Tabla 15. Dimensiones en Pasajuntas en Pavimentos Urbanos.....	40
Tabla 16. Detalle y longitudes recomendadas para juntas.....	40
Tabla 17. Cuadro de Resumen de Conteo Vehicular.	44
Tabla 18. Resumen de conteo y clasificación vehicular (METODO AASTHO) 47	
Tabla 19. Cálculo del ESAL para pavimento rígido (METODO AASHTO)	49
Tabla 20. Características de calicata C1	52
Tabla 21. Características de calicata C2.....	52
Tabla 22. Características de calicata C3.....	52
Tabla 23. Características de calicata C1	54
Tabla 24. Características de calicata C2.....	54

Tabla 25. Características de calicata C3.....	54
Tabla 26. Cuadro de resumen de propiedades del suelo.....	56
Tabla 27. Características del afirmado.....	57
Tabla 28. Características del Hormigón	57
Tabla 29. Contenido de humedad natural.	58
Tabla 30. Análisis granulométrico de cantera.....	59
Tabla 31. Análisis granulométrico de cantera.....	60
Tabla 32. Análisis granulométrico de cantera.....	61
Tabla 33. Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto (b/b.).....	63
Tabla 34. Porcentaje de aire atrapado.	63
Tabla 35. Volumen unitario de agua.....	63
Tabla 36. Relación agua/cemento, en peso, para distintas resistencias a 28 ds.	63
Tabla 37. Características de agregados.....	64
Tabla 38. Diseño de mezclas	65
Tabla 39. Valores de diseño por metro cubico en mezcla (Seco)	65
Tabla 40. Valores de diseño por metro cubico en mezcla (Seco).	65
Tabla 41. Dosificación para concreto Fc:210Kg/cm ² ,Fc: 210Kg/cm ² + 2.50% de fibra de acero y Fc: 210Kg/cm ² + 5.00% de fibra de acero.....	65
Tabla 42. Rotura de probetas.....	66
Tabla 43. Tabla de verificación de dimensiones de paños de pavimentos.....	79
Tabla 44. Pasadores en juntas Transversales	80

Índice de figuras

Figura 1: Sistema De Clasificación De Suelos AASHTO	24
Figura 2: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.	25
Figura 3: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993. .	26
Figura 4: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993 ..	29
Figura 5. Diseño de Pavimentos CE-10	32
Figura 6. Carta para estimar el módulo compuesto de reacción del subgrado, k_{∞}	34
Figura 7. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993 ..	39
Figura 8. Dimensiones de los paños de pavimento.....	39
Figura 9. Imagen satelital 2021 Maxar Technologies – Google Earth Pro	43
Figura 10. Fuente propia – Resultado diario del conteo vehicular.....	44
Figura 11. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada Perú.	45
Figura 12. Producto Interno Bruto por año	46
Figura 13. Cálculo ESAL	48
Figura 15. Realización de calicata C1	50
Figura 14. Realización de calicata C1	50
Figura 16. Realización de calicata C2.....	51
Figura 17. Realización de calicata C2.....	51
Figura 19. Realización de calicata C3.....	51
Figura 18. Realización de calicata C3.....	51
Figura 20. Realización del ensayo limite liquido.....	53
Figura 21. Realización del ensayo limite liquido.....	53
Figura 23. Realización del ensayo limite plástico	53
Figura 22. Realización del ensayo limite plástico.....	53
Figura 24. Realización del ensayo Proctor modificado.....	55
Figura 25. Realización del ensayo Proctor modificado.....	55

Figura 27. realización del ensayo de CBR.	55
Figura 26. realización del ensayo de CBR.	55
Figura 28. Gráfica de Humedad.	58
Figura 29. Curva Granulométrica.	59
Figura 30. Curva Granulométrica.	60
Figura 31. Comparación de resistencia del concreto estudiado.	67
Figura 32. AASHTO Design Procedures For New Pavements.....	68
Figura 33. AASHTO Design Procedures For New Pavements.....	70
Figura 34. AASHTO Design Procedures For New Pavements.....	70
Figura 35. Determinación del espesor de pavimento por el Abaco AASHTO .	72
Figura 36. AASHTO Design Procedures For New Pavements.....	73
Figura 37. AASHTO Design Procedures For New Pavements.....	74
Figura 38. AASHTO Design Procedures For New Pavements.....	75
Figura 39. AASHTO Design Procedures For New Pavements.....	76
Figura 40. AASHTO Design Procedures For New Pavements.....	77
Figura 41. Abaco AASHTO.	78
Figura 42. Análisis de costos unitarios.	80
Figura 43. Análisis de costos unitarios.	81
Figura 44. Análisis de costos unitarios.	81
Figura 45. Mapa de ubicación	102
Figura 46. Mapa de ubicación	102
Figura 47. Conteo vehicular	103
Figura 48. Conteo vehicular	103
Figura 49. Calicata – C1.....	104
Figura 50. Calicata – C1.....	104
Figura 52. Calicata – C1.....	104
Figura 51 Calicata – C1.....	104

Figura 54. Calicata – C2.....	105
Figura 53. Calicata – C2.....	105
Figura 55. Calicata – C2.....	105
Figura 56. Calicata – C2.....	105
Figura 57. Calicata – C3.....	106
Figura 58. Calicata – C3.....	106
Figura 59. Calicata – C3.....	106
Figura 60. Calicata – C3.....	106
Figura 61. Contenido de humedad.....	107
Figura 62. Contenido de humedad.....	107
Figura 63. Contenido de humedad.....	107
Figura 64. Análisis Granulométrico por Tamizado.....	108
Figura 65. Análisis Granulométrico por Tamizado.....	108
Figura 67: Limite Liquido	109
Figura 66. Limite Liquido	109
Figura 68. Limite Liquido	109
Figura 69. Limite Liquido	109
Figura 70. Limite Plástico.....	110
Figura 71. Limite Plástico.....	110
Figura 72. Limite Plástico.....	110
Figura 73. Limite Plástico.....	110
Figura 75. Ensayo de Proctor Modificado.....	111
Figura 74. Ensayo de Proctor Modificado	111
Figura 76. Ensayo de Proctor Modificado	111
Figura 77. Ensayo de Proctor Modificado	111
Figura 79. Ensayo de C.B.R.....	112
Figura 78. Ensayo de C.B.R.....	112

Figura 80. Ensayo de C.B.R.....	112
Figura 81. Pesos de agregados para el concreto.....	113
Figura 82. Pesos de agregados para el concreto.....	113
Figura 84. Peso de fibra de acero (Sika® Fiber CHO 80/60 NB).	113
Figura 83. Agregados para el concreto.	113
Figura 86. Peso de fibra de acero (Sika® Fiber CHO 80/60 NB).	114
Figura 85: Peso de fibra de acero (Sika® Fiber CHO 80/60 NB).	114
Figura 88. Mezclado del concreto.	114
Figura 87. Mezclado del concreto.	114
Figura 90. Aplicación de fibra de acero al 2.5 %.	115
Figura 89: Aplicación de fibra de acero al 2.5 %.	115
Figura 91. Aplicación de fibra de acero al 5 %.	115
Figura 92. Aplicación de fibra de acero al 5 %.	115
Figura 95. Ensayo cono de Abrams del concreto $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$ más 2.5 % de fibra de acero.	116
Figura 96. tomando medida de Islump del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$ más 2.5 % de acero.	116
Figura 93. Ensayo cono de Abrams del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$ 116	116
Figura 94. Tomando medida de Islump del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$. 116	116
Figura 98. tomando medida de Islump del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$ más 5 % de acero 117	117
Figura 99. tomando medida de Islump del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$ más 5 % de acero. 117	117
Figura 97. Ensayo cono de Abrams del concreto $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$ más 5 % de fibra de acero. 117	117
Figura 101. Elaboración de probetas con el concreto patrón – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 118	118
Figura 100. Elaboración de probetas con el concreto patrón – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 118	118

Figura 102. Elaboración de probetas – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más 2.5 %de fibra de acero.	118
Figura 103. Elaboración de probetas – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más 2.5 %de fibra de acero.	118
Figura 104. Elaboración de probetas – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más 5 % de fibra de acero.	119
Figura 105. Elaboración de probetas – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más 5 % de fibra de acero.	119
Figura 106. Probetas elaboradas.	119
Figura 107. Rotura de probetas a 7 días.	120
Figura 108. Rotura de probetas a 7 días.	120
Figura 109. Rotura de probetas a 7 días.	120
Figura 110. Rotura de probetas a 7 días.	120
Figura 111. Rotura de probetas a 14 días.	121
Figura 112. Rotura de probetas a 14 días.	121
Figura 113. Rotura de probetas a 14 días.	121
Figura 114. Rotura de probetas a 14 días.	121
Figura 116. Rotura de probetas a 28 días.	122
Figura 115. Rotura de probetas a 28 días.	122
Figura 117. Rotura de probetas a 28 días.	122

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo proponer una alternativa de diseño para el pavimento rígido, utilizando concreto fibroreforzado con fibras de acero, para mejorar la transitabilidad del asentamiento humano Virgen del Cisne, Tumbes, 2021. La investigación fue de tipo aplicada y diseño experimental; la muestra estuvo constituida por la pavimentación en infraestructura vial de 1,212 kilómetros del referido sector. El estudio se fundamentó en las Normas Técnicas Peruanas y Norma AASHTO – 93 para pavimento rígido. Los resultados indican que el concreto patrón $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ al 5% no es el más eficiente para obtener un diseño de pavimento rígido fibroreforzado adecuado para mejorar la transitabilidad. Se concluyó que la fibra metálica utilizada no incrementa de manera significativa el módulo de rotura, pero si aumenta considerablemente la resistencia a la compresión luego de los 28 días de fraguado. Los resultados obtenidos reflejan que la utilización de fibras metálicas no es viable para el mejoramiento de la transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne.

Palabras claves: Pavimentos; pavimento rígido; fibra de acero; tracción, flexión.

Abstract

The present study aimed to propose a design alternative for rigid pavement, using fiber-reinforced concrete with steel fibers, to improve the walkability of the Virgen del Cisne human settlement, Tumbes, 2021. The research was applied and experimental design; The sample consisted of the paving in road infrastructure of 1,212 kilometers of the referred sector. The study was based on the Peruvian Technical Standards and AASHTO - 93 Standard for rigid pavement. The results indicate that the standard concrete $F_c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ at 5% is not the most efficient to obtain a rigid fiber-reinforced pavement design suitable to improve walkability. It was concluded that the metallic fiber used does not significantly increase the modulus of rupture, but it does considerably increase the compressive strength after 28 days of setting. The results obtained reflect that the use of metallic fibers is not viable to improve the walkability of the Virgen del Cisne Human Settlement.

Keywords: Pavements; rigid pavement; steel fiber; tensile, bending.

I. INTRODUCCIÓN

El hombre a través de la historia ha innovado los materiales de construcción con la finalidad de mejorar en la sociedad su calidad de vida. En la actualidad se viene utilizando en los pavimentos de los aeropuertos fibras de acero como principal refuerzo de pavimentos rígidos, dovelas, etc. Investigadores lo catalogan como un producto de calidad para la utilización en carreteras con un alto tránsito de vehículos pesados (Evaristo, 2018).

Montalvo (2015), en su investigación nos menciona que los materiales que el hombre más ha utilizado y que aun en la actualidad se viene utilizando en la construcción es el concreto, ya que proporciona resistencia, versatilidad, trabajabilidad y durabilidad en sus diferentes estados físicos.

El Perú ha realizado un aumento económico notable en los últimos años; sin embargo, hasta ahora no ha podido resolver la problemática que tiene con la infraestructura de las vías de comunicación terrestre. Esto hace que el país sea incomunicado y del mismo modo lento en su gestión administrativa, productiva y económica. En diferentes regiones del país se han visto obligadas a detener el proceso de desarrollo lo cual genera pobreza; pues, su territorio accidentado y variado presenta dificultades en sus vías de comunicaciones terrestres.

El AA. HH Virgen del Cisne se localiza en los límites del casco urbano del Distrito de Andrés Araujo Moran, Provincia de Tumbes. La población cuenta con servicios de agua, desagüe y energía eléctrica, en buenas condiciones. La inexistencia de infraestructura vial, y de drenaje provoca la poca fluidez de vehículos y un inadecuado desplazamiento de las personas hacia sus centros de trabajo, centros de estudios, etc., agudizándose más esta situación en días de lluvia ya que se forman pozas de agua en las vías formando inundación que traen consigo la formación de focos infecciosos y propagación de bichos perjudicando la sanidad de la población. Gran parte de las vías del AA. HH Virgen del Cisne, no cuentan con ningún tipo de pavimento rígido, encontrándose colapsadas en su totalidad presentan grandes hoyos y rimeros de tierra, que imposibilitan el tránsito vehicular afectando el medio ambiente con el polvo, por el paso de los vehículos, generando un malestar a los transeúntes y moradores del sector. Ante esta problemática se plantea el diseño de infraestructura vial utilizando

pavimentos fibroreforzados con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población en este sector.

Ante esta problemática antes mencionada se planteó como **problema general**: ¿Cuál será el adecuado diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021?; y como **problemas específicos** de esta investigación: ¿Qué propiedades mecánicas tiene el suelo de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes, 2021?; ¿Qué tipo de material granular se deberá utilizar en el mejoramiento de la base y subbase para la colocación del pavimento rígido de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes, 2021?, ¿Qué propiedades mecánicas y físicas aportan las fibras de acero en una proporción del 2.5% y 5% al concreto convencional $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$?, ¿En qué porcentaje varía el espesor del diseño del pavimento rígido al adicionarle 2.5% y 5% de fibras de acero al concreto convencional $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$?, y ¿Cuál será la variación del costo del concreto convencional $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ con respecto a la adición del 2.5% y 5% de fibra de acero?

La investigación tiene **justificación** desde el punto de vista técnico, debido a la aplicación de los novedosos métodos para mejorar la resistencia al concreto, lo que se orientó a buscar solucionar la problemática expuesta sobre las fallas ocurrientes en la vialidad. Desde la perspectiva metodológica esta investigación centró su justificación, en la serie de actividades de documentación (revisión de información teórica y documentos), experimentación (recojo, análisis e interpretación) y comunicación (manifestación de hallazgos) aplicados de forma rigurosa que permitieron dar respuesta a los objetivos planteados. Asimismo, se justificó desde la perspectiva teórica, debido a que la teoría y resultados que emergió de la investigación servirá de base para otras investigaciones relacionadas a las variables presentadas y a su vez pueda replicarse en otros contextos. La justificación social apunta a coadyuvar en el establecimiento de sistemas y estructuras de construcción adecuadas a las nuevas realidades.

El **objetivo general** planteado fue: Proponer una alternativa de diseño para el pavimento rígido, utilizando concreto fibroreforzado con fibras de acero, para mejorar la transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes,

2021. Mientras que los **objetivos específicos** fueron: determinar las propiedades mecánicas que tiene el suelo de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes 2021; determinar qué tipo de material granular se deberá utilizar en el mejoramiento de la base y subbase para la colocación del pavimento rígido de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes 2021; determinar las propiedades mecánicas y físicas aportan las fibras de acero en una proporción del 2.5% y 5% al concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm².; determinar el porcentaje de variación del espesor del pavimento rígido al adicionarle 2.5% y 5% de fibras de acero al concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm²; y determinar la variación del costo del concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm² con respecto a la adición del 2.5% y 5% de fibra de acero.

La **hipótesis general** planteada fue: la adición de fibra de acero en el concreto patrón $Fc=210$ Kg/cm² en porcentajes cercanos al 2.5% es el más adecuado para obtener un diseño de pavimento rígido fibroreforzado adecuado para mejorar la transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021. Las **hipótesis específicas** son: las propiedades mecánicas que tiene el suelo de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne influyen en la determinación del costo, espesores de base, subbase y carpeta de rodadura; el material granular a utilizar en el mejoramiento de la base será afirmado y para el mejoramiento de la subbase será hormigón; con la incorporación de fibras de acero del 5% proporcionará mejores propiedades mecánicas y físicas que al incorporar 2.5% de fibras de acero en el concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm²; con la incorporación de fibras de acero del 5% se disminuye más el espesor que con la adición del 2.5% de fibras de acero al concreto patrón $Fc=210$ Kg/cm²; la incorporación del 5% de fibras de acero es más viable que la aplicación del 2.5% de fibra de acero en el concreto patrón $Fc=210$ Kg/cm y además sin la utilización de estas, y la variación del costo del concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm² con respecto a la adición del 2.5% es más viable que la de 5% de fibra de acero

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta el capítulo II donde se hace referencia a los antecedentes de la investigación, tanto nacionales como internacionales y de la misma conceptos teóricos más relevantes de las investigaciones para conocer más sobre el tema de investigación y de esta manera aumentar el entendimiento.

A continuación, se mencionan los **antecedentes internacionales** para obtener más información referente al tema de investigación:

Torres (2021), en un estudio, cuyo propósito fue examinar las resistencias y las capacidades físico-mecánicas del concreto con fibras de acero DRAMIX 3D para pavimentos rígidos. El estudio fue experimental, en el que se empleó la norma INV E-414-07, cuyo propósito es suministrar el módulo de quiebre y el $f'c$ para construir el diseño según el método AASHTO o PCA. Las dosificaciones aplicadas fueron 0, 5, 10, 20 y 25 kg/m³; efectuando 2 cilindros y 2 vigas a 7, 14 y 28 días. Los resultados señalan que al emplear la dosificación de 25 kg/m³, se triplica la resistencia a la tracción, por lo que hay una mejora en las fisuras provocadas al hacer tensión. Concluyendo que al utilizar acero dramix 3D en concreto se reducen las fisuras al fallarlas; asimismo, se puede disminuir el espesor en un pavimento rígido; por otra parte, es probable que el concreto al fallarse, dicha falla sea tipo III.

Amaya y Ramírez (2019), realizaron su investigación donde evaluaron el comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de acero. Se plantearon como objetivo de su investigación analizar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de diferentes materiales, determinando el material que mejor comportamiento genera ante el ensayo a compresión y flexión. En su investigación utilizaron como muestras las fibras de PET, fibras de vidrio, acero y cáñamo. Utilizaron estos materiales por la gran facilidad de poder conseguirlos en cantidad, además de tener distintas composiciones y así de esa manera obtener resultados variados. Obtuvieron como resultados que al aplicar el ensayo de rotura a los cilindros de concreto con fibra de acero en la edad de 7 y 14 días su resistencia a la compresión es menor comparada al concreto sin refuerzo de acero, pero al alcanzar los 28 días de edad el concreto con fibras de acero alcanza su resistencia máxima. Resulto que las fibras de acero y vidrio obtienen una mayor resistencia a la compresión, con

el detalle que estas fibras aumentan la resistencia del concreto de acuerdo a transcurso de los días de curado. Al finalizar su investigación concluyen que el concreto Fibroreforzado presentó un aumento considerable en sus características mecánicas, donde la tendencia fue de aumentar la resistencia y así disminuir los fisuramientos.

Magallanes y Montenegro (2019), en un estudio cuyo propósito fue establecer la distribución adecuada de fibra de polipropileno a través de análisis de resistencia a compresión y flexión para diseñar pavimento rígido $F'c = 35$ MPa. La investigación fue experimental, de nivel exploratorio y descriptivo; donde se efectuaron dosificaciones de dichas fibras en dosificaciones de 0,3 – 0,6 – 0,9 kg/m³; ajustados a la norma ACI 211. Los resultados indicaron que la dosis de 0,3 kg/m³ de fibras satisface los elementos de $F'c = 35$ MPa y la resistencia a la tracción, logrando aumentos de 11,59 % en la resistencia a la compresión, mientras que a la tracción en un 61.59%. Concluyendo que en la experimentación se evidenciaron cambios importantes en el concreto fresco y endurecido, asimismo, diferencias importantes respecto al costo entre \$ 1 y \$ 5 el m³.

Lindao y Romero (2018), en su tesis, cuyo propósito fue presentar propuestas respecto a la conducta del concreto al adicionar fibras de polipropileno y metálicas para pavimento rígido $f'c = 350$ kg/cm². La investigación fue experimental, en el que se utilizó la Norma ACI para efectuar el diseño de mezcla, con la finalidad de lograr las proporciones y propiedades adecuadas. Los resultados indicaron que al agregar fibras de polipropileno y metálicas hay una mejora en la resistencia en 13% y 15% respectivamente en relación al concreto patrón. Concluyendo que la resistencia a la flexión aporta un aumento mínimo de 2.85% al añadir fibras de polipropileno; mientras que al añadir fibras metálicas aumentan en 13%; lo cual evidencia un aumento considerable en la conducta mecánica del concreto.

Robalino y Bolívar (2018), en un estudio cuyo propósito fue establecer el volumen adecuado de partículas de fibras de acero para diseñar concreto de con módulo de quiebre $MR = 4,5$ MPa para pavimentos rígidos. El estudio fue experimental, donde se efectuaron varios diseños de mezclas para estudiar las propiedades físico-mecánico requeridas para lograr la proporción adecuada. Los resultados

indicaron que el agregado adecuado de acero es de 20 kg/m³, para pavimentos con MR= 4.5 MPa. Concluyendo que satisface con la resistencia de diseño a compresión de $f'_c=350\text{kg/cm}^2$, con el que se logró un aumento de 5.99% al periodo de 28 días.

Montoya (2016), realizó una comparación entre el concreto reforzado con fibra de acero versus el concreto reforzado polipropileno respecto a la resistencia a la flexión, para utilizarlo en carpetas de rodadura en parqueos. En su investigación se planteó como objetivo general proponer alternativas para las losas de rodadura, con la utilización de concretos fibroreforzados con fibras de acero y polipropileno, para ser utilizados en los pavimentos de parqueos. Obtuvo como resultado que las losas de concreto simple la resistencia aumenta con relación a su espesor siendo las losas de 12 cm de mayor eficiencia que las losas de 10 cm. En estas últimas losas de 10 cm por tener un concreto simple sin refuerzo y al no presentar cambios en su resistencia, realizan una falla balanceada a tensión y a flexión. Utilizo adictivos para no afectar la resistencia y la trabajabilidad del concreto al aplicar las fibras. En el factor económico mantuvo como resultado que, al variar los metros cuadrados de fundición para una carpeta de rodadura de parqueo, la mano de obra en costo no cambia significativamente. Al finalizar su investigación concluye que la dosificación adecuada de fibra metálica para obtener una resistencia a las cargas con una adecuada eficiencia de trabajo es aplicar una dosificación baja de fibra, de la misma manera la dosificación mediana y alta de fibras actúa de manera similar a la dosificación baja ya que no sobrepasan la cuantía permitida. Recomendó que el tiempo de mezclado no supere los 15 min, superando este tiempo afectara la resistencia del concreto.

Respecto al ámbito **nacional** se citan los siguientes **antecedentes**:

Aguirre (2021), realizó su investigación sobre Influencia de la fibra de acero utilizada como refuerzo del concreto para disminuir el espesor de las losas de pavimentos rígidos de tránsito mediano. Aguirre, Rodrigo (2021) tuvo como objetivo la determinación de los efectos causados por la fibra de acero como material de refuerzo del concreto. Utilizo los métodos AASHTO 1986/1993 y PCA para la realización del diseño del pavimento. El tipo de investigación que realizo

fue aplicado, utilizando un diseño de investigación experimental, dicho nivel de investigación utilizado fue pre experimental, ya que realizo muestras de concreto con fibra metálica para observar su impacto en la resistencia, módulo de rotura. Concluyo que las mezclas que se le aplicaron la fibra metálica aumentaron considerablemente su resistencia a la comprensión y de la misma manera su módulo de rotura. Para la finalización de su investigación recomendó realizar una mezcla uniforme entre las fibras y el concreto para obtener resultados favorables.

Vargas y Yataco (2020), realizaron su investigación sobre los efectos de las fibras de acero y polipropileno en el concreto utilizado para pavimentos rígidos, con el objetivo de analizar los aportes de las fibras a la resistencia a flexión del concreto. La metodología de investigación que utilizo fue básica, cuantitativa de nivel descriptivo. Utilizaron para diseñar el pavimento rígido los métodos de diseño como AASHTO 93 y PCA, y el software PAVE 2008. Concluyeron que las fibras de acero son más efectivas aumentando la resistencia a la flexión del concreto hidráulico. Del mismo modo concluye que al utilizar fibras de acero en pavimentos rígidos disminuye hasta un 18% su valor de un pavimento rígido con concreto hidráulico, y los pavimentos reforzados con fibra de polipropileno reducen su costa hasta en un 25% que los pavimentos reforzados con malla de acero.

Morán y Huerta (2020), en su investigación propusieron realizar mejoramiento al comportamiento mecánico de los pavimentos rígidos aplicando fibra de acero. Se propusieron como objetivo general de su investigación comprobar que la adición de fibra de acero aumenta considerablemente su comportamiento mecánico de la estructura la vía ubicada en la Av. Héroes. Tramo: Av. Miguel Iglesias y Av. 26 de noviembre. Para la realización del diseño de pavimento rígido utilizaron el método AASHTO (1993). Obtuvieron como resultado que al aplicar las fibras de acero Dramix 4D mejora las propiedades mecánicas del paquete estructural del pavimento rígido. Al finalizar su investigación concluyen que al utilizar la fibra de acero en la construcción de pavimento rígido no tiene un ahorro significativo si se analiza mediante el APU, pero se debe tomar en cuenta los beneficios como son reducción de plazos en la construcción, y mejoramiento de su durabilidad.

Espinoza y Vargas (2020), propusieron un diseño estructural para el pavimento rígido convencional y Fibroreforzado utilizando el reciclado mecánico. En la realización de su investigación de plantearon como objetivo diseñar el pavimento rígido en la Av. Sánchez cerro. La metodología que aplico fue de un enfoque cuantitativo correlacional debido a las variables utilizadas en su investigación. Realizo su diseño considerando los siguientes métodos: ASSHTO 1993, Yield Line Theory y PCA 1984. Encontró como resultados fallas en el tramo del proyecto clasificadas como fallas superficiales y fallas estructurales. De la misma manera evidencio que el material de la subbase existente presento un porcentaje mayor de arena fina, por lo tanto, el valor del CBR tendrá una posible disminución. Finalizaron concluyendo que para realizar el diseño del grosor de la losa se debe tener presente los niveles existentes de la vía y el gasto económico que este genera.

Illanes (2019), en su investigación propuso realizar un mejoramiento del concreto con respecto a su módulo de rotura adicionando fibra de acero trefilado utilizado en la construcción de pavimentos rígidos, su objetivo principal fue mejorar el módulo de rotura del concreto con la aplicación fibras de acero trefilados en la construcción de pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz. Su investigación fue de tipo aplicada, con un nivel descriptiva y el diseño fue experimental ya que realizo ensayos de laboratorio al concreto sin fibra y adicionando fibra. Como resultado de la investigación determinó el porcentaje ideal de las fibras para aumentar al concreto el módulo de rotura 28 días fue 1.1% garantizando su utilización en la realización de pavimentos rígidos. Recomendó adicionar la fibra de acero al tener la mezcla del concreto preparada, para que de esta manera la mezcla sea uniforme, así mismo lograr que la trabajabilidad del concreto no disminuya.

Miranda y Rado (2019), realizaron su investigación proponiendo la utilización del concreto más la aplicación de fibra de acero y cemento puzolánico para la realización de trabajos de creación de pavimentos rígidos. Se plantearon como objetivo general proponer diversas muestras de concreto con fibras de acero más la incorporación de cemento puzolánico y finalmente adictivos utilizados en la construcción de pavimentos rígidos en la región Apurímac. Para la realización del diseño del pavimento rígido utilizaron la metodología AASHTO 93, de la

misma manera utilizaron el diseño por el método ACI 211, diseño por curva de concreto bombeable y diseño por el método de Fuller. Obtuvieron como resultado que las mezclas de concreto obtuvieron una pérdida de asentamiento menor a 2", de la misma manera al realizar los ensayos que determinan la resistencia a compresión del concreto obtuvieron como resultados la reducción del cemento debido a que se trata de una mezcla muy segura. concluyo que se pude realizar una disminución de cemento hasta unos 42 kg aproximadamente. Finalizando su investigación recomiendan no utilizar concretos con relación a/c = 0.50 para la construcción de pavimentos rígidos con fibras de acero.

Pablo (2017), realizó la estimación del diseño, construcción y durabilidad de pavimentos rígidos utilizando fibras de polietileno. Considerando como objetivo: determinar la influencia de la fibra de polietileno adicionada al concreto, en la utilización del diseño de pavimento rígido de la ciudad de Pasco. Utilizó el tipo de investigación aplicada basada en la utilización de objetivos planteados en su investigación. Con su investigación dio a conocer que la adición de fibras de polietileno aporta en gran magnitud positivamente en las propiedades mecánicas del concreto. Concluye que el efecto de la calidad de la subrasante en la realización del diseño estructural de la losa del pavimento rígido es muy alto, de la misma manera concluyó que al utilizar la fibra reciclable de botellas de polietileno reduce considerablemente el presupuesto al compararlo con la ejecución del concreto patrón.

Montalvo (2015), realizó su investigación sobre la comparación de pavimentos rígidos adicionando fibras de acero frente pavimentos rígidos de concreto tradicional. El objetivo general que planteó en su investigación fue facilitar información, enfoques generales y metodologías innovadoras para realizar el dimensionamiento de pavimentos para la formulación de proyectos y realización de obras de pavimentos rígidos con fibras. En la investigación realizo un diseño de pavimento rígido con la norma PCA, Reporte técnico N°34 (TR N°34) - Método británico y la utilización del Software PAVE 2008. Encontró que una de las diferencias en los parámetros para realizar el diseño de pavimento rígido es las propiedades del concreto, como se evidencia al utilizar el método PCA que requiere como parámetro el módulo de rotura del concreto y en el caso del TR-34 requiere la utilización de la resistencia a compresión, y por último diseñando

el software PAVE 2008 utiliza en su base de datos una relación entre estas dos propiedades del concreto.

Sotil y Zegarra (2015), realizaron su investigación sobre el análisis de comparación entre la conducta del concreto convencional, concreto con la aplicación de fibras de acero wirand® FF3 y concreto con la aplicación de fibras de acero wirand® FF4 para la construcción de pavimentos rígidos industriales. Su investigación tuvo como objetivo la comparación de las propiedades mecánicas entre el concreto sin refuerzo vs los concretos reforzados con fibra Wirand® FF3 y Wirand ® FF4 (80/60) respectivamente. Obtuvieron como resultados que las propiedades del concreto en su estado fresco no fueron afectadas por la suma de las fibras de acero en su composición, así mismo la incorporación de fibras de acero al concreto aumenta de manera muy favorable la resistencia a la compresión con respecto al concreto sin refuerzo, hasta en un 30% aproximadamente, consecuentemente observaron una mejora en la resistencia a la flexión del concreto reforzado con fibra de acero versus el concreto sin refuerzo. Finalmente, al culminar su tesis recomiendan conocer el tipo de fibra de acero a utilizar ya que cada tipo de fibra tiene un distinto comportamiento referente a la estructura a realizar.

En relación a las **bases teóricas** que dieron sustento a este estudio, se encuentran las principales teorías relacionadas con las variables, es decir, pavimento fibroreforzado y mejora de la transitabilidad; iniciando con el desarrollo de **pavimento fibroreforzado**, sus dimensiones e indicadores.

Para iniciar con las teorías de referidas al pavimento fibroreforzado, se definirá primeramente pavimento para su mejor comprensión.

De acuerdo con Montejo (1998), sostiene que es una serie de capas dispuestas de forma horizontal, que se construyen y apoyan con materia prima de construcción y son compactadas de manera apropiada. Dichas estructuras se sustentan sobre la subrasante de la vialidad por el movimiento de tierras en la exploración y que resisten las fuerzas de las cargas que le transfiere el tránsito en el curso del tiempo para la que fue proyectada.

Respecto a los pavimentos rígidos, “son los que están formados por una losa de concreto, soportada sobre la subrasante denominada subbase de pavimento

rígido. Dado a la elevada rigidez del concreto y elasticidad, la proporción de los esfuerzos se genera en un área muy extensa” (Montejo, 1998, p. 47).

Hanco (2016), indica respecto a la Metodología AASHTO 93 correspondiente a diseño de pavimento rígido, “se estiman elementos como el tráfico, clima, drenaje, volumen de carga, propiedades de suelos y confiabilidad. A partir de dichos elementos se pronostica el comportamiento en el tiempo de dicha estructura” (p. 71).

Para Montejo (1998), los pavimentos de concreto operan fundamentalmente a flexión, por lo cual se sugiere que la especificación de resistencia sea la adecuada; en ese sentido, el diseño considera la resistencia operando a flexión, denominada como flexión por tensión ($S'c$) o Módulo de ruptura (MR), generalmente descrita a 28 días, por ello, el soporte de las capas inferiores tiene poca incidencia en el diseño del espesor del pavimento.

Según Fernández (1981), las fibras que son aplicadas al concreto son variables, en otras palabras, se agregan de manera continua y uniforme; produciendo gran isotropía y homogeneidad; en la que se producen cambios en las propiedades mecánicas que dependen en gran medida de la clase de fibra que se utiliza. (p. 5)

Respecto a las fibras como componente para reforzar el concreto, Maccaferri (2009), precisa que “constituyen partículas discontinuas, elaborados en diversas formas, tamaños y empleados particularmente para la utilización en concreto y hormigón; su propósito principal es evitar que se generen fisuras, asimismo, como el esparcimiento en estructuras de diversos tipos” (p. 3).

Por otra parte, el concreto fibroreforzado de acuerdo con el Instituto Americano del Concreto (ACI), constituye una mezcla formada por cemento hidráulico, agregado fino, grueso y filamentos o fibras. Considerando su estructura suministra mayor potencia de fractura, por lo que sustituye completa o parcialmente las estructuras clásicas, como son las varillas de acero.

De acuerdo con líneas anteriores, las fibras de acero proporcionan al concreto beneficio respecto a la ductilidad, compresión, tensión, tenacidad, torsión, entre otros.

Es importante resaltar que Kosmatka (2004), “define la resistencia como la compresión es definida como la máxima medida de resistencia a carga axial a pruebas de concreto” (p. 8). Mientras que “la resistencia a la flexión constituye un valor de resistencia a la tracción del concreto” (Portilla, 2014, p. 5).

Las dimensiones evaluadas en esta variable fueron: el diseño de concreto añadiendo un 2.5% de fibras de acero y el diseño de concreto añadiendo un 5% de fibras de acero.

Respecto a la variable **mejora de la transitabilidad**, se inicia desarrollando la definición de la transitabilidad vehicular.

Según Atarama (2015), refiere que la transitabilidad vehicular, es la que indica que una vialidad es apropiada y está en la disposición del tránsito de vehículos, en otras palabras, no está fuera de circulación o cerrada producto de fallas de tipo vial o pésimas condiciones de la vía.

Balcázar y Luque (2021), sostienen que la transitabilidad permite que la vía este a disposición para que sea usada y se establece según el estudio de la conservación de la vialidad que muestra la carretera, el tráfico vehicular y el agrado del público; para lo que se emplea fichas de observación y cálculos.

Por otra parte, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018), lo define como las condiciones en la que se puede disponer la utilización de esta.

Rivera y Yovera (2020), consideran que la capacidad de la transitabilidad es un elemento suscitado del flujo vehicular que transitan por la vía durante un lapso específico.

De acuerdo con National Academies of Science (2010), el tráfico está vinculado con la densidad, intensidad y rapidez en la que transitan los automóviles; si la intensidad neutra, por lo tanto, la intensidad será igual; siendo esta asociación constante; por lo que, debido a la elevada intensidad de automóviles, estos dejan de transitar a la velocidad deseada, reduciendo la fluidez y la eficiencia en el tránsito generando el congestionamiento.

En resumen, la transitabilidad se constituye como la satisfacción que posee una obra vial garantizando la seguridad, de forma que exista una transitabilidad adecuada durante un periodo determinado.

Atarama (2015), argumenta que la transitibilidad vehicular se puede evaluar a través de las condiciones del pavimento, el estudio del tráfico vehicular y de la serviciabilidad de la vía.

En esta investigación las dimensiones en las que se circunscribió esta variable son: el concreto convencional 210 kg/cm², concreto añadiendo el 2.5% de fibras de acero y concreto añadiendo un 5% de fibras de acero.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Sánchez, Reyes, y Mejía (2018). La investigación práctica o aplicada aprovecha los conocimientos adquiridos durante la investigación básica o teórica para aportar conocimientos y soluciones a problemas inmediatos.

El presente proyecto de investigación, es de tipo aplicada ya que se tiene conocimientos teóricos obtenidos por la investigación realizada sobre diseño de pavimentos rígidos y procedimiento de la disminución de espesores con la finalidad de dar solución a la problemática planteada.

Diseño de investigación.

Taboada (2013), define el diseño como una planificación y proyección para la investigación que se propone regular con variables que no estudia y maneja otras que se denominan independientes por que generara determinadas repercusiones en la variable dependiente; la estrategia comprende la observación y medición de estos efectos.

Taboada (2013), precisa que el diseño experimental tiene dos funciones; a) establece las condiciones comparativas requeridas por la hipótesis del experimento, b) permite al experimentador interpretar de manera significativa los resultados del estudio gracias al análisis estadístico de los datos.

El presente estudio fue un diseño experimental ya que se realizó ensayos de laboratorio para obtener una variedad de resistencias a la compresión con diferentes porcentajes de fibras de acero con la finalidad de determinar el efecto de reducción en el espesor del diseño del pavimento rígido.

3.2. Variables y operacionalización.

Para la presente investigación las variables de estudio fueron:

Definición conceptual de la variable independiente

La variable independiente de este estudio es el Pavimento Fibroreforzado (fibras de acero).

De acuerdo con Silva (2000), se denomina pavimento fibroreforzado a la adición de fibras de acero dentro de la mezcla del concreto realizando funciones tridimensionales.

Definición operacional de la variable independiente

Según Palella y Martins (2012), la definición operacional de una variable, “constituye la forma de identificar los aspectos y valores empíricos que cuantifiquen o midan el fenómeno describiéndola en aspectos observables y que sean verificables” (p. 73). De tal forma que, operacionalmente la variable pavimento fibroreforzado se evaluó con el diseño del concreto a base de un 2.5% y 5% de fibra de acero.

Indicadores de la variable independiente

Los indicadores de la variable independiente son: el diseño del concreto añadiendo un 2.5% de fibras de acero y el diseño del concreto añadiendo un 5% de fibras de acero.

Definición conceptual de la variable dependiente

La variable dependiente de este estudio es mejorar la transitabilidad.

La mejora de la transitabilidad, es el estado de la infraestructura vial que ofrece un nivel de servicio y a su vez permite un flujo de vehículos regular durante un periodo específico.

Definición operacional de la variable dependiente

La variable mejorar la transitabilidad se evaluó a través de la comparación entre el concreto convencional y los concretos agregando 2.5% y 5% de fibra de acero respectivamente.

Indicadores de la variable dependiente

Los indicadores de la variable dependiente son: el concreto patrón o convencional 210 kg/cm², concreto añadiendo 2.5% y 5% de fibras de acero.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población (N).

Martin Taboada (2013), es el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Es el conjunto de todos los elementos u objetos delimitados por un conjunto particular de coordenadas espacio-temporales.

Pueden ser personas, unidades físicas o cualquier otra entidad, y deben estar claramente posicionadas en torno a características de contenido, lugar y tiempo y tener características similares, constituyendo una unidad importante llamado censo.

En esta investigación se considera como población la Avenida Rosa mística, Avenida Virgen del Cisne, Calle Sin Nombre, Calle Virgen de Fátima, Pasaje Santa Elena, Avenida San Martín de Porras, Calle Sarita Colonia.

Muestra (n).

Martín Taboada (2013), es un conjunto poblacional seleccionado mediante un procedimiento que permite observar y medir una cantidad de elementos menores que una población. Se trata de una división representativa cuyas características deben reproducir lo más fielmente posible las de la población, para obtener resultados válidos también para el conjunto del universo estudiado. En un sentido amplio, no es más que una parte del todo que llamamos universo y que se usa para representarlo.

En esta investigación se considera como muestra la pavimentación en infraestructura vial de 1.212 kilómetros que beneficiara al Asentamiento Humano virgen del cisne.

Muestreo.

Martín Taboada (2013), El muestreo no probabilístico es una operación de números exactos y los resultados de su aplicación no se pueden generalizar a toda la población.

En esta investigación se considera como muestreo 03 calicatas ubicadas en la Av. San Martín De Porras, Calle Virgen De Fátima y Calle Sarita Colonia.

Unidades de Análisis.

Martin Taboada (2013), nos dice que la unidad de análisis es una definición abstracta, que nombra el tipo de objeto social al que se refieren los atributos. Esta unidad se ubica en el tiempo y el espacio, definiendo la población de referencia del estudio.

Martin Taboada (2013), manifiesta que las unidades de análisis son aquellas unidades de observación, preseleccionadas y reconocidas por los observadores en campo y durante el período de observación, las cuales están sujetas a codificación y / o clasificación en perfiles contruidos con tal eficiencia.

En esta investigación se considera como unidades de análisis a las hojas de cálculo elaboradas con procedimientos de la metodología ASSTHO 93, probetas, análisis granulométrico, diseño de mezclas y muestras de cada estrato las cuales fueron llevadas al laboratorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Baena (2017), las técnicas facilitan la realización del método que se aplica en la investigación, resuelven interrogantes de cómo realizar o hacer la investigación. La finalidad de las técnicas es alcanzar los objetivos planteados en la realización del método científico. Se consideran apoyos para el método científico, ya que son prácticas conscientes y reflexivas.

Baena (2017), define como instrumentos a los apoyos que se utilizan para cumplir el propósito de las técnicas, ejemplos de ellos son: telescopio, las fichas de entrevista, libreta de campo, etc.

Como primer paso en la recolección de información para nuestra investigación realizamos el conteo vehicular para obtener el registro total de vehículos que transitan en el lugar de estudio y de esta manera determinar el flujo vehicular de esta zona.

Técnicas usadas

Visita de campo: nos trasladamos al lugar de estudio para la investigación realizando el conteo vehicular durante 7 días, utilizando fichas de conteo elaboradas mediante hojas de Excel con los diferentes tipos de vehículos considerados en el MTC-2013.

Técnica de gabinete: realizamos el conteo vehicular recopilando la información de las fichas de conteo mediante hojas de cálculo en Excel.

Tabla 1. *Técnicas utilizadas en la recolección de datos para el conteo vehicular.*

Tipos de investigación	Técnica	Instrumento
Campo	Observación vehicular Conteo vehicular	Ficha de conteo
Gabinete	Agrupación de datos	Computadora

Fuente: elaboración propia.

Realización de calicatas.

Técnicas usadas

Visita de campo: para la realización de las calicatas de estudio localizamos las intercesiones entre la avenida principal y las calles del lugar de estudio, se localizaron 3 puntos para la realización de las calicatas. Posteriormente se realizó la excavación para la extracción de muestras que serán llevadas al laboratorio de suelos.

Técnica de gabinete: se realizaron los ensayos correspondientes para encontrar las propiedades mecánicas del suelo.

Tabla 2. *Técnicas utilizadas para la realización de probetas.*

Tipos de investigación	Técnica	Instrumento
Campo	Observación	plano de ubicación
Gabinete	Agrupación de datos	instrumentos de ensayos

Fuente: elaboración propia

Herramientas utilizadas para realización de calicatas:

- Cascos de seguridad
- Botas de seguridad
- Chaleco de seguridad
- Barreta
- Barreno
- Palana
- Sacos para la extracción de muestras de suelo

Elaboración de probetas

Realizamos la elaboración de probetas de concreto según la normativa ASTM C31. Los especímenes deben ser cilindros de concreto vaciado y fraguado en posición vertical, de altura igual a dos veces el diámetro, siendo el espécimen estándar de 6x12 pulgadas, para nuestras investigaciones realizamos 9 probetas con el concreto patrón, 9 probetas de concreto más la adición del 2.5% y 9 probetas de concreto más la adición del 5%, que posteriormente se realizaran sus ensayos en laboratorio.

Herramientas utilizadas para elaboración de probetas:

- Moldes de acero 6x12"
- Baldes
- Palana
- Mezcladora
- Buguis

3.5. Procedimientos

El procedimiento en el cual se ha basado la presente investigación es en la que se brinda en la metodología AASHTO 93, este se ejecutó en 3 etapas, la primera se desarrolló en campo en el cual se realizó 3 calicatas con el fin de conocer la estratigrafía, y muestras del terreno en estudio, además en esta etapa se realizó un estudio de tráfico IMDA con el fin de conocer el factor camión necesario para el diseño del pavimento rígido; la segunda etapa se desarrolló en laboratorio con el fin de obtener datos del suelo y resistencia del concreto en la rotura de probetas; y la tercera etapa consistió en procesar todos los datos obtenidos de la etapa 1 y en gabinete y determinar los espesores de pavimento con los diferentes % de fibra incorporados en el concreto $F_c=210\text{Kg/cm}^2$.

A continuación, se detalla el procedimiento de la metodología AASHTO 93.

Estudio mecánico de suelos: Al tomar muestras de suelo para ensayos, se debe tener en cuenta que el comportamiento de la estructura del pavimento está relacionado con las propiedades físicas y resistencia del subsuelo (SubRasante

Natural), con el fin de obtener la información geotécnica básica. Se recomienda explorar el subsuelo excavando un cuadrado con un tamaño de 1,00m * 1,00m y una profundidad no menor a 1,50 m teniendo en cuenta el número de muestras y esto depende de la longitud de la vía a ser pavimentada y de acuerdo con las recomendaciones contenidas en los documentos de orientación del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, el diseñador puede aumentar el número de muestras de acuerdo con la necesidad de un simple examen visual.

Con las diferentes muestras obtenidas se procedió a realizar ensayos con fines clasificatorios, con finalidad de permitir la identificación de los diferentes tipos de suelos presentes en la zona del proyecto como lo son el Análisis granulométrico: Procedimiento aplicado: NORMAS: ASTM D-422/MTCE-107, Limite Líquido: Procedimiento aplicado: NORMAS: ASTM D-1241/MTCE-110, Limite Plástico: Procedimiento aplicado: NORMAS: ASTM D-1241/MTCE-111, Proctor Modificado: Procedimiento aplicado: NORMAS: ASTM D-4715/MTCE-115 y C.B.R.: Procedimiento aplicado: NORMAS: ASTM D-1883/MTCE-132.

El sistema de clasificación proporciona un lenguaje común para expresar de manera precisa las características generales de diversos suelos, sin necesidad de una descripción detallada. Para esta investigación se usó 2 sistemas de clasificación, el Sistema de Clasificación AASHTO y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS.

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (35% O MENOS PASA EL TAMIZ N° 200)						MATERIALES LIMO ARCILLOSOS (MÁS DEL 35% PASA EL TAMIZ N° 200)				
	A - 1		A - 2				A - 3	A - 4	A - 5	A - 6	A - 7
GRUPOS	A - 1a	A - 1b	A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7					
SUB - GRUPOS											A - 7-5 A - 7-6
Porcentaje que pasa el tamiz:											
N° 10 (2.00 mm)	50 máx.										
N° 40 (0.425 mm)	30 máx.	50 máx.						51 mín			
N° 200 (0.075 mm)	15 máx.	25 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	10 máx	36 mín.	36 mín	36 mín.	36 mín.
Características del material que pasa el tamiz N° 40											
Límite Líquido			40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.		40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de Plasticidad	6 máx.	6 máx.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Índice de grupo	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	0	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
TIPOS DE MATERIAL	Fragmentos de piedra grava y arena.		Gravas y arenas limosas y arcillosas.				Arena Fina	Suelos limosos.		Suelos arcillosos.	
TERRENO DE FUNDACIÓN	Excelente a bueno.		Excelente a bueno.		Regular		Excelent e a bueno	Regular a malo			

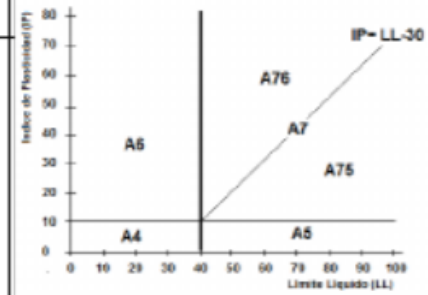


Figura 1. Sistema De Clasificación De Suelos AASHTO
Fuente: Braja (2015).

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)
INCLUYENDO IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO	
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 @ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4 PARA CLASIFICACIÓN VISUAL, PUEDE USARSE 1/2 em. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	GW	Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.	
		GP	Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos.		
		* GM d u	Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
		GC	Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla.		
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4 ARENA LIMPIA Poco o nada de partículas finas ARENA CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas	SW	Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	Cu = D_{60}/D_{10} mayor de 6 ; Cc = $(D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW
			SP	Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.	
	* SM d u		Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles.	
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.			
	SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 @ Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla No.200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.	LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML	Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad
			CL	Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
			OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.	
		LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.	CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)
CH			Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas.		
OH			Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.		
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS		P	Turbas y otros suelos altamente orgánicos.		

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA- LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADAS CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
 @ TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
 * LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTA BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 28 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 28.

Figura 2. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.
 Fuente: Crespo (2004).

Determinación del Valor relativo de soporte C.B.R. (Relación Californiana de Soporte): La prueba C.B.R mide la resistencia al corte del suelo en condiciones controladas de humedad y densidad. Con los resultados finales de pruebas previas, se estima el valor CBR en relación al tipo de suelo, tal como se muestra en la tabla 3:

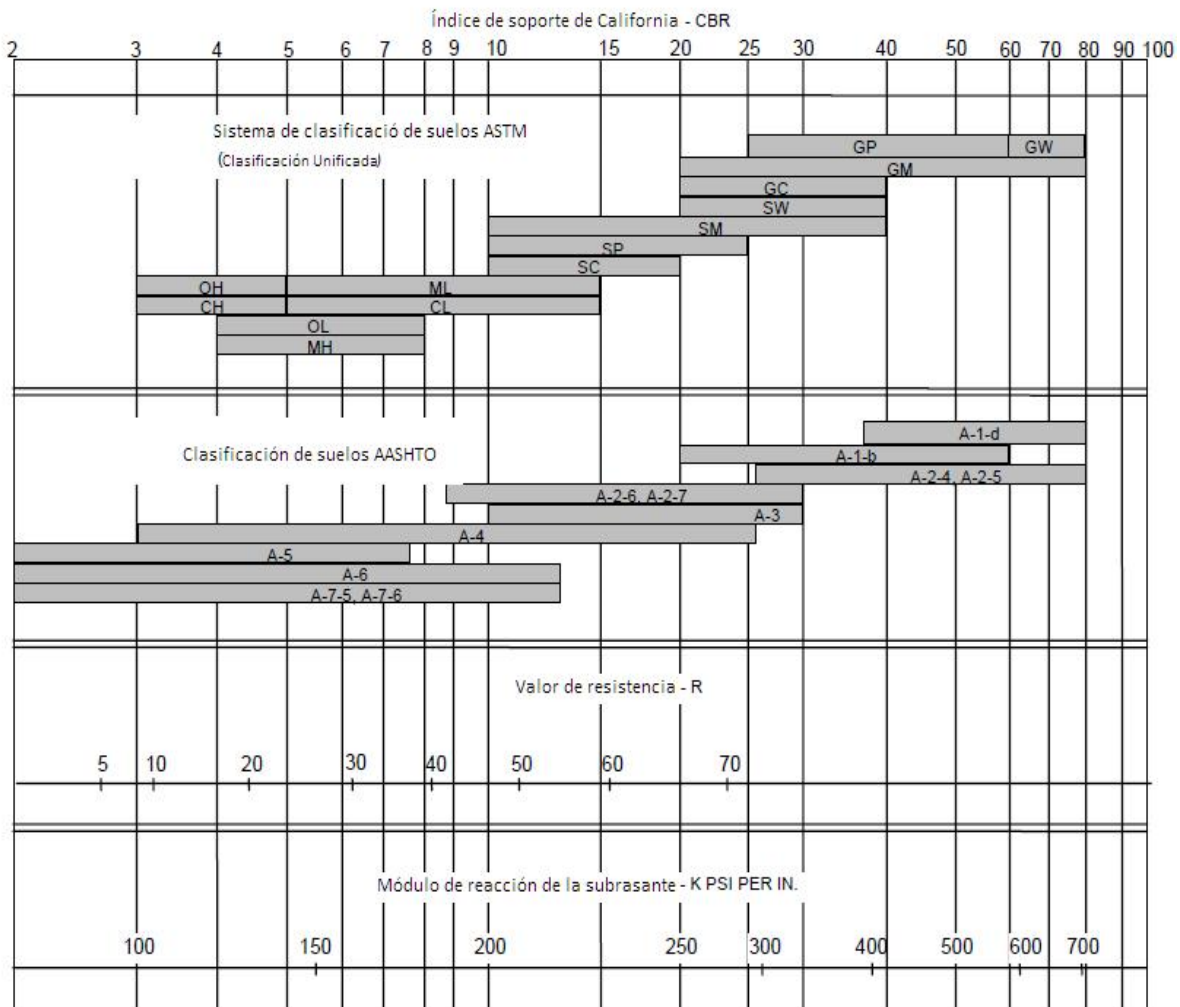


Figura 3. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993.

Conteo de tráfico: El principal resultado del número de vehículos será el tráfico promedio diario, TPDA, así como la composición del tráfico en el tramo en estudio.

Características del tráfico, la demanda del tráfico es una característica fundamental que se necesita conocer con relativa y bastante exactitud, para proyectar y diseñar con éxito muchos aspectos de la viabilidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.

La necesidad de esta información de tráfico se determina desde dos puntos de vista: el diseño estructural de la vía y la capacidad de los tramos de la vía para conocer los límites de la cantidad de tráfico que se puede estimar, y la demanda que afectará la estructura vial durante el intervalo de la etapa de análisis de la vía que fue seleccionada para el estudio.

Por un lado, la información recopilada servirá de base para la investigación y previsión de la demanda para el período de análisis; y en este contexto, establecer una cantidad de equivalencia de diseño (EE) para pavimentos y poder clasificar calles urbanas.

Para el cálculo de ejes equivalentes se calcularon los siguientes parámetros:

El período de diseño es el tiempo total durante el cual se diseña un pavimento en función de las expectativas del tráfico y el tiempo que se considera apropiado para que las condiciones ambientales inicien un cambio de manera desproporcionada. La vida útil de un pavimento es el tiempo que transcurre entre la construcción de un mismo tipo de pavimento y el momento en que alcanza su nivel mínimo de servicio. La vida útil esperada puede ser igual a la vida útil de un pavimento que se espera rehabilitar o restaurar con el tiempo. La vía en estudio corresponde a una vía sin asfaltar con poco tráfico, y opta por una vida útil de 20 años, proyectando un aumento de tráfico vehicular efecto al mejorar la vía.

Tabla 3. *Periodo de diseño*

Tipo de carretera	Periodo de diseño
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

El espesor del pavimento asumido para el diseño de la presente investigación es de 20cm.

El índice de servicialidad final (Pt), se define como la condición de un pavimento que no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad requeridas por sus ocupantes y corresponde al valor más bajo antes de que se requiera repavimentación. La Tabla 4 proporciona algunos valores para el índice de servicio final para pavimentos urbanos.

Tabla 4. *Índice de servicialidad final (Pt)*

pt	Tipo de Via
3.00	Expresas
2.50	Arteriales
2.25	Colectoras
2.00	Locales y estacionamientos

Fuente: Norma CE. 0.10 – Pavimentos Urbanos

El índice de servicialidad inicial (Po), la condición original de la carretera se determina inmediatamente después de la construcción o renovación. AASHTO'93 establece los siguientes valores (si no hay información de diseño disponible) los siguientes valores:

Tabla 5. *Índice de servicialidad inicial (Po)*

Indices de servicialidad inicial
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

Fuente: Norma CE. 0.10 – Pavimentos Urbanos

Factor de distribución por dirección (D), este es el coeficiente del tráfico total de vehículos registrados, que generalmente es de 0,5; porque la mitad de los coches van en una dirección y la otra mitad en la otra. Esto puede suceder en una dirección mayor que en la otra, se puede determinar a partir del volumen de tráfico realizado. Lo más importante de esto será el contraste de peso entre los vehículos que van en un sentido y en el otro; como puede suceder debido a la proximidad a fábricas, puertos, etc. Ver tabla 6.

Tabla 6. Factor de distribución por dirección (D)

Número de carriles en ambas direcciones	D 10
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Tasa de crecimiento anual (r%), la carretera diseñada para el volumen de tráfico se determina como la demanda de servicio diaria promedio al final del período de diseño, que se calcula mediante el número promedio de vehículos que utilizan la carretera por día y aumenta con la tasa de crecimiento anual.

La proyección también se puede dividir en dos partes. Se espera que el número de vehículos de pasajeros crezca aproximadamente al mismo ritmo que el crecimiento de la población y que los vehículos de carga crezcan aproximadamente al mismo ritmo que la economía. Ambas tasas de crecimiento corresponden a la región donde los datos estadísticos sobre estas tendencias son comunes.

Para el cálculo del ESAL para pavimento rígido (método AASHTO) se usó las siguientes formulas:

$$Fec = -\frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

$$\text{Log} \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \log(18 + 1) - 4.62 \text{Log}(L_x + L_2) + 3.28 \text{Log}(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \text{Log} \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5} \quad ; \quad \beta_x = 1 + \frac{3.63(L_x + L_2)^{5.2}}{(D + 1)^{8.46}(L_2)^{3.52}}$$

Figura 4: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

En donde: W_{tx} = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo "t " y W_{t18} = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo "t "

Para la determinación de la confiabilidad y desviación estándar se calcularon los siguientes parámetros:

Confiabilidad: La confiabilidad del diseño (R) se puede definir como la probabilidad de que una estructura tenga un desempeño real igual o mayor al esperado desde el punto de vista del diseño adoptado.

Cada valor de R está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente de (Zr).

Tabla 7. Confiabilidad (R)

Tipo de carretera	Niveles de confiabilidad	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Desviación estándar normal: El tráfico que puede soportar el pavimento en un período de diseño dado sigue la ley de distribución normal con desviación estándar (So), a través de esta distribución el valor (Zr) se relaciona con el nivel de confianza (R).

Tabla 8. Desviación Estándar (Zr)

Desviación estándar normal, valores que corresponden a los niveles seleccionados de confiabilidad		
Confiabilidad R (%)	(ZR)	(So)
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Error estándar combinado: El valor de la desviación estándar elegida debe ser representativo de las condiciones locales. La metodología AASHTO sugiere que debería estar en el rango $0,30 < \text{por lo que } < 0,40$.

Tabla 9. Error estándar combinado (So)

Tipo	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Cuanto menor sea el valor de la desviación estándar, mejor se ajustará el modelo de los datos del proyecto. Considerando que el modelo utilizado para el diseño corresponde al de la nueva pavimentación y supone que no habrá cambio en la subcapa.

Para determinar las características estructurales de la subrasante y subbase se calcularon los siguientes parámetros:

Se deberá tener como dato previo la clasificación SUCS, AASHTO y CBR de acuerdo a los resultados del laboratorio de suelos y determinar en qué categoría de Subrasante se encuentra ubicado, según tabla 10.

Tabla 10. Valores CBR según tipo de Sub-Rasante

Categorías de Subrasante	CBR
S0: Sub rasante Inadecuada	CBR <3%
S1: Sub rasante Insuficiente	De CBR ≥3% a CBR <6%
S2: Sub rasante Regular	De CBR ≥6% a CBR <10%
S3: Sub rasante Buena	De CBR ≥10% a CBR <20%
S4: Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥20% a CBR <30%
S5: Sub rasante Excelente	De CBR ≥30%

Fuente: Manual del MTC

El criterio de la norma nos indica que se deberá mejorar el CBR de la subrasante siempre y cuando sea inferior a 6.00%, por ello de ser el caso se debe plantear una solución para mejorar la subrasante existente.

El material de la subbase según la Norma CE 0.10, las Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Pavimentos Urbanos, se debe buscar un material para la Subbase granular con un CBR de entre 30 y 40 % y compactada al 100% de la máxima densidad seca del Proctor Modificado según ensayos empíricos.

Elemento		Tipo de Pavimento		
		Flexible	Rígido	Adoquines
Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
		Espesor compactado: ≥ 250 mm – Vías locales y colectoras ≥ 300 mm – Vías arteriales y expresas		
Sub-base		CBR ≥ 40 % 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30 % 100% compactación Proctor Modificado	
Base		CBR ≥ 60 % 100% Compactación Proctor Modificado	N.A.*	CBR ≥ 60% 100% compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo		Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Camada de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm.
Espesor de la capa de rodadura	Vías locales	≥ 50 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm
	Vías colectoras	≥ 60 mm		≥ 80 mm
	Vías arteriales	≥ 70 mm		NR**
	Vías expresas	≥ 80 mm	≥ 200 mm	NR**
Material	Vías locales	Concreto asfáltico ***	MR ≥ 3,4 MPa (34 kg/cm ²)	f _c ≥ 38 MPa (380 kg/cm ²)
	Vías colectoras			
	Vías arteriales			
	Vías expresas			

Notas: * N.A.: No aplicable; ** N.R.: No Recomendable; *** El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

Figura 5. Diseño de Pavimentos CE-10

Para la Determinación Del Módulo De Reacción Compuesto De La Subrasante (k) se calculó mediante dos métodos, a continuación, se indica el procedimiento del primer método.

Método Empírico O Mecanístico: Se determinó el valor Modulo de Elasticidad (ME) de la Subbase y el Módulo de Resiliencia (MR) de la Subrasante con la finalidad de obtener el Módulo de reacción compuesto de la Subrasante.

Se utilizó las siguientes ecuaciones para el cálculo del Módulo de Elasticidad (ME) de la Subbase:

Ecuación Guía Mecánica Empírica NCHRP (2002)

$$MR_{01} = 2555 \times CBR_{SubBase}^{0.64} \dots\dots (PSI)$$

Ecuación de Kentucky

Regresión exponencial 1

$$MR_{02} = 1910 \times CBR_{SubBase}^{0.68} \dots\dots (PSI)$$

Regresión exponencial 2

$$MR_{03} = -7.5 \times CBR_{SubBase}^2 + 800 \times CBR_{SubBase} + 1820 \dots\dots (PSI)$$

Donde ME= mínimo Valor de (MR_{01} , MR_{02} , MR_{03})

Se utilizó las siguientes ecuaciones para el cálculo del Módulo de Resiliencia (MR) de la Subrasante:

Ecuación Guía Mecánica Empírica NCHRP (2002)

$$MR_{01} = 2555 \times CBR_{SubRasante}^{0.64} \dots\dots (PSI)$$

Ecuación de After Van Til et al

$$MR_{02} = 5490 \times CBR_{SubRasante}^{0.30} \dots\dots (PSI)$$

Donde MR= mínimo Valor de (MR_{01} , MR_{02})

El Módulo de reacción compuesto de la subrasante(K), es el valor de la capacidad portante del suelo que depende de la resiliencia de la subrasante y subbase y del Módulo de elasticidad de la subbase; k se calcula mediante un gráfico.

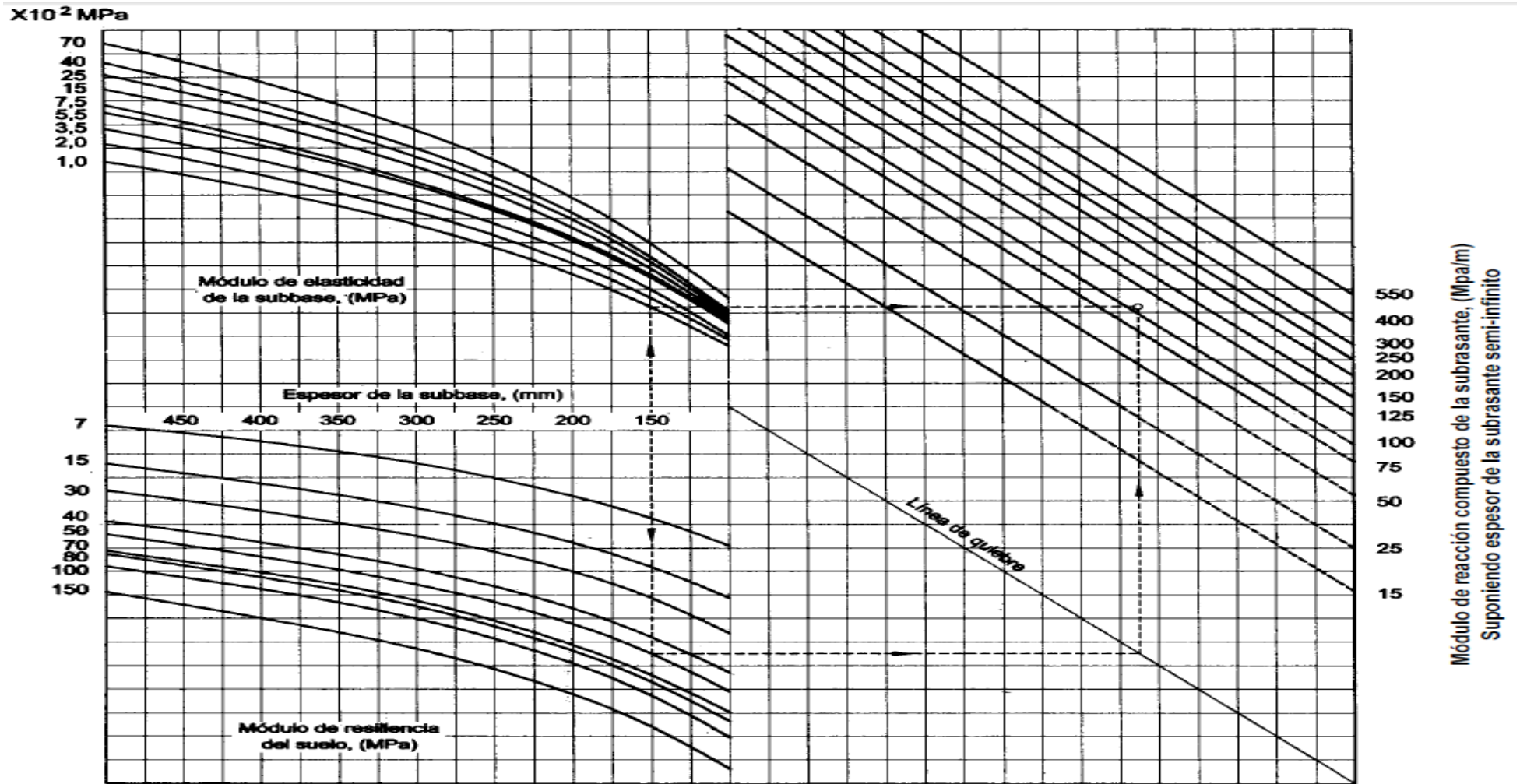


Figura 6. Carta para estimar el módulo compuesto de reacción del subgrado, k_{∞}

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

El segundo método es el Método AASHTO: Se utilizó las siguientes ecuaciones para el cálculo del Módulo de reacción compuesto de la subrasante(K).

Cálculo del K de la SubBase:

Si el CBR $\leq 10\%$

$$K_{01} = 2.55 + 52.5 \text{ Log}(CBR) \dots\dots (\text{Mpa/m})$$

Si el CBR $> 10\%$

$$K_{01} = 46 + 9.08 (\text{Log}(CBR))^{4.34} \dots\dots (\text{Mpa/m})$$

Cálculo del K del suelo de fundación:

Si el CBR $\leq 10\%$

$$K_{02} = 2.55 + 52.5 \text{ Log}(CBR) \dots\dots (\text{Mpa/m})$$

Si el CBR $> 10\%$

$$K_{02} = 46 + 9.08 (\text{Log}(CBR))^{4.34} \dots\dots (\text{Mpa/m})$$

Entonces el Módulo de reacción compuesto de la subrasante(K)

$$K = \left(1 + \left(\frac{E_{SubBase}}{38} \right)^2 \times \left(\frac{K_{01}}{K_{02}} \right)^{\frac{2}{3}} \right)^{0.5} \times K_{02} \dots\dots (\text{Mpa/m})$$

Características del pavimento:

Coeficiente de drenaje (Cd), El valor de este coeficiente se debe a dos factores: la capacidad de drenaje, que se determina en función del tiempo que tarda el agua en drenar de la vía, y el porcentaje de tiempo que la vía está expuesta a la humedad cercana a la saturación. Dependiendo de las condiciones de drenaje y precipitación anual promedio, AASHTO define cinco capacidades de drenaje, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. *Tiempo que tarda el agua en ser evacuada*

Calidad del drenaje	Tiempo que tarda el agua en ser evacuada
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	el agua no evacua

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Dependiendo de la capacidad de drenaje, AASHTO determina los factores de corrección m² (bases) y m³ (la subbase granular inestable), dados en la Tabla 8, dependiendo de la proporción de época del año durante la cual la estructura del pavimento está expuesto a un nivel de humedad cercano a la saturación.

Tabla 12. *Calidad del drenaje (Cd)*

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Coeficiente de transmisión de carga (J), Este parámetro se utiliza para diseñar un pavimento de concreto que muestra la capacidad portante de la estructura entre juntas y fisuras. Y su valor depende del tipo de pavimento de concreto que se esté construyendo, si está presente o no, el tipo de pavimento y si hay berma lateral o no. El valor de J es proporcional al valor final del espesor de la losa de concreto. Es decir, cuanto menor es el valor de J, menor es el espesor del hormigón.

Tabla 13. Coeficiente de transmisión de carga (J)

Banquina	Concreto Asfáltico		Hormigón Vinculado calzada	
	Si	No	Si	N
Elementos (barras) de transferencia de cargas				
Tipo de pavimento				
Hormigón simple o armado c/ juntas	3.2	3.8-4.4	2.5-3.1	3.6-
Hormigón armado continuo	2.9-3.2	-----	2.3-2.9	---

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Diseño de mezcla teórico para concreto $F_c=210\text{kg/cm}^2$

Es el proceso de seleccionar los componentes más adecuados y sus combinaciones más prácticas y económicas para obtener un producto que en el estado fresco tenga una consistencia y trabajabilidad más adecuada, y que cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador o indicado en los planos y / o especificaciones de trabajo.

Para este estudio se trabajara con una resistencia a la compresión de 210 Kg/cm^2 y adicionando a este 2.5% y 5% de fibra de acero, para dicho caso se realizaron 3 diseños de mezclas.

- $F_c:210\text{Kg/cm}^2$ – Concreto Patron
- $F_c:210\text{Kg/cm}^2$ +2.5% de fibra de acero
- $F_c:210\text{Kg/cm}^2$ +5.0% de fibra de acero

Normativa aplicada para el diseño de concreto:

- Diseño De Concreto Normal Norma ASTM C 192

Módulo de elasticidad del concreto (E), este es un parámetro particularmente importante para determinar el tamaño de las estructuras de concreto armado. Su predicción se puede realizar a partir de la resistencia a la compresión o flexión, gracias a las correlaciones establecidas. En el caso del hormigón de alto rendimiento, con resistencia a la compresión superior a 40 MPa , la estimación mediante fórmulas propuestas por diferentes códigos puede ser incierta debido a la presencia de variables no tomadas en cuenta, por lo que es objeto de estudio y modificación.

AASHTO 93 indica que el módulo elástico puede ser estimado usando una correlación, precisando la correlación recomendada por el ACI:

$$E = 57000(Fc)^{0.5} \dots\dots (Fc \text{ en PSI})$$

Módulo de rotura del concreto (S'c), Dado a que los pavimentos de concreto trabajan flexión, se recomienda que su resistencia sea acorde con ello, por lo cual el diseño considera la resistencia del concreto trabajando a flexión, que se le conoce como resistencia a la flexión por tensión (Sc), normalmente especificada a los 28 días.

$$S'c = 10\sqrt{F'c}$$

El diseño del pavimento rígido se realizará según la metodología AASHTO 1993 (GUIDE FOR DESIGN OF PAVEMENT STRUCTURE 1993), teniendo en cuenta las características específicas de la ciudad de estudio. En este sentido, se tienen en cuenta las características de tráfico y carga, condiciones climáticas, materiales y otros aspectos de diseño aplicables en la zona. Este método simplifica enormemente el proceso de diseño sin sacrificar la confiabilidad del método, haciéndolo útil para el diseño de carreteras con poco tráfico, un problema al que se enfrentan los expertos y los constructores de carreteras en general.

La ecuación AASHTO-93 toma la siguiente forma:

$$\log_{10}W_{82} = Z_R S_o + 7.35\log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 * 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32P_T) * \text{Log}_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J * \left(0.09 * D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right)$$

Dónde:

- W_{82} = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del período de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_t = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_d = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

Figura 7. Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Determinación de las dimensiones de los paños de pavimento:

Labco (2013), las juntas en pavimentos rígidos son inevitables, por lo cual se deben definir dimensiones de los paños Para evitar que el pavimento se agrietamiento de forma descontrolada. El tamaño de la losa debe oscilar entre 3,65 m (mínimo) y 4,50 m (máximo). La relación entre el lado largo y el lado corto no debe exceder 1,25; de lo contrario, se debe colocar una malla o armadura electro soldada para evitar grietas incontroladas.

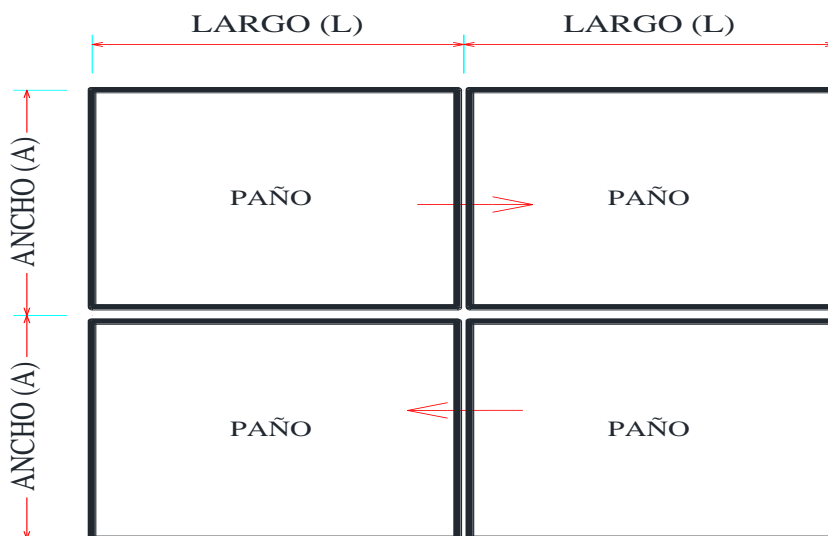


Figura 8. Dimensiones de los paños de pavimento
Fuente: elaboración propia

Juntas y transferencia de cargas:

Epsa Labco (2013), la eficiencia de la junta en el transporte de la carga es un factor importante en el diseño de un pavimento rígido. Las barras lisas se colocan a menudo para transferir cargas entre juntas çen losas de hormigón. Estos factores reducen significativamente la deflexión entre losas rígidas y, en consecuencia, las tensiones provocadas por el tráfico.

Las varillas lisas deben colocarse en el medio del espesor de la placa, en el sentido longitudinal del sentido de giro (juntas horizontales), a 300 mm del centro, con las siguientes longitudes y diámetros recomendados:

Tabla 14. Longitudes y diámetros recomendados de barras en juntas transversales.

Espesor Losa de Concreto Hidráulico	Diámetro Nominal de Barras Lisas	Longitud de cada Barra
> 200 mm (8-pulgadas)	38mm (1.5-pulgadas)	500mm (20 pulgadas)
≤ 200 mm (8-pulgadas)	25mm (1.0-pulgadas)	350mm (14 pulgadas)

Fuente: Epsa Labco (2013), Guía Para El Diseño De Vías De Alto Volumen – Pavimento Rígido

Tabla 15. Dimensiones en Pasajuntas en Pavimentos Urbanos

Espesor del pavimento	Diámetro de la Pasajunta		Longitud (cm)	Espaciamiento (cm)
	(cm)	cm pulgadas		
10-15	1.6	5/8	30	45
15-18	1.9	3/4	38	38
18-20	2.5	1	38	30
20-25	3.2	1 1/4	38	30

Fuente: Guide for Desing of Pavement Strutures, AASHTO, 1993.

Tabla 16. Detalle y longitudes recomendadas para juntas.

Espesor del pavimento	Diámetro de la Pasajunta		Longitud (cm)	Espaciamiento (cm)
	(cm)	cm pulgadas		
10-15	1.6	5/8	30	45
15-18	1.9	3/4	38	38
18-20	2.5	1	38	30
20-25	3.2	1 1/4	38	30

Fuente: <https://rejillasymaterialesmic.com.mx/otros-productos/canastillas-pasajuntas/>

Epsa (2013), en las juntas longitudinales entre los carriles, las losas rígidas pueden ser amarradas con barras de acero corrugado de un diámetro nominal de 12,5 mm

(0,5 in), en el centro del espesor de la losa con una separación de 600 mm del centro, cada una de aproximadamente 750 mm de longitud. Cerca de la unión entre las juntas transversal y longitudinal, se deben tomar precauciones especiales para evitar el bloqueo entre las barras de transmisión. En estos casos prevalecerá las barras de la junta transversal.

3.6. Método de análisis de datos

De acuerdo al resultado del análisis de las muestras del suelo extraídas insitu, diseño de mezclas, roturas de probetas y teniendo como referencia y guía las Normas vigentes como DG 2018, MTC, AASHTO 93 se procesaron estos datos en una hoja de cálculo Excel y software especializados como: PAVIMR V 0.1, DISPAV-5, con el propósito de obtener el diseño del pavimento rígido Fibroreforzado.

3.7. Aspectos éticos

Reside bajo los autores que las fuentes están asignadas con sus referencias correctas, y los datos fueron trabajados correctamente.

IV. RESULTADOS

Ubicación del lugar de estudio

Región: Tumbes

Provincia: Tumbes

Distrito: Andrés Araujo Moran

Área de Estudio:

El área de estudio para el Diseño De Pavimento Rígido Fibroreforzado comprenderá 06 calles las cuales suman 1033ml las cuales son:

- La Avenida Rosa Mística: 124ml
- Avenida Virgen del Cisne: 240ml
- Calle Virgen de Fátima: 174ml
- Calle San Juan: 136ml
- Avenida San Martín de Porras: 238ml
- Calle Sarita Colonia: 121ml



Figura 9. Imagen satelital 2021 Maxar Technologies – Google Earth Pro

Estado situacional de calles y avenidas

La Avenida Rosa Mística, Avenida Virgen del Cisne, Calle S/N 0094 Calle Virgen de Fátima, Pasaje Santa Elena, Avenida San Martín de Porras, Calle Sarita Colonia, no contaban con pavimentación ni veredas de ningún tipo, presentaban hundimientos del terreno natural por causas de precipitaciones pluviales y la Transitabilidad de vehículos pesados, no contaban con ningún sistema de drenaje.

El conteo vehicular

La realización del conteo vehicular se efectuó entre la Av. San Martín de Porras y Calle Santa Rosa de Lima de forma manual durante el periodo de una semana, de fechas lunes 04 de octubre del 2021 y domingo 09 de octubre del 2021 en donde se procedió hacer el conteo en fichas de conteo y clasificación de vehículos según MTC. las 24 horas diarias. Esta vía tiene una clasificación de “Carreteras de Primera Clase”, según la realización del Índice Medio Diario se encuentra dentro del 4000 y 2001 Vehículos por día según clasificación por demanda del Manual De Carreteras del MTC.

Tabla 17. Cuadro de Resumen de Conteo Vehicular.

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E		
E	8064.00	2871.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	23.00	0.00	11037.00	49.7%
S	8085.00	2946.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.00	28.00	0.00	11171.00	50.3%
TOTAL	16149.00	5817.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.00	51.00	0.00	22208.00	
%	72.72%	26.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.86%	0.23%	0.00%	100.0%	
IMDS	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	3172.57	
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	3172.57	
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	7.00	0.00	3172.00	

Fuente: elaboración propia

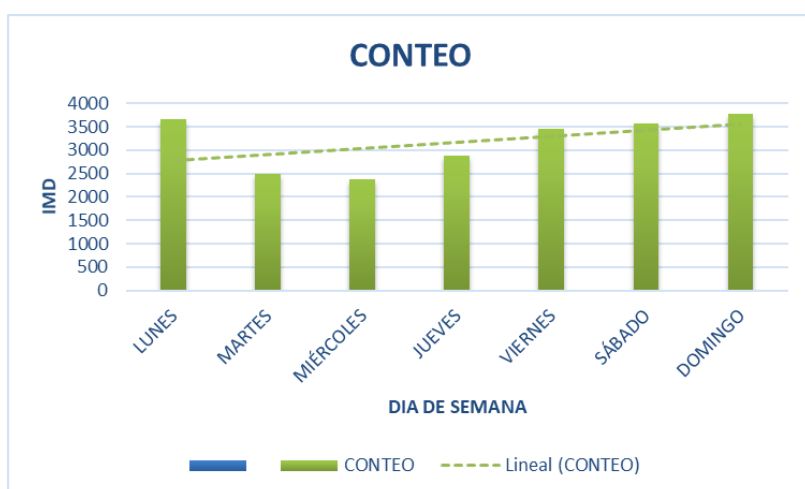
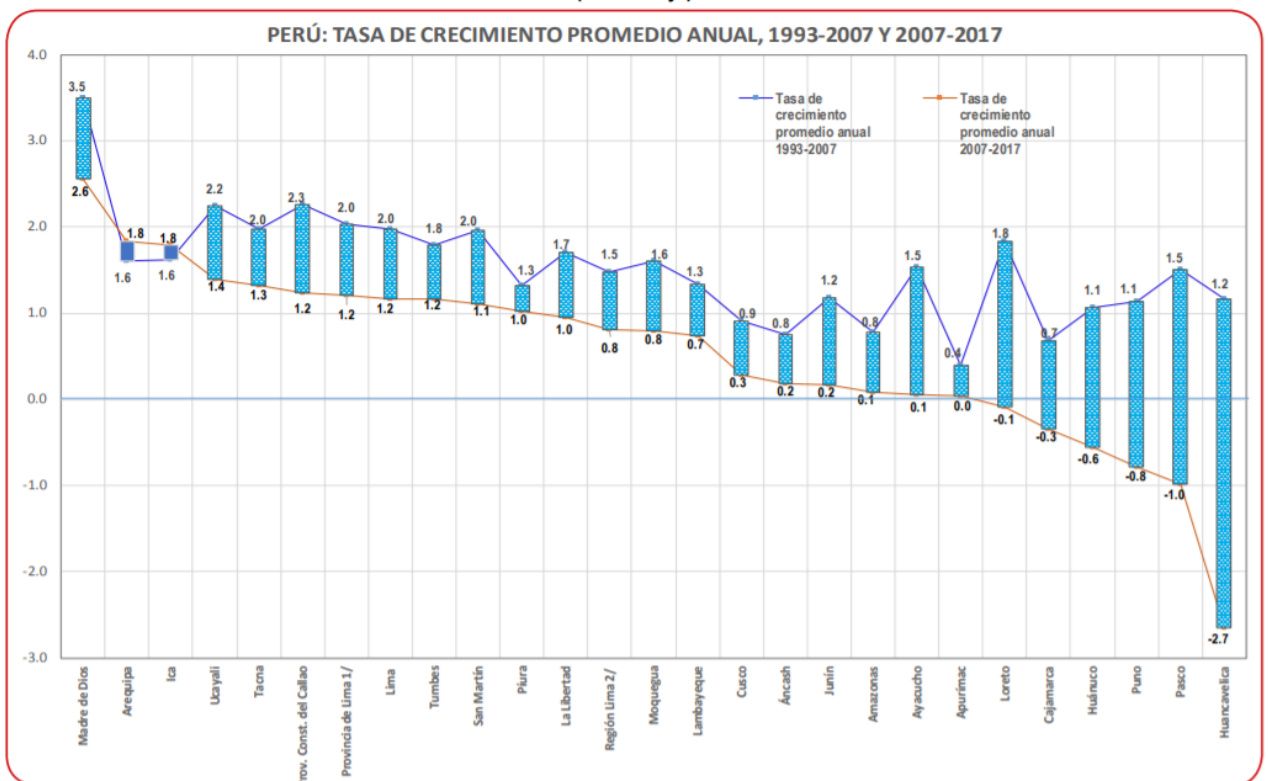


Figura 10. Fuente propia – Resultado diario del conteo vehicular

Se tomó un valor de 1 como factor de promedio de corrección para vehículos ligeros y pesados ya que la zona de estudio se encuentra muy alejada de la Estación De Peaje Cancas y la gran parte de estos vehículos ligeros y pesados no transitan por el área de estudio.

Para realización de nuestra investigación se usó la tasa de crecimiento poblacional de 1.8%, para proyectar el tráfico de vehículos para pasajeros, y la tasa de crecimiento económico (PBI) de 2.8%, para pronosticar el tráfico de vehículos de carga, ambos correspondientes al área de Tumbes, como se observa en las siguientes figuras:

PERÚ: TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE POBLACIÓN CENSADA, POR DEPARTAMENTO, 1993-2007 Y 2007-2017 (Porcentaje)



1/ Comprende los 43 distritos de la provincia.

2/ Comprende las provincias de Barranca, Cajatambo, Canta, Cañete, Huaral, Hurochiri, Huaura, Oyón y Yauyos.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censos Nacionales de Población y Vivienda.

Figura 11. Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada Perú.

Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda

PERÚ: Producto Bruto Interno por Años, según Departamentos Valores a Precios Corrientes (Variación Porcentual del Índice de Precios)

Departamentos	2015	2016P/	2017P/	2018E/	2019E/
Amazonas	4.8	3.1	3.7	2.0	0.4
Ancash	-0.3	2.7	6.9	4.2	-1.3
Apurímac	1.4	-11.0	6.2	4.4	1.3
Arequipa	1.3	-6.7	6.1	3.3	1.7
Ayacucho	1.6	5.9	4.5	0.9	4.4
Cajamarca	3.8	3.5	3.8	0.2	3.4
Cusco	-11.7	0.4	12.3	14.6	-3.0
Huancavelica	6.4	9.3	2.1	2.6	4.7
Huánuco	5.8	4.8	-0.3	4.3	4.7
Ica	6.7	2.1	4.5	1.0	3.4
Junín	-1.4	5.4	4.0	1.9	2.4
La Libertad	5.2	6.0	2.5	-1.2	2.4
Lambayeque	4.9	4.0	2.2	0.6	0.9
Lima	5.1	4.4	2.4	1.0	1.8
Callao	11.2	3.8	2.9	0.0	0.6
Lima Provincias	4.5	6.9	2.3	2.3	-1.0
Lima Metropolitana	4.5	4.2	2.4	1.0	2.2
Loreto	-7.1	14.6	1.4	0.8	0.3
Madre de Dios	3.7	10.9	0.3	1.2	1.2
Moquegua	-6.3	-0.1	13.6	6.0	-2.2
Pasco	-1.1	5.5	10.2	0.5	2.4
Piura	5.2	2.0	5.2	4.5	2.0
Puno	2.4	5.3	2.1	1.3	3.2
San Martín	2.9	2.8	2.2	0.7	0.1
Tacna	-4.9	7.3	10.4	-0.2	-6.0
Tumbes	1.8	4.8	4.1	3.2	2.8
Ucayali	2.5	5.2	1.8	3.5	1.7
Valor Agregado Bruto	3.0	3.5	3.7	2.0	1.5
Impuestos a los Productos	-1.1	-1.5	3.0	1.7	2.0
Derechos de Importación	-8.2	-1.4	-17.4	-0.8	-6.5
Producto Bruto Interno	2.7	3.1	3.6	2.0	1.6

Figura 12. Producto Interno Bruto por año
Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda.

De dicho conteo realizado en 7 días durante 24 horas diarias se obtuvieron los siguientes resultados:

K: Factor de corrección = 1

Tabla 18. Resumen de conteo y clasificación vehicular (METODO AASTHO)

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E		
E	8064.00	2871.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	23.00	0.00	11037.00	49.7%
S	8085.00	2946.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.00	28.00	0.00	11171.00	50.3%
TOTAL	16149.00	5817.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.00	51.00	0.00	22208.00	
%	72.72%	26.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.86%	0.23%	0.00%	100.0%	
IMDS	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	3172.57	
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	3172.57	
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	7.00	0.00	3172.00	

Fuente: Elaboración propia

Datos previos para el cálculo Esal:

- Periodo de diseño : 20 años
- Espesor de pavimento asumido : 200 mm
- Índices de servicialidad : $P_t = 2$; $\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$
- Factor de distribución por dirección : $L_d = 0.5$
- Factor de distribución por carril : $L=1$; $W=100\%$
- Código de eje cargado : $L_2=2$; eje tándem

Para el cálculo ESAL se emplearon las siguientes formulas:

$$ESAL = n_i = (n_o)_i (G) (D) (L) (365) (Y)$$

$$Fec = - \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

$$\text{Log} \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \text{ Log} (18+1) - 4.62 \text{ Log} (L_x + L_2) + 3.28 \text{ Log} (L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_{t18}}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \text{Log} \frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5} \quad \beta_x = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_2)^{5.20}}{(D + 1)^{8.46} (L_2)^{3.52}}$$

En Donde:

W_{tx} = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo t

W_{t18} = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

Figura 13. Cálculo ESAL

Fuente: AASHTO Design Procedures For New Pavements

Para el cálculo del Factor de Crecimiento se empleó la siguiente formula:

FACTOR DE CRECIMIENTO:

$$G \cdot Y = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$$

Dónde:

r: Tasa anual de crecimiento

Y: Periodo de diseño

Fuente: AASHTO Design Procedures For New Pavements

Al aplicar las fórmulas antes mencionadas para la determinación del Esal se tienen los siguientes resultados:

Tabla 19. Cálculo del ESAL para pavimento rígido (METODO AASHTO)

Tipo de vehículo	VEHÍCULOS LIGEROS				CAMIONES UNITARIOS			
	Autos		Pick up		2E		3E	
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	7	11	7	18
Lx (kips)	2.2059	1.76472	2.64708	3.30885	15.4413	24.2649	15.4413	39.7062
no	2307.00	2307	831	831	27	27	7	7
r%	0.018	0.018	0.018	0.018	0.028	0.028	0.028	0.028
	-	-	-	-	-	-	-	-
Gt	0.07918125	0.07918125	0.07918125	0.07918125	0.07918125	0.07918125	0.07918125	0.07918125
L2	1	1	1	1	1	1	1	2
B18	1	1	1	1	1	1	1	1
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1
								-
log(Wtx/Wt)	3.57035277	3.8674133	3.3116544	2.97709208	0.29021661	-0.5717896	0.29021661	0.59010685
G = Wt/Wtx	0.00026893	0.0001357	0.00048792	0.00105416	0.51260566	3.73069375	0.51260566	3.89140873
G Y	23.819	23.819	23.819	23.819	26.330	26.330	26.330	26.330
ESAL	2697.03788	1360.90093	1762.53945	3808.03703	66506.9013	484030.712	17242.53	130895.418
PARCIAL		9628.515279				698675.5611		
TOTAL				708304.0764				

Fuente: elaboración propia

Donde el resultado ESAL es igual a 708304.0764 (W80)

Realizamos 3 calicatas en: calle Virgen de Fátima, Av. San Martín de Porras y calle Sarita Colonia.

En la realización de la primera calicata (C1), la M1 a una profundidad de 0.00 – 0.10 m encontramos material Relleno inapropiado (arcilla con basura), estado compacto y poco húmedo. La M2 a una profundidad de 0.10 – 1.50 m se localizó arcilla de mediana plasticidad C1 en un estado compacto y poco húmedo.



Figura 14. Realización de calicata C1



Figura 15. Realización de calicata C1

En la realización de la calicata C2 a una profundidad de 0.00 – 0.15 m de la M1 se encontró afirmado transportado en un estado compacto y poco húmedo, en la M2 a una profundidad de 0.15 – 1.50 m encontramos una arcilla de mediana plasticidad en estado compacto y poco húmedo.



Figura 16. Realización de calicata C2



Figura 17. Realización de calicata C2

En la tercera y última calicata a una profundidad de 0.00 – 1.50 m de la M1 se localizó un suelo conformado por Arcilla de mediana plasticidad en un estado compacto y poco húmedo.



Figura 18. Realización de calicata C3



Figura 19. Realización de calicata C3

Cuadros de clasificación de suelo.

Una vez obtenidas las muestras de cada una de las calicatas se realiza continuación el análisis granulométrico con este se determinará las propiedades del suelo a estudiar, preparamos las muestras para posteriormente realizar el

cuarteo y de esta manera realizar la identificación de los suelos finos y gruesos, para así obtener la muestra que se realizará un lacado en la malla N°200. El material sobrante se trasladará al horno a 110°C.

Se realizará la identificación de los tipos de suelo por cada una de las muestras trabajadas, y de la misma manera su contenido de humedad.

Se muestra los resultados de cada uno de las muestras.

Tabla 20. *Características de calicata C1*

CALICATA N°	C1	
Profundidad (mts.)	0.0 – 0.10	0.10 - 1.50
Muestra	M1	M2
% Pasa malla N° 200	RELLENO	77
Contenido de Humedad	INAPROPIADO	8.2
Clasificación S.U.C.S.	R	CL

Fuente: Informe Geotécnico Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L

Tabla 21. *Características de calicata C2*

CALICATA N°	C2	
Profundidad (mts.)	0.0 – 0.15	0.15 – 1.50
Muestra	M1	M2
% Pasa malla N° 200	11	75
Contenido de Humedad	8.3	9.2
Clasificación S.U.C.S.	GM-GC	CL

Fuente: Informe Geotécnico Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L

Tabla 22. *Características de calicata C3*

CALICATA N°	C3
Profundidad (mts.)	0.0 – 1.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	73
Contenido de Humedad	8.1
Clasificación S.U.C.S.	CL

Fuente: Informe Geotécnico Lab. De Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L

En la calicata C1 a una profundidad de 0.0 – 0.10 m de la muestra M1 se encontró un tipo de suelo R denominado como relleno inapropiado, en la muestra M2 se

localizó un suelo CL según la clasificación S.U.C.S. contiene arcilla de mediana plasticidad, su contenido de humedad es de 8.2%.

En la calicata C2 se encontró en la muestra M1 un suelo GM-GC según la clasificación S.U.C.S. contiene una grava limosa con arcillosa, su contenido de humedad es de 8.3%. En la muestra M2 se obtuvo un suelo CL denominada arcilla de mediana plasticidad según la clasificación S.U.C.S. con un contenido de humedad de 9.2%. Y por último en la calicata C3 se localizó un suelo CL denominado arcilla de mediana plasticidad según la clasificación S.U.C.S. obteniendo un 8.1% de contenido de humedad.

Realización del ensayo limite líquido y limite plástico.



Figura 20. Realización del ensayo limite liquido



Figura 21. Realización del ensayo limite liquido



Figura 22. Realización del ensayo limite plástico



Figura 23. Realización del ensayo limite plástico

Tabla 23. Características de calicata C1

CALICATA N°	C1	
Profundidad (mts.)	0.0 – 0.10	0.10 - 1.50
Muestra	M1	M2
Limite Liquido		36.9
Limite Plasticidad		18.7
Indicé de Plasticidad		18.2

Fuente: Informe Geotécnico Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L

Tabla 24. Características de calicata C2

CALICATA N°	C2	
Profundidad (mts.)	0.0 – 0.15	0.15 – 1.50
Muestra	M1	M2
Limite Liquido	23.6	37.5
Limite Plasticidad	18.1	18.8
Indicé de Plasticidad	5.5	18.7

Fuente: Informe Geotécnico Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L

Tabla 25. Características de calicata C3

CALICATA N°	C3
Profundidad (mts.)	0.0 – 1.50
Muestra	M1
Limite Liquido	36.8
Limite Plasticidad	18.4
Indicé de Plasticidad	18.5

Fuente: Informe Geotécnico Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L

En la calicata C1 en la muestra M1 no presento limite liquido ni limite plástico, en la muestra M2 dio como resultado el límite liquido de 36.9% y 18.7% delimita plástico, de la misma manera se encontró el índice de plasticidad que dio como resultado 18.2%.

En la calicata C2 se obtuvo resultados de la muestra M1 el límite liquido de 23.6%, el límite de plasticidad de 18.1% y por último el índice de plasticidad de 5.5%. en la muestra M2 dio como resultado el límite liquido de 37.5% y el límite plástico de 18.8%, resultando un índice de plasticidad de 18.7%.

Y por último los resultados obtenidos en la calicata C3 de la muestra M1 se obtuvo el límite líquido de 3.8%, el límite plástico de 18.4% y el índice de plasticidad de 18.5%.

Ensayo de Proctor modificado



Figura 24. Realización del ensayo Proctor modificado



Figura 25. Realización del ensayo Proctor modificado

Ensayo de C.B.R. (CALIFORNIAN BOURING RATIO).



Figura 26. realización del ensayo de CBR.



Figura 27. realización del ensayo de CBR.

Tabla 26. Cuadro de resumen de propiedades del suelo.

CALICATAS	%H	L.L	L.P	I.P	PROCTOR	C.B.R
C-1-M2	8.2	36.9	18.7	18.2	1.94	6.5
C-2-M2	9.2	37.5	18.8	18.7	1.92	6.3
C-3-M1	8.1	36.8	18.4	18.5	1.88	6.8

Fuente: Informe Geotécnico Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L

En la calicata C1 mediante el ensayo Proctor modificado dio como resultado en la muestra M2 un porcentaje de 1.94% y el CBR de 6.5%.

En la calicata C2 mediante el ensayo Proctor modificado dio como resultado en la muestra M2 un porcentaje de 1.92% y el CBR de 6.3%.

Y por último en la calicata C3 mediante el ensayo Proctor modificado dio como resultado en la muestra M1 un porcentaje de 1.88% y el CBR de 6.8%.

Estudio de Cantera y fuentes de agua

Para el presente estudio se utilizó los agregados para el diseño de mezclas los materiales de la Cantera Viacruz 2005.

La Cantera Viacruz 2005 se ubica en las coordenadas Este: 560723 Norte: 9596152 ubicada a unos 800 metros del distrito de San Jacinto. En esta zona se realiza la explotación de material para proveer materiales de construcción al departamento de Tumbes.

La cantera tiene permiso de explotación que fue otorgada al Señor Sigifredo Glider Ynfante Sandoval, mediante Resolución Jefatural N°05219 – 2005-INACC/J.

En base a la evaluación de los resultados de laboratorio y las especificaciones técnicas del MTC se determinó los usos del material son para Base, Sub Base y agregados para concreto.

Esta cantera es utilizada para los siguientes agregados:

Afirmado:

Este material que se encuentra en esta cantera presenta las siguientes características:

Tabla 27. Características del afirmado

Descripción	Afirmado
Porcentaje de gravas	: 48.3%-51.7%
Porcentaje de arenas	: 37.7%-38.5%
Porcentaje de finos	: 9.8%-14%
Limite liquido	: 23.1%-24.9%
Limite plástico	: 16.1%-19.2%
Índice de Plasticidad	: 4.8%-9%
C.B.R.	: 53.7%-86.4%
Abrasión	: 21%-35%

Fuente: Informe de estudio de cantera Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L.

Hormigón Grueso:

Este material que se encuentra en esta cantera presenta las siguientes características:

Tabla 28. Características del Hormigón

Descripción	Hormigón Grueso
Clasificación SUCS	GP-GC
Porcentaje de gravas	: 52%-56%
Porcentaje de arenas	: 35%-40%
Porcentaje de finos	: 2%-5%
Limite liquido	: -
Limite plástico	: -
Índice de Plasticidad	: N.P
C.B.R.	: 40%-70%
Abrasión	: 20%-30%

Fuente: Informe de estudio de cantera Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L.

La piedra zarandeada de $\frac{3}{4}$ - $\frac{1}{2}$ y la arena gruesa:

Son de tipo de yacimiento aluvial, la forma de los agregados es Sub Anguloso, su obtención de estos materiales es mediante explotación, chancado y zarandeado, dichos materiales son excelentes como agregados para el concreto.

Fuentes de agua:

La fuente de abastecimiento de agua para el presente estudio es la Planta de Agua Potable el Milagro – Tumbes localizada en el Barrio El Milagro del distrito de Tumbes.

Ensayos de agregados para diseño de mezcla de concreto.

Contenido de humedad:

Se extrajo 2 muestras las cuales fueron denominadas M-1 (Arena gruesa zarandeada peso 200gr) y M-2 (Piedra zarandeada peso 500gr).

Tabla 29. *Contenido de humedad natural.*

Muestra	Humedad Natural		
	und	Muestra 1	Muestra 2
Nº de tarro		1	2
Peso del tarro	gr	170	170
Tarros + suelo húmedo	gr	370	670
Tarros + suelo seco	gr	368	667.5
Peso del suelo húmedo	gr	200	500
Peso del suelo seco	gr	198	497.5
Peso del agua	gr	2	2.5
% de humedad	%	1	0.5

Fuente: Informe de estudio de cantera Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

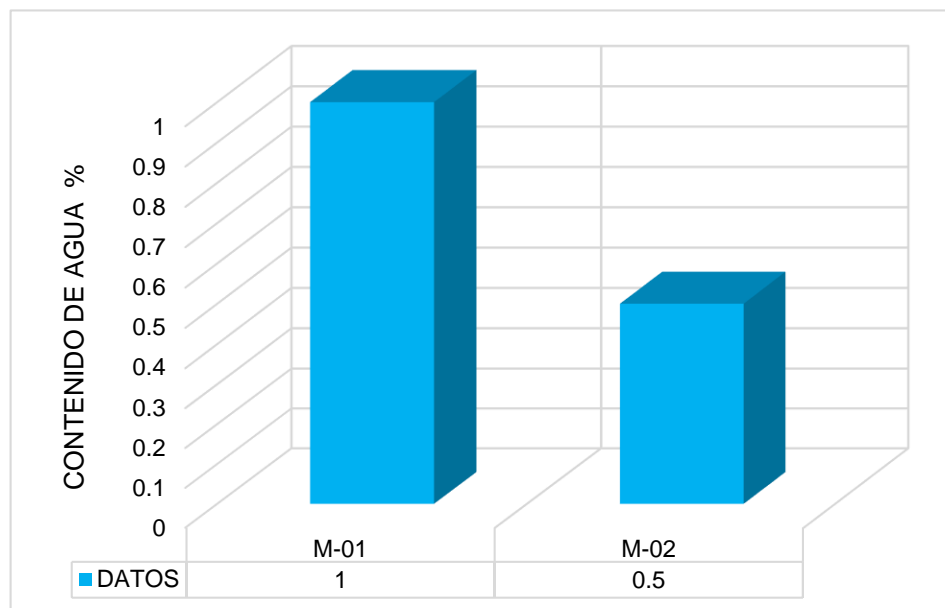


Figura 28. Gráfica de Humedad.

Análisis granulométrico por Tamizado – ASTM D – 421

Material : Agregado grueso – Piedra zarandeada

Procedencia : Cantera Vía Crucis 2005 - San Jacinto

Tabla 30. Análisis granulométrico de cantera.

Malla	Abertura mm	Material Retenido gr	Retenido %	Porcentajes Acumulados Retenido	Pasa	Especificaciones Huso NTP 3/4
2"	50.00					
1"	25.00					
1/2"	37.50					
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	92.00	4.60	4.60	95.40	90-100
1/2"	12.50	980.00	49.00	53.60	46.40	55-20
3/8"	9.53	750.00	37.50	91.10	8.90	15-0
Nº4	4.76	110.00	5.50	96.60	3.40	5-0
Nº8	2.38	68.00	3.40	100.00		

Fuente: Informe de estudio de cantera Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

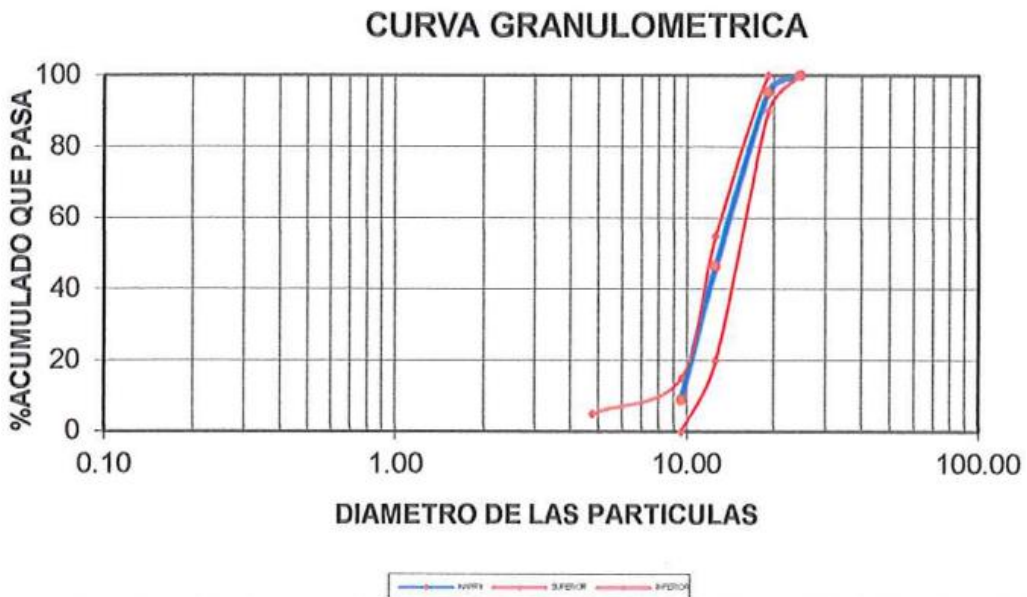


Figura 29. Curva Granulométrica.

Análisis granulométrico por Tamizado – ASTM D – 421

Material : Agregado fino – Arena gruesa zarandeada

Procedencia : Cantera Via Crucis 2005 - San Jacinto

Tabla 31. Análisis granulométrico de cantera

Malla	Abertura mm	Material Retenido		Porcentajes Acumulados		Especificaciones Huso NTP 3/4
		gr	%	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50					
3/8"	9.50	0	0	0	100	100-100
Nº4	4.76	3.60	1.20	1.20	98.80	100-95
Nº8	2.38	52.80	17.60	18.80	81.20	
Nº16	1.19	41.40	13.80	32.60	67.40	90-100
Nº30	0.60	65.10	21.70	54.30	45.70	55-20
Nº50	0.30	85.00	28.33	82.63	17.37	15-0
Nº100	0.15	28.20	9.40	92.03	7.97	5-0
FONDO		23.90	7.97	100.00	0.00	

Fuente: Informe de estudio de cantera Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

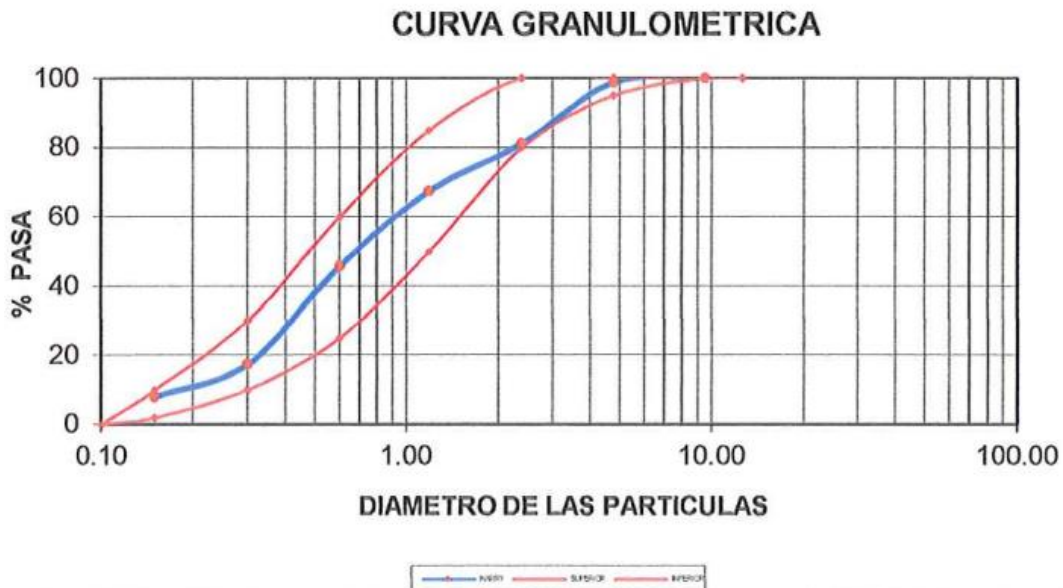


Figura 30. Curva Granulométrica.

Peso específico Norma ASTM- C 128

Material : Agregado fino – Arena gruesa zarandeada

Procedencia : Cantera Via Crucis 2005 - San Jacinto.

Tabla 32. *Análisis granulométrico de cantera*

Calculo Peso Especifico		
A) Peso material saturado superficialmente seco.	500	gr
B) Peso Frasco + H2O	663.1	gr
C) Peso Frasco + H2O + A (A+B)	1163.1	gr
D) Peso material + H2O en el frasco	972.6	gr
E) Volumen de masa + volumen de vacíos = C-D	191	cm3
F) Peso material seco	490.1	gr
P.E Bulk (Base saturado) = A/E	2.62	gr/cm3

Fuente: Informe de estudio de cantera Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Peso específico Norma ASTM- C 127

Material : Agregado grueso – Piedra zarandeada 3/4

Procedencia : Cantera Vía Crucis 2005 - San Jacinto

1. Peso de Material S.S.S :500.0 gr
2. Volumen Desplazado en Probeta :190 cm3
3. P.E S.S.S. 1/2 : 2.63gr/cm3

Absorción % Norma ASTM C 128

Material : Agregado fino – Arena gruesa zarandeada

Procedencia : Cantera Via Crucis 2005 - San Jacinto

1. Peso Material S.S.S. : 500gr
2. Peso de material seco : 493gr
3. % Absorción $(1- 493/500) *100$: 1.3

Absorción % Norma ASTM C 127

Material : Agregado grueso – Piedra zarandeada 3/4

Procedencia : Cantera Via Crucis 2005 - San Jacinto

1. Peso Material S.S.S. : 500gr
2. Peso de material seco : 494.5gr
3. % Absorción $(1 - 493/500) * 100$: 1.1

Peso unitario seco y compactado Norma ASTM C 29

Material : Agregado grueso – Piedra zarandeada 3/4

Procedencia : Cantera Via Crucis 2005 - San Jacinto

Molde : D = 15.20 cm.

H= 12.60 cm

- A. Peso de Material + Molde : 7731 gr
- B. Peso de Molde : 3965 gr
- C. Peso de material : 3766 gr
- D. Volumen de Molde : 2286 cm³
- E. Peso unitario C/D : 1647 gr/cm³

Peso unitario seco y compactado Norma ASTM C 29

Material : Agregado fino – Arena gruesa zarandeada

Procedencia : Cantera Via Crucis 2005 - San Jacinto

Molde : D = 15.20 cm.

H= 12.60 cm

- A. Peso de Material + Molde : 7532 gr
- B. Peso de Molde : 3965 gr
- C. Peso de material : 3567 gr
- D. Volumen de Molde : 2286 cm³
- E. Peso unitario C/D : 1560 gr/cm³

Tablas para el diseño de concreto

Tabla 33. Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto (b/b.)

Dn Max	Módulo de finura de la arena				
	2.4	2.6	2.8	3	3.2
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7
3"	0.82	0.8	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Tabla 34. Porcentaje de aire atrapado.

Dn Max	Aire % Atrapado
3/8"	3
1/2"	2.5
3/4"	2
1"	1.5
1 1/2"	1
2"	0.5
3"	0.3
6"	0.2

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R. L.

Tabla 35. Volumen unitario de agua

Asentamiento	Concretos con aire incorporado							
	0.38	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	113
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	124
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Tabla 36. Relación agua/cemento, en peso, para distintas resistencias a 28 ds.

Relación	Resistencia probable a compresión a 28 días, en kg/cm ²	
Agua / Cemento	Concreto sin aire incorporado	Concreto aireado
En peso		
0.35	420	335

0.44	350	280
0.53	280	210
0.62	225	180
0.71	175	140
0.8	140	100

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Diseño de Mezclas

En el presente estudio se realizó 3 diseños de mezclas, uno para el concreto patron Fc:210Kg/cm², el segundo para el concreto Fc: 210Kg/cm² + 2.50% de fibra de acero y el tercero para el concreto Fc: 210Kg/cm² + 5.00% de fibra de acero.

A continuación, se resumen los resultados de los diseños de mezclas:

Características del agregado utilizado para el concreto Fc:210Kg/cm²,Fc: 210Kg/cm² + 2.50% de fibra de acero y Fc: 210Kg/cm² + 5.00% de fibra de acero.

Tabla 37. Características de agregados.

Agregado Fino:	Cantera Vía Crucis 2005 - Arena Zarandeada		
Agregado Grueso :	Cantera Vía Crucis 2005 - Piedra Zarandeada 3/4"		
Características del agregado fino y grueso			
Descripción		Ag. Fino	Ag. Grueso
1. Peso Especifico		2.62	2.63
2. Peso unitario seco y compactado	Kg/m ³	-	1.65
3. Porcentaje de absorción	%	1.30	1.10
4. Contenido de humedad	%	1.00	0.50
5. Módulo de fineza ASTM C - 125		2.80	-
6. Tamaño max. Agregados	Pulg.	-	3/4"
7. Peso unitario suelto seco	Kg/m ³	1560.00	1616.00

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Tablas de diseño de mezclas para concreto Fc:210Kg/cm², Fc: 210Kg/cm² + 2.50% de fibra de acero y Fc: 210Kg/cm² + 5.00% de fibra de acero.

Tabla 38. Diseño de mezclas

Tablas de diseño de mezclas		
A.- Asentamiento en cm	cm	7.50
B.- Volumen unitario de agua	Lit/m3	1.84
C.- Porcentaje de aire atrapado	%	2.00
D.- Relación Agua-Cemento	a/c	0.53
E.- Volumen de agregados grueso X m3 de C ^o	m3	0.62

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Tabla 39. Valores de diseño por metro cubico en mezcla (Seco)

Datos	Cemento	Arena	Grava	Agua
Diseño en Seco Kg/m3	347.00	776.00	1021.00	184.00

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Tabla 40. Valores de diseño por metro cubico en mezcla (Seco).

Datos	Cemento	Arena	Grava	Agua
Diseño en Seco Kg/m3	347.00	784.00	1026.00	187.00

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Tabla 41. Dosificación para concreto Fc:210Kg/cm2, Fc: 210Kg/cm2 + 2.50% de fibra de acero y Fc: 210Kg/cm2 + 5.00% de fibra de acero.

Resistencia a la Compresión		Cemento	Arena	Grava	Agua	Fibra
210 Kg/cm2 - Patrón	Peso	1.00	2.26	2.95	0.54	0.00%
	Volumen	1.00	2.17	2.74	-	0.00%
Dosificación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"						
210 Kg/cm2- 2.50% de Fibra	Peso	1.00	2.26	2.95	0.54	
	Volumen	1.00	2.17	2.74	-	2.50%
Dosificación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"						
210 Kg/cm2 - 5.00% de Fibra	Peso	1.00	2.26	2.95	0.54	
	Volumen	1.00	2.17	2.74	-	5.00%
Dosificación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"						

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L.

Tabla 42. Rotura de probetas

Edad	Concreto Patrón - Fc=210 Kg/cm2				Concreto - Fc=210 Kg/cm2 + 2.5% Fibra De Acero				Concreto - Fc=210 Kg/cm2 + 5% Fibra De Acero			
Dias	Resistencia		Promedio - Resistencia		Resistencia		Promedio - Resistencia		Resistencia		Promedio - Resistencia	
	Kg/cm2	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm2	%	Kg/cm2	%	Kg/cm ²	%	Kg/cm ²	%
7	153.00	73.00	151.33	72.00	157.00	75.00	154.00	73.33	161.00	77.00	163.33	78.00
	150.00	71.00			156.00	74.00			166.00	79.00		
	151.00	72.00			149.00	71.00			163.00	78.00		
14	179.00	85.00	176.33	83.67	178.00	85.00	173.67	83.00	185.00	88.00	185.00	88.00
	177.00	84.00			174.00	83.00			187.00	89.00		
	173.00	82.00			169.00	81.00			183.00	87.00		
28	238.00	113.00	231.00	110.00	234.00	112.00	235.00	112.33	251.00	119.00	258.67	122.67
	222.00	106.00			230.00	110.00			257.00	122.00		
	233.00	111.00			241.00	115.00			268.00	127.00		

Fuente: Informe de diseño de mezclas Lab. de Suelos y Concreto Suelos Más. E.I.R.L

- Un concreto Fc: 210Kg/cm2 + 2.5% con respecto al concreto Fc: 210Kg/cm2 – Patrón aumenta la resistencia a la compresión en un 1.73%.
- Un concreto Fc: 210Kg/cm2 + 5.0% con respecto al concreto Fc: 210Kg/cm2 – Patrón aumenta la resistencia a la compresión en un 11.98%.

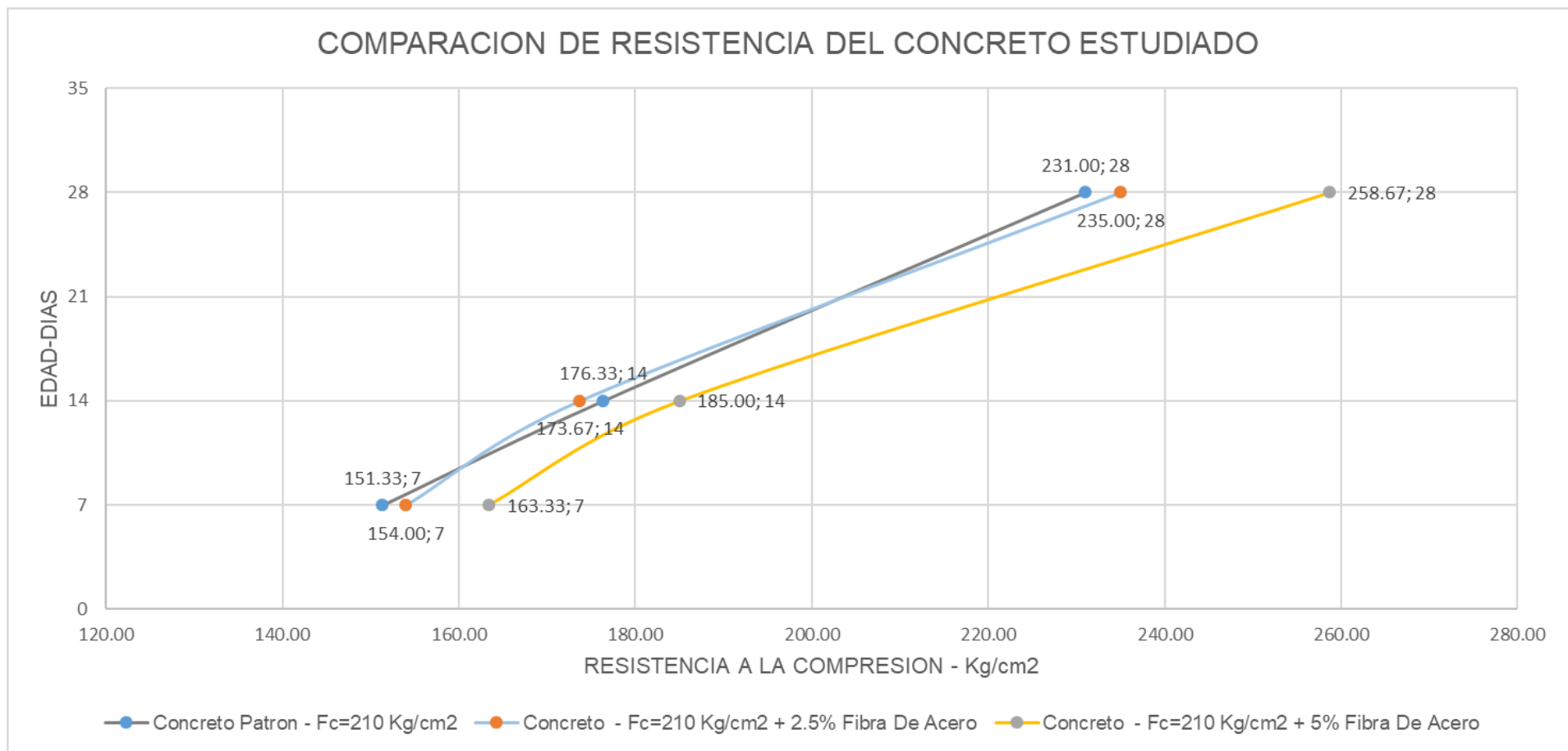


Figura 31. Comparación de resistencia del concreto estudiado.

Metodología AASHTO – 93:

Determinación de la confiabilidad y desviación estándar:

- Confiabilidad (R): 80% - Tipo de carretera: Colectora
- Desviación estándar normal (Zr): al 80% se obtiene $Z_r = -0.841$
- Error estándar combinado (S_o) = 0.32

Determinación del módulo de reacción efectivo de la subrasante:

- Método Empírico:
 - o $ME = 133.150$ Mpa asumiendo un CBR de subbase granular del 30%.
 - o $MR = 57.26$ Mpa con un CBR del 6.30% de la subrasante obtenido del estudio mecánico de suelos.

Realizamos en el monograma evaluamos del espesor de la sub base como dato primero; encontramos posteriormente el módulo resiliente (MR) y módulo de elasticidad del suelo de fundación (ME) y utilizamos flechas para la obtención del módulo de reacción compuesto, por lo cual se obtiene un MODULO DE REACCIÓN COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = 120Mpa/m.

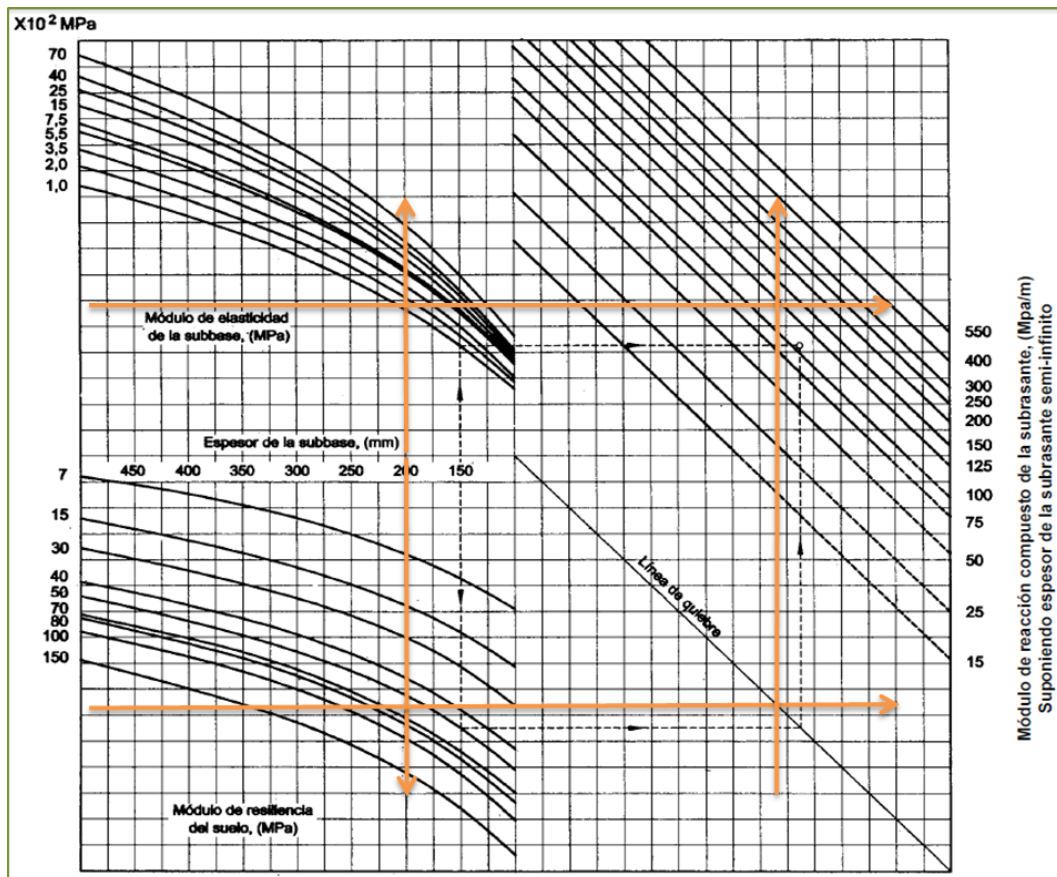


Figura 32. AASHTO Design Procedures For New Pavements

- Método ASSHTO:
 - o $K_1=95.36$ Mpa/m asumiendo un CBR de subbase granular del 30%.
 - o $K_2= 44.52$ Mpa/m con un CBR del 6.30% de la subrazante obtenido del estudio mecánico de suelos.

De acuerdo a estos datos obtenido se tiene un MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = 53.79Mpa/m.

Determinación de la Perdida de Servicialidad:

- Perdida de serviciabilidad : $\Delta PSI= P_o-P_t= 2.5$
- Drenaje (Cd) : 1.00
- Coeficiente de carga (J) : 3.20

Asumiendo una resistencia a la compresión de $F_c: 210$ Kg/cm² – Concreto Patrón, se obtiene que:

- Módulo de elasticidad del concreto : 21494.7 Mpa
- Módulo de Rotura del concreto : 3.77000 Mpa

Determinación del espesor de pavimento por la formula AASHTO:

- K :53.79 Mpa/m
- E_c :21495 Mpa
- $S'_c=Mr$:3.77 Mpa
- J : 3.20
- C_d :1.00
- S_o : 0.32
- Z_r : -0.841
- P_t : 2.00
- $\Delta PSI= P_o-P_t$: 2.5
- W_{80} : 708304.0764 =0.71x10⁶
- D : Por tanteo

En donde:

- W_{82} = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del período de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_t = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_d = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

Figura 33. AASHTO Design Procedures For New Pavements

Asumiendo $D=157.50$ mm y resolviendo los siguientes miembros de la formula AASHTO:

$$\log_{10} W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 34. AASHTO Design Procedures For New Pavements

$\log_{10} W_{82}$	$= +5.850220$	..... M.01
$Z_R S_O$	$= -0.269120$	..... M.02
$7.35 \log_{10} (D + 25.4)$	$= +6.237271$	..... M.03
$-10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}}$	$= -0.041477$	..... M.04
$(4.22 - 0.32P_T) * \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J * \left(0.09 * D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right)$	$= -0.075474$	..... M.05

Resolviendo Miembros por iteración:

$$M-01 = M-02 + M-03 + M-04 + M-05$$

$$5.850220=5.8512$$

- **Por lo tanto, el espesor del pavimento por método AASHTO con un $F_c : 210 \text{ Kg/cm}^2$ – Concreto Patrón, es de 15.75cm.**

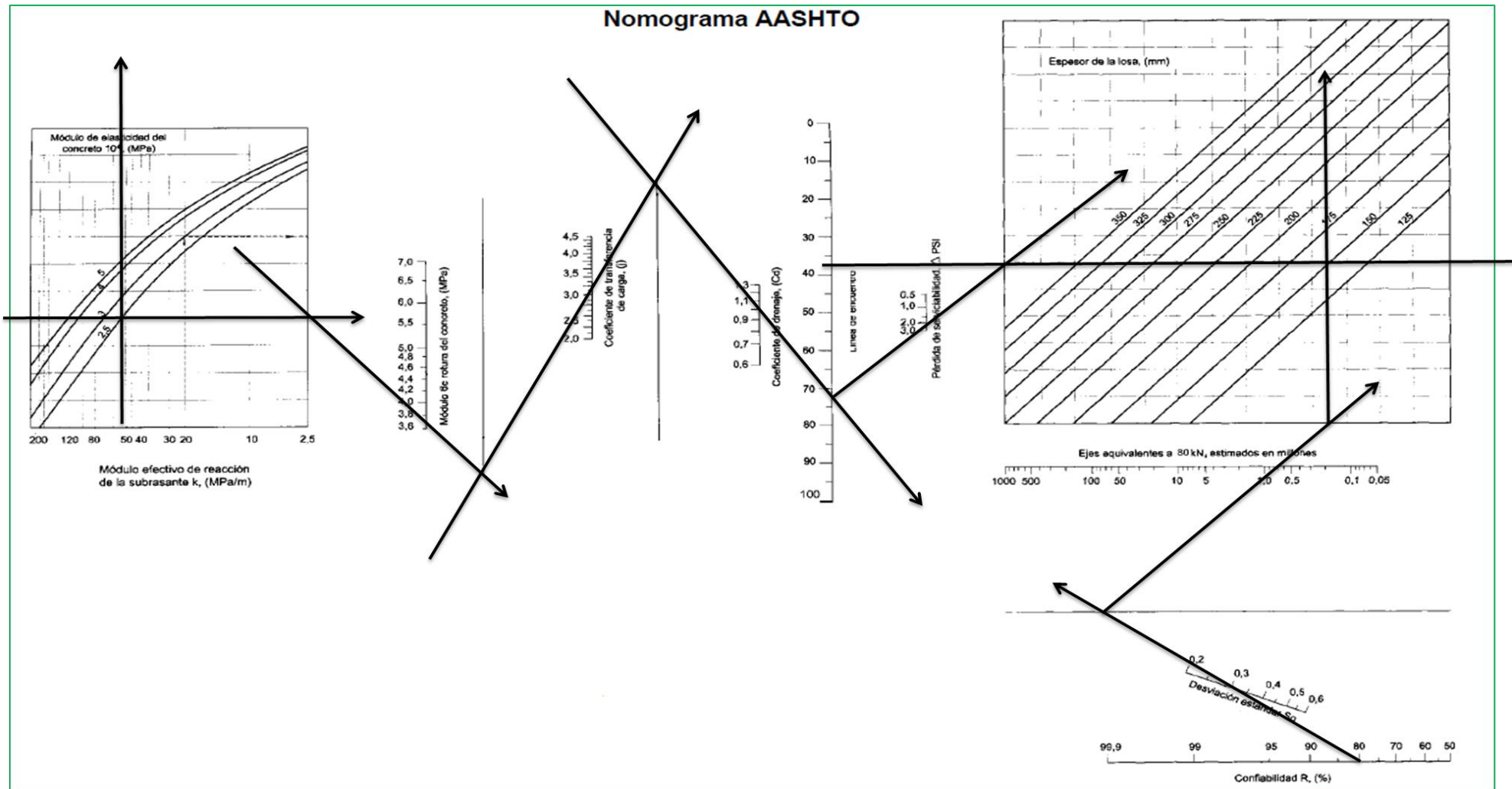


Figura 35. Determinación del espesor de pavimento por el Abaco AASHTO

Fuente: AASHTO Design Procedures For New Pavements

- Por lo tanto, el espesor del pavimento por método AASHTO con un F_c : 210 Kg/cm² – Concreto Patrón, es de 15.00cm.

Asumiendo una resistencia a la compresión de F_c : 210 Kg/cm² + 2.5% de fibra de acero, se obtiene que:

- Módulo de elasticidad del concreto : 21680.2 Mpa
- Módulo de Rotura del concreto : 3.8 Mpa

Determinación del espesor de pavimento por la formula AASHTO:

- K : 53.79 Mpa/m
- E_c : 21680.2 Mpa
- $S'_c=Mr$: 3.8 Mpa
- J : 3.20
- C_d : 1.00
- S_o : 0.32
- Z_r : -0.841
- P_t : 2.00
- $\Delta PSI= P_o-P_t$: 2.5
- W_{80} : 708304.0764 = 0.71×10^6
- D : Por tanteo

En donde:

- W_{82} = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del período de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_t = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_d = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

Figura 36. AASHTO Design Procedures For New Pavements

Asumiendo $D=156.65$ mm y resolviendo los siguientes miembros de la formula AASHTO:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_T) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 37. AASHTO Design Procedures For New Pavements

$\log_{10} W_{82}$	= +5.850220	..... M.01
$Z_R S_o$	= -0.269120	..... M.02
$7.35 \log_{10} (D + 25.4)$	= +6.222402	..... M.03
$-10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}}$	= -0.040698	..... M.04
$(4.22 - 0.32P_T) * \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J * \left(0.09 * D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right)$	= -0.062522	..... M.05

Resolviendo Miembros por iteración:

$$M-01 = M-02 + M-03 + M-04 + M-05$$

$$5.850220 = 5.850061$$

- Por lo tanto, el espesor del pavimento por método AASHTO con un F_c : 210 Kg/cm² +2.5% de fibra de acero, es de 15.67cm.

Determinación del espesor de pavimento por el Abaco AASHTO.

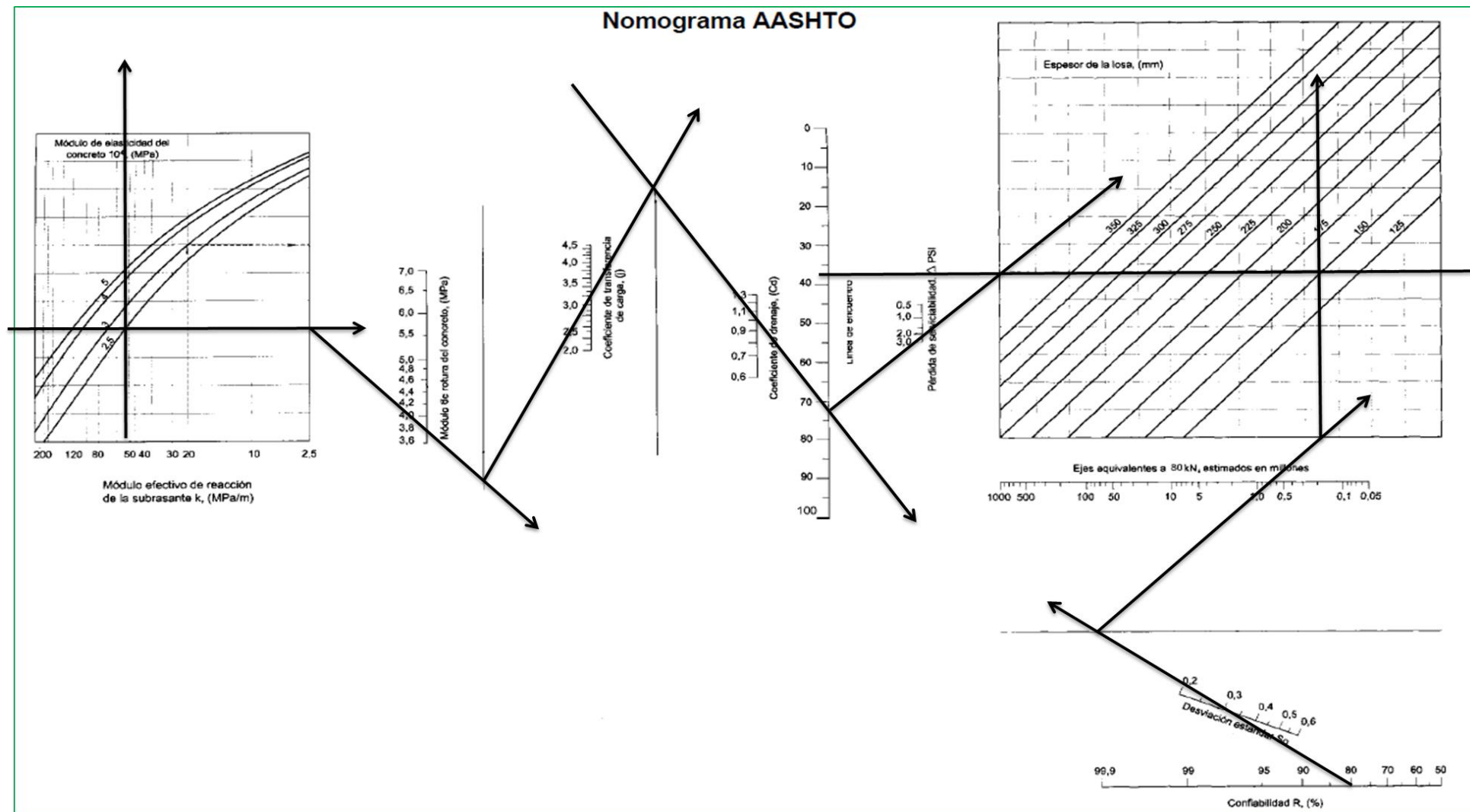


Figura 38. AASHTO Design Procedures For New Pavements

- Por lo tanto, el espesor del pavimento por método AASHTO con un $F_c : 210 \text{ Kg/cm}^2 + 2.5\%$ de fibra de acero, es de 15.00cm.

Asumiendo una resistencia a la compresión de F_c : 210 Kg/cm² + 5.00% de fibra de acero, se obtiene que:

- Módulo de elasticidad del concreto : 21680.2 Mpa
- Módulo de Rotura del concreto : 3.8 Mpa

Determinación del espesor de pavimento por la formula AASHTO:

- K : 53.79 Mpa/m
- E_c : 22745.4 Mpa
- $S'_c=Mr$: 3.99 Mpa
- J : 3.20
- C_d : 1.00
- S_o : 0.32
- Z_r : -0.841
- P_t : 2.00
- $\Delta PSI= P_o-P_t$: 2.5
- W_{80} : 708304.0764 = 0.71×10^6
- D : Por tanteo

En donde:

- W_{82} = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del período de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_t = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_d = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

Figura 39. AASHTO Design Procedures For New Pavements

Asumiendo $D=152.42$ mm y resolviendo los siguientes miembros de la formula AASHTO:

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_T) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Figura 40. AASHTO Design Procedures For New Pavements

$\log_{10} W_{82}$	= +5.850220	..... M.01
$Z_R S_o$	= -0.269120	..... M.02
$7.35 \log_{10} (D + 25.4)$	= +6.147357	..... M.03
$-10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}}$	= -0.036766	..... M.04
$(4.22 - 0.32 P_T) * \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dx} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 * J * \left(0.09 * D^{0.75} - \frac{7.38}{\left(\frac{E_c}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right)$	= -0.008627.....	M.05

Resolviendo Miembros por iteración:

$$M-01 = M-02 + M-03 + M-04 + M-05$$

$$5.850220 = 5.850098$$

- Por lo tanto, el espesor del pavimento por método AASHTO con un $F_c : 210 \text{ Kg/cm}^2$ +5.00% de fibra de acero, es de 15.24cm.

Determinación del espesor de pavimento por el Abaco AASHTO.

Nomograma AASHTO

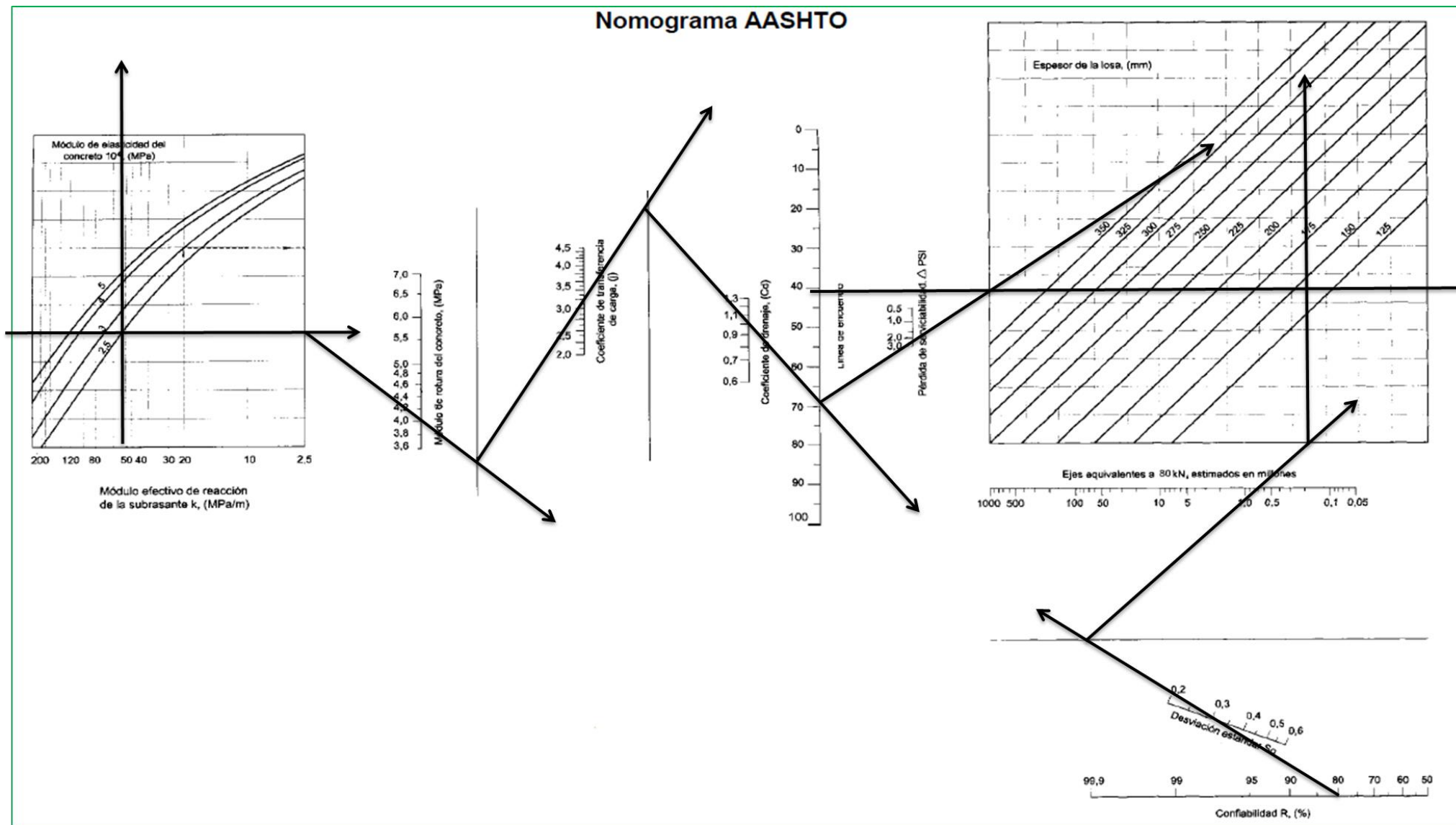


Figura 41. Abaco AASHTO.

- Por lo tanto, el espesor del pavimento por método AASHTO con un F_c : 210 Kg/cm² – Concreto Patrón + 5%, es de 14.30cm.

Determinación de las dimensiones de los paños de pavimento:

- Por recomendación el ancho de losa será de 3.65-mts (mínimo) y 4.50-mts (máximo). La relación lado largo entre lado corto no deberá exceder los 1.25, de lo contrario deberá colocarse mallas electro soldadas o acero de refuerzo para evitar agrietamiento no-controlado.

Tabla 43. *Tabla de verificación de dimensiones de paños de pavimentos.*

ANCHO (A)	LARGO (L)		VERIFICACION	
	CALCULO	ASUMIDO	$4.5 < L > 3.65$	$L/A < 1.25$
2.30 m	2.88 m	3.65 m	CORRECTO	ERROR
2.40 m	3.00 m	3.65 m	CORRECTO	CORRECTO
2.50 m	3.13 m	3.65 m	CORRECTO	CORRECTO
2.60 m	3.25 m	4.00 m	CORRECTO	CORRECTO
3.00 m	3.75 m	4.00 m	CORRECTO	CORRECTO
3.50 m	4.38 m	4.00 m	CORRECTO	CORRECTO
4.00 m	5.00 m	4.00 m	CORRECTO	CORRECTO

Fuente: elaboracion propia.

Las dimensiones de los paños para los distintos espesores de pavimento serán de 3.00m x 3.75m

Determinación de las dimensiones de los pasadores:

- De acuerdo a los resultados de los espesores de los pavimentos calculados con las resistencias de concreto $F_c: 210 \text{ Kg/cm}^2$ - Patron, concreto $F_c : 210 \text{ Kg/cm}^2 + 2.5\%$ de fibra de acero y concreto $F_c : 210 \text{ Kg/cm}^2 + 5.0\%$ de fibra de acero no superan los 18cm de espesor; por lo tanto las dimensiones de las juntas son:

Tabla 44. Pasadores en juntas Transversales

Espesor del pavimento	Diámetro de la Pasajunta		Longitud (cm)	Espaciamiento (cm)
	cm	pulgadas		
10-15	1.6	5/8	30	45
15-18	1.9	3/4	38	38
18-20	2.5	1	38	30
20-25	3.2	1 1/4	38	30

Fuente: elaboración propia.

Los pasadores en juntas transversales serán de acero liso Ø3/4 y longitud 38cm @ 0.38cm.

Pasadores en juntas longitudinales:

Los pasadores en juntas longitudinales serán de acero corrugado Ø1/2 y longitud 75cm @ 60.0cm.

Costos de pavimento:

CONCRETO FC=210 KG/CM2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS, E=0.1575 M						
Rendimiento: 100m2/día	EQ	100	Costo unitario por: m2		63.47	
Descripcion Recurso	Unidad	cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de obra						
Operario	hh		2.00	0.160	22.96	3.67
Oficial	hh		1.00	0.080	18.16	1.45
Peon	hh		10.00	0.800	16.48	13.18
Materiales						
Piedra zarandeada 1/2-3/4	m3			0.100	70.00	6.97
Arena Gruesa	m3			0.078	45.00	3.53
Cemento Portland MS Antisalitre (42.5kg)	bls			1.286	23.73	30.52
Agua	m3			0.029	16.95	0.49
Equipos						
Herramientas Manuales	%MO			3.000	17.61	0.53
Mezcladora de concreto tambor 18hp	hm		1.00	0.080	21.19	1.70
Vibrador de concreto de 1.5"	hm		1.00	0.080	18.00	1.44
						3.66

Figura 42. Análisis de costos unitarios.

CONCRETO FC=210 KG/CM2 +2.5% DE FIBRA DE ACERO, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, E=0.1567M

Rendimiento: 100m2/dia	EQ	100	Costo unitario por: m2		80.21
Descripcion Recurso	Unidad	cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.00	0.160	22.96	3.67
Oficial	hh	1.00	0.080	18.16	1.45
Peon	hh	11.00	0.880	16.48	14.50
					19.63
Materiales					
Piedra zarandeada 1/2-3/4	m3		0.099	70.00	6.93
Arena Gruesa	m3		0.078	45.00	3.51
Cemento Portland MS Antisalitre (42.5kg)	bls		1.279	23.73	30.36
Fibra de acero	Kg		1.359	11.5	15.63
Agua	m3		0.029	16.95	0.49
					56.92
Equipos					
Herramientas Manuales	%MO		3.000	17.61	0.53
Mezcladora de cocconcreto tambor 18hp	hm	1.00	0.080	21.19	1.70
Vibrador de concreto de 1.5"	hm	1.00	0.080	18.00	1.44
					3.66

Figura 43. Análisis de costos unitarios.

CONCRETO FC=210 KG/CM2 +5.00% DE FIBRA DE ACERO, EN PAVIMENTOS RIGIDOS, E=0.1524M

Rendimiento: 100m2/dia	EQ	100	Costo unitario por: m2		93.86
Descripcion Recurso	Unidad	cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de obra					
Operario	hh	2.00	0.160	22.96	3.67
Oficial	hh	1.00	0.080	18.16	1.45
Peon	hh	11.00	0.880	16.48	14.50
					19.63
Materiales					
Piedra zarandeada 1/2-3/4	m3		0.096	70.00	6.74
Arena Gruesa	m3		0.076	45.00	3.41
Cemento Portland MS Antisalitre (42.5kg)	bls		1.244	23.73	29.53
Fibra de acero	Kg		2.644	11.50	30.42
Agua	m3		0.028	16.95	0.48
					70.57
Equipos					
Herramientas Manuales	%MO		3.000	17.61	0.53
Mezcladora de cocconcreto tambor 18hp	hm	1.00	0.080	21.19	1.70
Vibrador de concreto de 1.5"	hm	1.00	0.080	18.00	1.44
					3.66

Figura 44. Análisis de costos unitarios.

V. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos, rechazamos la hipótesis general que establece que con la adición de fibra de acero en el concreto patrón $F_c=210$ Kg/cm² en porcentajes del 5% es el más eficiente para obtener un diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado adecuado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021. en cambio, Aguirre (2021), sostiene que al adicionar fibras metálicas del 1.5% es más viable ya que genera mayores beneficios físicos, mecánicos y presupuestarios en comparación de los demás porcentajes adicionados al concreto en menor cantidad. Ello está en desacorde con los resultados que en este estudio se ha obtenido.

Con lo que respecta a la incorporación de fibras de acero del 5% proporcionara mejores propiedades mecánicas y físicas que al incorporar 2.5% de fibras de acero en el concreto patrón $F_c=210$ Kg/cm², guardan relación con lo que sostiene Abanto (2021), el cual concluyó que al adicionar fibras metálicas 1.5 aumenta la resistencia a la compresión y resistencia a la rotura en comparación al 1% de fibra de acero adicionados al concreto. Ello va acorde con los resultados que en este estudio se ha obtenido.

Con lo que respecta a la incorporación de fibras de acero del 5% disminuye más el espesor que con la adición del 2.5% de fibras de acero al concreto patrón $F_c=210$ Kg/cm², guardan relación con lo que sostiene Aguirre (2021), el cual concluyo que al adicionar fibras metálicas al concreto este disminuyo el espesor del pavimento siendo mayor que los demás porcentajes adicionados al concreto en menor cantidad. Ello va acorde con los resultados que en este estudio se ha obtenido.

Con lo que respecta a la adición del 5% de fibras de acero es más viable que la aplicación del 2.5% de fibra de acero en el concreto patrón $F_c=210$ Kg/cm y además sin la utilización de estas, se rechaza esta hipótesis ya que si bien es cierto que la adición de fibras metálicas aumenta de manera considerable la resistencia a la compresión esta no tiene la capacidad de aumentar de manera considerable el módulo de rotura del concreto generando que el espesor del pavimento no varié mucho, por lo tanto no es viable la incorporación de estas fibras ya que el costo de esta fibra de acero aumenta el costo unitario del pavimento, esto guarda relación con lo que sostiene Abanto (2021), el cual

concluyo que al adicionar fibras de acero al 1% y 5% aumenta la resistencia al compresión pero sin embargo no cumple en los ensayos de resistencia a flexión ni en la resistencia a la tracción por compresión diametral debido a que el módulo de rotura alcanzado en estos ensayos no fue superior si no que se mantuvo entre los parámetros de las normas.

VI. CONCLUSIONES

- Se determinaron las propiedades mecánicas del suelo de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne siendo ellas las siguientes: en la calicata C1 se localizó un suelo (CL) arcilla de mediana plasticidad, con contenido de humedad de 8.2%, límite líquido y plástico de 36.9% y 18.7%, índice de plasticidad de 18.2%, Proctor modificado de 1.94% y el CBR de 6.5%. En la calicata C2 se encontró en la muestra M1 un suelo (GM-GC) grava limosa con arcillosa, contenido de humedad de 8.3%, límite líquido de 23.6%, el límite de plasticidad de 18.1% e índice de plasticidad de 5.5%. En la muestra M2 se obtuvo un suelo (CL) arcilla de mediana plasticidad con, contenido de humedad de 9.2%, límite líquido de 37.5%, el límite plástico de 18.8%, índice de plasticidad de 18.7%, Proctor modificado porcentaje de 1.92% y el CBR de 6.3%. En la tercera y última calicata en la M1 se encontró un suelo (CL) arcilla de mediana plasticidad, contenido de humedad 8.1%, límite líquido de 36.8%, límite plástico de 18.4%, índice de plasticidad de 18.5%, Proctor modificado de 1.88% y el CBR de 6.8%.
- El material granular que se deberá utilizar en el mejoramiento de la subbase para la colocación del pavimento rígido será hormigón de espesor de 20cm con un CBR mínimo del 30%.
- Concluyendo que el suelo predominante las calicatas realizadas es un suelo de arcilla de mediana plasticidad (CL) con un contenido de humedad promedio de 8.5 %, límite líquido promedio de 37.07%, límite plástico promedio 18.63%, índice de plasticidad promedio 18.47%, Proctor modificado promedio 1.91% y el CBR más desfavorable el cual es 6.30%.
- Las propiedades mecánicas y físicas que aportan las fibras de acero en una proporción del 2.5% al concreto son: Aumento de la resistencia a la compresión en un 1.73% y módulo de rotura del 0.80%; y a una proporción del 5% al concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm² incremento la resistencia a la compresión en un 11.98% y módulo de rotura del 5.84%.
- El porcentaje de variación del espesor del pavimento rígido al adicionarle 2.5% de fibra de acero con respecto al concreto patrón es la reducción del 0.51%,

mientras que al adicionarle 5.00% de fibra de acero con respecto al concreto patrón se reduce un 3.24%.

- El porcentaje de variación del costo del pavimento rígido al adicionarle 2.5% de fibra de acero con respecto al concreto patrón aumenta en un 30.48%, mientras que al adicionarle 5.00% de fibra de acero con respecto al concreto patrón aumenta un 55.67%.
- En los ensayos de resistencia a compresión las probetas de concreto más la adición de fibra de acero tuvieron un aumento favorable con respecto al concreto patrón, pero realizando la comparación de precios, espesor de losa y disponibilidad de fibra en nuestro departamento se concluye que no es viable su utilización por su poca distribución de este producto en la zona de estudio.
- Se concluye que la alternativa para el diseño del pavimento rígido es utilizar el concreto patrón el cual tendrá las siguientes características: $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el espesor de la subbase será de 20 cm de material hormigón con un CBR no menor al 30%, las dimensiones de los paños serán de 3.00m x 3.75 m y los pasadores en juntas transversales serán de acero liso $\text{Ø}3/4$ y longitud 38cm @ 0.38cm y los pasadores en juntas longitudinales serán de acero corrugado $\text{Ø}1/2$ y longitud 75cm @ 60.0cm.

VII. RECOMENDACIONES

- Ampliar esta investigación variando los porcentajes de dosificación de fibras de acero en edades más amplias a las estudiadas, para observar la variación de resistencia.
- Ampliar la investigación realizando estudios de durabilidad, permeabilidad y porcentajes de vacíos.
- Investigar el módulo de elasticidad del concreto al adicionar un porcentaje mayor de fibras de acero.
- Realizar diseños de mezclas de concretos basados en métodos conocidos que se ajusten a los valores buscados como resistencia a la compresión, asentamiento, contenido de aire, relación de agua cemento, para así determinar el tipo de fibra necesaria para el diseño.
- Determinar los porcentajes de agregados finos del agregado que se va utilizar en la mezcla ya que estos pueden variar las propiedades físico mecánicas del concreto.
- Se recomienda que las fibras de acero estén distribuidas de forma uniforme en toda la proporción de la mezcla.
- Se recomienda utilizar proporciones de fibra de acero superiores al 5% ya que a esta proporción se obtuvo valores favorables en la reducción del espesor del pavimento.
- Se recomienda realizar la ampliación de trabajos de investigación referentes a las fibras de acero adicionadas al concreto para de esta manera aumentar el conocimiento sobre la fisuración en la utilización de diales de deformación y sensores de movimientos.
- Se recomienda utilizar las normativas ACI, NTP, MTC, AASHTO para obtener resultados estadísticamente representativos.

- Se sugiere evaluar el uso de la fibra de acero en zonas de tránsito vehicular en el cual ocurran repeticiones de carga considerables para así determinar la vida útil del pavimento.
- Se recomienda aplicar normas referentes a la utilización de dowels o pasadores de acero ya que la aplicación de fibras de acero no sustituye a las barras de acero.

REFERENCIAS

1. AASHTO . (1993). Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
2. ACI 211. (s.f.). Diseño de mezclas de Concreto. Obtenido de https://www.academia.edu/40296179/Dise%C3%B1o_de_mezclas_de_Concreto_ACI_COMIT%C3%89_211
3. Aguirre, R. (2021). Influencia de la fibra de acero como material de refuerzo de concreto para reducir el espesor de pavimentos de mediano tránsito. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654767>
4. Amaya, S., & Ramírez, M. (2019). Evaluación del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Católica de Colombia, Bogotá]. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23923/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20ENTREGA%20FINAL.pdf>
5. ASTM C 131 - NTP 400.019. (2002). Abrasión de agregado grueso.
6. ASTM C 136 - NTP 400.012. (2018). Análisis granulométrico y módulo de finura.
7. ASTM C 138 - NTP 339.046. (2008). Peso unitario de concreto fresco. Obtenido de <https://www.coursehero.com/file/41992814/NTP-339046pdf/>
8. ASTM C 143 - NTP 339.035. (1999). Medición de Slump. .
9. ASTM C 33 - NTP 400.037. (2014). Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.
10. ASTM C 39 - NTP 339.034. (2015). Ensayo a compresión. Obtenido de <https://pdfcoffee.com/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-2-pdf-free.html>
11. ASTM C 496 - NTP 339.084. (2018). Ensayo a tracción indirecta por compresión.
12. ASTM C 566 - NTP 339.185. (2013). Contenido de humedad.

13. ASTM C 78 - NTP 339.078. (2012). Ensayo a flexión en los tercios. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/371811856/NTP-339-078-Ensayo-de-Flexion>
14. ASTM C117- NTP 400.018. (2002). Cantidad de material más fino que tamiz N° 200.
15. ASTM D-422-63-R1998/MTCE - 107. (1998). Método de Análisis del tamaño de las partículas de Suelo.
16. ASTM e 192-NTP 391S3. (1999). Elaboración y curado de probetas en laboratorio.
17. ASTM D 1241/MTC E 110-2000. (2000). Determinación del Límite Líquido de los Suelos.
18. ASTM D 1241/MTC E 111-2000. (2000). Determinación Del Límite Plástico e Índice de Plasticidad.
19. ASTM D 1883/MTC E 132-2000. (2000). California Bearing Ratio (CBR).
20. ASTM D 4715/MTC E-115-2000. (2000). Proctor Modificado.
21. Atarama, E. (2015). Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo proes. [Tesis de Pregrado, Universidad de Piura, Piura, Perú]. Obtenido de <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2262>
22. Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación (3a. ed.)*. . México: Editorial Mexicana.
23. Balcázar, J., & Luque, M. (2021). Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres, 2020. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59603>
24. Bañón, L., & Bevia, G. (2000). *Manual de Carreteras. Construcción y Mantenimiento. Volumen II*. Alicante, España: Ortiz e Hijos, Contratista de Obras, S.A.
25. Baptista, M., Hernández, R., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la Investigación. Sexta Edición*. . México: Editorial Mexicana.

26. Córdova, C., Cuéllar, L., & Guizado, M. (2012). Comparación de la resistencia equivalente a la flexión entre las fibras de acero Wirand producidas en Italia y las producidas en Perú. [Tesis de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú]. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1612>
27. Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Editorial Limusa S.A. .
28. Das Braja, M. (2015). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. . Sacramento-California, Estados Unidos: Editorial Thomson.
29. De la Cruz, W., & Quispe, W. (2014). Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga -Ayacucho. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Huancavelica, Perú].
30. Escuela de Ingeniería de Caminos de Montaña – Facultad de Ingeniería. (2014). Curso de Actualización de Diseño Estructural de Caminos Método AASHTO-93. San Juan, Argentina. Editorial Universidad de San Juan de Argentina.
31. Espinoza, A., & Vargas, J. (2020). Propuesta de diseño estructural del pavimento rígido convencional y fibroreforzado de la Av. Sánchez Cerro en Piura usando la tecnología del reciclado mecánico. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú]. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652577>
32. Fernández, M. (1981). Hormigones reforzados con fibras de acero. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, 1-13. Obtenido de <https://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion>
33. Hanco, H. (2016). Estudio y diseño del pavimento rígido en la Av. Perú de la Ciudad de Juliaca, Tramo I Jr. Mantaro – Jr. Francisco Pizarro. [Tesis de Pregrado), Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú]. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7058>

34. Illanes, C. (2017). Mejora del módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz - 2017. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Cesar Vallejo, Perú]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32336>
35. Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y control de mezclas*. EEUU: Portland Cement Association.
36. Lindao, K., & Romero, A. (2018). Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento rígido $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador]. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/38279>
37. Maccaferri América Latina. (2009). *Fibras Wirand y Fibromac. Manual interno de entrenamiento promocional. Edición 01*. Brasilia.
38. Magallanes, L., & Montenegro, S. (2019). Determinación de porcentaje óptimo de fibra de polipropileno y fibra de nylon para elaboración de hormigones para pavimento rígido de $F'c = 35 \text{ MPa}$. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador]. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/50986>
39. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos - RD N° 10-2014-MTC/14 .
40. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima, Perú. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf
41. Miranda, C., & Rado, M. (2019). Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú]. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/628106>
42. Montalvo, M. (2015). Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales. [Tesis de Ingeniero Civil, Pontificia

- Universidad Católica del Perú]. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6117>
43. Montejo, A. (1998). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. . Colombia: Universidad Católica de Colombia Ediciones y Publicaciones.
 44. Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras tomo I*. Bogotá, Colombia: Editorial Universidad Católica de Colombia.
 45. Montoya, K. (2016). Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Obtenido de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/4653/>
 46. Morán, F., & Huerta, E. (2020). Propuesta de mejora del comportamiento mecánico en pavimentos rígidos mediante la aplicación de fibra de acero en la Vía Av. Los Héroes: Tramo Av. Miguel Iglesias y Av. 26 de noviembre. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/655071>
 47. National Academies of Science. (2010). *Highway Capacity Manual*. United States: Transportation Research Board Magazine.
 48. NTE CE. 010. (2010). Reglamento Nacional De Edificaciones. Pavimentos Urbanos.
 49. Pablo, J. (2017). Evaluación de la influencia de las fibras de polietileno en el diseño, construcción y durabilidad de pavimento de concreto en la ciudad de Cerro de Pasco – 2017. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Perú]. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1047>
 50. Rivera, D., & Yovera, J. (2020). Evaluación vial para mejorar la transitabilidad peatonal y vehicular en la intersección de la avenida Sánchez Cerro y avenida Mártires Ucchuracay – Piura. 2020. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo, Perú]. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66733>

51. Robalino, D., & López, C. (2018). Determinación de cantidad óptima de fibra de acero para la elaboración de hormigón de cemento portland de MR= 4,5 MPa, para losas de pavimentos rígidos. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador]. Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/33170/1/ROBALINO_DIANA_L%C3%93PEZ_CRISTOPHER_TRABAJO_TITULACION_V%38DAS_ENERO_2018.pdf
52. Sotil, A., & Zegarra, J. (2015). Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF3 Y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rírigido. [Tesis de Ingeniero Civil, Univ. Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/581616>
53. Taboada, M. (2013). *Metodología de la investigación científica*. Universidad Nacional de Trujillo.
54. Torres, G. (2021). Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de la mezcla de concreto reforzado con fibras de acero dramix 3D en estructuras de pavimento rígido. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás, Villavicencio, Colombia]. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/34397>
55. Vargas, G., & Yataco, Á. (2020). Efecto de las fibras de acero y polipropileno en la resistencia a la flexión del concreto para pavimentos rígidos. [Tesis de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma, Perú]. Obtenido de <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3678>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Diseño de pavimento rígido fibroreforzado para mejorar la transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuál será el adecuado diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021?	Proponer una alternativa de diseño para el pavimento rígido, utilizando concreto fibroreforzado con fibras de acero, para mejorar la transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes, 2021.	La adición de fibra de acero en el concreto patrón $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ en porcentajes cercanos al 2.5% es el más adecuado para obtener un diseño de pavimento rígido fibroreforzado adecuado para mejorar la transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021.	Pavimento fibroreforzado	Diseño del concreto a base de un 2.5% de fibra de acero. Diseño del concreto a base de un 5% de fibra de acero.	Asentamiento Rotura probeta Asentamiento Rotura probeta	Enfoque: Cuantitativo Diseño: Experimental Tipo: Aplicada
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable	Dimensiones	Indicadores	Población: Muestra: Tipo de análisis:
¿Qué propiedades mecánicas tiene el suelo de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes, 2021?	Determinar las propiedades mecánicas que tiene el suelo de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes 2021.	Las propiedades mecánicas que tiene el suelo de las calles del Asentamiento Humano Virgen del Cisne influyen en la determinación del costo, espesores de base, subbase y carpeta de rodadura.	Mejorar la transitabilidad	Concreto convencional 210 kg/cm^2 Concreto agregando 2.5% de fibras de acero	Asentamiento Rotura probeta Asentamiento Rotura probeta	Vialidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes. Pavimentación en infraestructura vial de 1.212 kilómetros que beneficiara al Asentamiento Humano Virgen del Cisne, Tumbes.
¿Qué tipo de material granular se deberá utilizar en el mejoramiento de la base y subbase para la colocación del pavimento rígido de las calles del Asentamiento	Determinar qué tipo de material granular se deberá utilizar en el mejoramiento de la base y subbase para la colocación del pavimento rígido de las calles del Asentamiento Humano	El material granular a utilizar en el mejoramiento de la base será afirmado y para el mejoramiento de la subbase será hormigón; con la incorporación de fibras de acero del 5% proporcionará mejores		Concreto agregando 5% de fibras de acero	Asentamiento Rotura probeta	Estadístico descriptivo e inferencial

Humano Virgen del Cisne, Tumbes, 2021?	Virgen del Cisne, Tumbes 2021.	propiedades mecánicas y físicas que al incorporar 2.5% de fibras de acero en el concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm ² .
¿Qué propiedades mecánicas y físicas aportan las fibras de acero en una proporción del 2.5% y 5% al concreto convencional $F'c=210$ Kg/cm ² ?	Determinar las propiedades mecánicas y físicas aportan las fibras de acero en una proporción del 2.5% y 5% al concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm ² .	Con la incorporación de fibras de acero del 5% se disminuye más el espesor que con la adición del 2.5% de fibras de acero al concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm ²
¿En qué porcentaje varía el espesor del diseño del pavimento rígido al adicionarle 2.5% y 5% de fibras de acero al concreto convencional $F'c=210$ Kg/cm ² ?	Determinar el porcentaje de variación del espesor del pavimento rígido al adicionarle 2.5% y 5% de fibras de acero al concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm ² .	La incorporación del 5% de fibras de acero es más viable que la aplicación del 2.5% de fibra de acero en el concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm ² y además sin la utilización de estas
¿Cuál será la variación del costo del concreto convencional $F'c=210$ Kg/cm ² con respecto a la adición del 2.5% y 5% de fibra de acero?	Determinar la variación del costo del concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm ² con respecto a la adición del 2.5% y 5% de fibra de acero	La variación del costo del concreto patrón $F'c=210$ Kg/cm ² con respecto a la adición del 2.5% es más viable que la de 5% de fibra de acero.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I Pavimento fibroreforzado (fibras de acero).	"Se denomina pavimento fibroreforzado, a la adición de fibras de acero dentro de la mezcla del concreto realizando funciones tridimensionales es este."(Silva,2020).	Se diseñará el concreto a base de un 2.5% y 5% de fibra de acero.	Diseño de concreto agregando un 2.5% de fibra de acero.	Asentamiento	Ordinal
				Rotura probeta	Ordinal
			Diseño de concreto agregando un 5% de fibra de acero.	Asentamiento	Ordinal
				Rotura probeta	Ordinal
V.D Mejorar la Transitabilidad.	"Estado de la infraestructura vial que brinda un nivel de servicio y a su vez permite un flujo de vehículos regular durante un periodo determinado."	Se realizó la comparación entre el concreto convencional y los concretos que se le adicionarán el 2.5% y 5% respectivamente.	Concreto convencional 210 Kg/cm2	Asentamiento	Ordinal
				Rotura probeta	Ordinal
			Concreto agregando un 2.5% de fibras de acero.	Asentamiento	Ordinal
				Rotura probeta	Ordinal
			Concreto agregando un 5% de fibras de acero.	Asentamiento	Ordinal
				Rotura probeta	Ordinal

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. Imágenes mapa de ubicación



Figura 45. Mapa de ubicación



Figura 46. Mapa de ubicación

Anexo 4. Realización de conteo vehicular



Figura 47. Conteo vehicular



Figura 48. Conteo vehicular

Anexo 5. Realización calicatas para estudio de suelo.

Realización de la calicata C1.



Figura 49. Calicata – C1



Figura 50. Calicata – C1

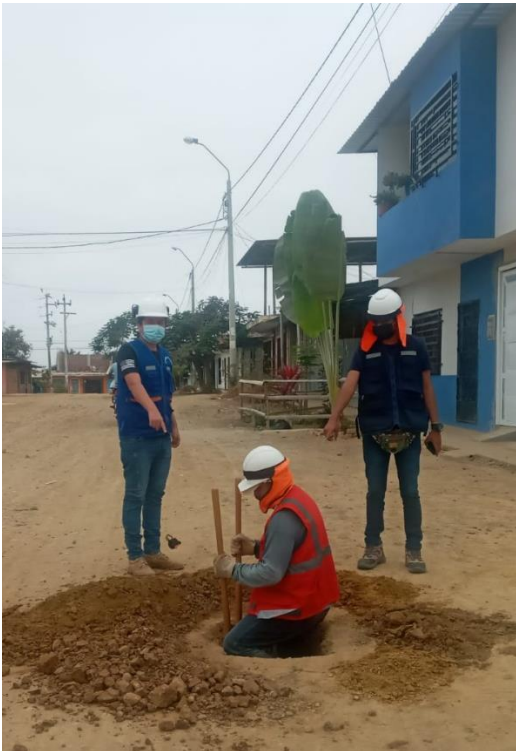


Figura 52. Calicata – C1



Figura 51. Calicata – C1

Realización de la calicata C2.



Figura 54. Calicata – C2.



Figura 53. Calicata – C2.



Figura 55. Calicata – C2.



Figura 56. Calicata – C2.

Realización de la calicata C2.



Figura 57. Calicata – C3.



Figura 58. Calicata – C3.



Figura 60. Calicata – C3.



Figura 59. Calicata – C3.

Anexo 6. Ensayos de laboratorio de suelos



Figura 62. Contenido de humedad.



Figura 61. Contenido de humedad.



Figura 63. Contenido de humedad.



Figura 64. Análisis Granulométrico por Tamizado.



Figura 65. Análisis Granulométrico por Tamizado.



Figura 67. Limite Liquido



Figura 66. Limite Liquido



Figura 68. Limite Liquido



Figura 69. Limite Liquido



Figura 70. Limite Plástico.



Figura 71. Limite Plástico.



Figura 72. Limite Plástico.



Figura 73. Limite Plástico.



Figura 75. Ensayo de Proctor Modificado.



Figura 74. Ensayo de Proctor Modificado



Figura 76. Ensayo de Proctor Modificado



Figura 77. Ensayo de Proctor Modificado



Figura 79. Ensayo de C.B.R.



Figura 78. Ensayo de C.B.R.



Figura 80. Ensayo de C.B.R.

Elaboración de probetas y ensayo del cono de Abrams



Figura 81. Pesos de agregados para el concreto.



Figura 82. Pesos de agregados para el concreto.



Figura 84. Peso de fibra de acero (Sika® Fiber CHO 80/60 NB).



Figura 83. Agregados para el concreto.



Figura 86. Peso de fibra de acero (Sika® Fiber CHO 80/60 NB).



Figura 85. Peso de fibra de acero (Sika® Fiber CHO 80/60 NB).



Figura 88. Mezclado del concreto.



Figura 87. Mezclado del concreto.



Figura 90. Aplicación de fibra de acero al 2.5 %.



Figura 89: Aplicación de fibra de acero al 2.5 %.



Figura 92. Aplicación de fibra de acero al 5 %.



Figura 91. Aplicación de fibra de acero al 5 %.



Figura 96. Ensayo cono de Abrams del concreto $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$ más 2.5 % de fibra de acero.



Figura 95. tomando medida de Islump del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$ más 2.5 % de acero.



Figura 94. Ensayo cono de Abrams del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$



Figura 93. Tomando medida de Islump del concreto patrón $F'c = 210 \text{ kg/m}^2$.



Figura 99. tomando medida de Islump del concreto patrón $F'c = 210$ kg/m^2 más 5 % de acero



Figura 98. tomando medida de Islump del concreto patrón $F'c = 210$ kg/m^2 más 5 % de acero.



Figura 97. Ensayo cono de Abrams del concreto $F'c = 210$ kg/m^2 más 5 % de fibra de acero.



Figura 101. Elaboración de probetas con el concreto patrón – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 100. Elaboración de probetas con el concreto patrón – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.



Figura 102. Elaboración de probetas – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más 2.5 %de fibra de acero.



Figura 103. Elaboración de probetas – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más 2.5 %de fibra de acero.



Figura 104. Elaboración de probetas – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más 5 % de fibra de acero.



Figura 106. Elaboración de probetas – $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ más 5 % de fibra de acero.



Figura 105. Probetas elaboradas.

Rotura de probetas



Figura 107. Rotura de probetas a 7 días.



Figura 108. Rotura de probetas a 7 días.



Figura 109. Rotura de probetas a 7 días.



Figura 110. Rotura de probetas a 7 días.



Figura 111. Rotura de probetas a 14 días.



Figura 112. Rotura de probetas a 14 días.



Figura 113. Rotura de probetas a 14 días.



Figura 114. Rotura de probetas a 14 días.



Figura 115. Rotura de probetas a 28 días.



Figura 116. Rotura de probetas a 28 días.



Figura 117. Rotura de probetas a 28 días.

Anexo 7. Acta de aprobación de la tesis

	<p>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</p>	<p>Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10-06-2019 Página : 123 de 139</p>
---	--	--

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don:

Pérez Ayala, Juan Fernando

cuyo título es: "Diseño de pavimento rígido fibroreforzado para mejorar la transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: ___

Lima, San Juan de Lurigancho __ de _____ del 2021.



.....
 PRESIDENTE

MG. LUIS ALBERTO SEGURA TERRONES

.....
 SECRETARIO

MG. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

.....
 VOCAL

MG. XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 Aprobó	 Vicerrectorado de Investigación
---	---	--------	---	---	--



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

Tumbes, octubre 2021

CARTA N°768 - 2021/SUELO MAS-LAB.

Señor (a):

BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO

LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

Ciudad. -

ASUNTO : ALCANZO ESTUDIO DE SUELOS

REF : TESIS: “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021”

De nuestra consideración:

Por la presente me dirijo a Ud. Para saludarlo cordialmente y a la vez alcanzo a su digno despacho los trabajos convenientes del estudio de suelos para la ejecución del Proyecto de la referencia.

- 01 ESTUDIO DE SUELOS

Le reitero Ud., mi saludo y estima.

Atentamente,

SUELO MAS E.I.R.A.,


Manuel Noriega Guerrero
TITULAR GERENTE



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

INFORME GEOTÉCNICO

**TESIS: “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO
PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE –
TUMBES 2021”**



**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

UBICACIÓN:

**REGIÓN : TUMBES
PROVINCIA: TUMBES
DISTRITO : TUMBES
LUGAR : AA. HH VIRGEN DEL CISNE**

Tumbes, octubre 2021



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

INFORME GEOTECNICO

TESIS: “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021”

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

GENERALIDADES

I. INTRODUCCION

El Informe Geotécnico, es elaborado con la finalidad de conocer las características físicas y mecánicas del suelo, por medio de trabajos de campo a través de pozos de exploración o calicatas “A cielo Abierto” y mediante ensayos del laboratorio.

II. UBICACION

El área en estudio se encuentra ubicada en el AA.HH. Virgen del Cisne, del sector Nuevo Tumbes del Distrito de Tumbes, Provincia y Región Tumbes.




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

III. OBJETIVOS

- Mejorar el Pavimento Rígido con Fibro Reforzado

IV. METODOLOGIA DEL TRABAJO

- Las muestras respectivas de este trabajo de investigación fueron de 3 calicatas teniendo 1Km de distancia con una profundidad respectiva de 1.50mt según indica el manual de carreteras Suelo Geología, Geotécnica y Pavimento. En el capítulo IV – Suelos que proporciona el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Se utilizó como técnica de recolección de datos la observación los instrumentos utilizados son los siguientes protocolos (Ensayos) Estandarizados por el MTC del Perú.

TÉCNICA	INSTRUMENTO	INVESTIGACION
Observación Experimental	Protocolos (Ensayos)	Investigación CUASI - Experimental

V. NORMATIVA

MTCE - 107	(ASTMD 422)	ANALISIS GRANULOMETRICO
MTCE - 110	(ASTMD 1241)	LIMITE LIQUIDO
MTCE - 111	(ASTMD 1241)	LIMITE PLASTICO
MTCE - 115	(ASTMD 4715)	PROCTOR MODIFICADO
MTCE - 132	(ASTMD 1883)	C.B.R




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

VI. TRABAJO DE LABORATORIO

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

6.1 CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTMD – 2216

Se define como humedad natural de un suelo, como el peso del agua que contiene, dividido entre el peso seco, expresado en porcentaje.



6.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO:

ASTMD – 422

Este ensayo es realizado para determinar el tamaño de los granos, se efectúa utilizando mallas 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", N° 4, 10, 30, 40, 60, 200; de acuerdo a las normas ASTM, para la clasificación de los suelos.




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

6.3 LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (ASTMD – 423)

Es la cantidad de agua máxima que puede almacenar un suelo expresado en porcentaje con el cual el suelo cambia de estado líquido a plástico, dicho ensayo se determina en la Copa Casa grande.



LIMITE PLASTICO (ASTMD – 424)

El límite plástico es la humedad mínima expresada como porcentaje del peso del material secado al horno, para el cual los suelos cohesivos pasan de un estado semisólido a un estado plástico.




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

6.4 ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D- 1557

Este ensayo se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen en el suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad.

Dicho ensayo tiene por objetivo determinar el peso volumétrico máximo que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima.




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

6.5 ENSAYO DE C.B.R. (CALIFORNIAN BOURING RATIO)

ASTMD – 1883

El valor relativo de Soporte Normal del Suelo (C.B.R) es un índice de su resistencia al esfuerzo cortante en condiciones determinadas de compactación de humedad y se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de 4 sección circular en una muestra de suelo respecto a la precisa para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad de una muestra tipo de piedra triturada.

En el resultado de C.B.R. se puede clasificar el suelo usando la siguiente tabla que índice el empleo que puede dársele al material por lo que al C.B.R. se refiere:

VALORES REFERENCIALES DE CBR, USOS Y SUELOS

CBR	Clasificación cualitativa del suelo	Uso
2 - 5	Muy mala	Sub rasante
5- 8	Mala	Sub rasante
8 - 20	Regular	Sub rasante
20 - 30	Excelente	Sub rasante
30 – 60	Buena	Sub base
60 – 80	Buena	Base
80 - 100	Excelente	Base




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

VII. RESULTADOS DE LABORATORIO

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

- * **CALICATA N° 01 (0.0 – 1.50mt.)**
 - **ESTRATO N° 01 (0.0 – 0.10mt.)**
Relleno Inapropiado (arcilla con basura)
Estado compacto y poco húmedo.
S.U.C.S = R
 - **ESTRATO N° 02 (0.10 – 1.50mt.)**
Arcilla de mediana plasticidad
Estado compacto y poco húmedo.
S.U.C.S = CL
- * **CALICATA N° 02 (0.0 – 1.50mt.)**
 - **ESTRATO N° 01 (0.0 – 0.15mt.)**
Afirmado transportado.
Estado compacto y casi seco.
S.U.C.S = R
 - **ESTRATO N° 02 (0.15 – 1.50mt.)**
Arcilla de mediana plasticidad
Estado compacto y poco húmedo.
S.U.C.S = CL
- * **CALICATA N° 03 (0.0 – 1.50mt.)**
 - **ESTRATO N° 01 (0.0 – 1.50mt.)**
Arcilla de mediana plasticidad
Estado compacto y poco húmedo.
S.U.C.S = CL





Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

CUADROS DE CLASIFICACION DE SUELO:

CALICATA N°	C1	
	0.0 – 0.10	0.10 - 1.50
Profundidad (mts.)	0.0 – 0.10	0.10 - 1.50
Muestra	M1	M2
% Pasa malla N° 200	RELLENO INAPROPIADO	77.0
Limite Liquido		36.9
Limite Plasticidad		18.7
Indicé de Plasticidad		18.2
Contenido de Humedad		8.20
Clasificación S.U.C.S.	R	CL

CALICATA N°	C2	
	0.0 – 0.15	0.15 – 1.50
Profundidad (mts.)	0.0 – 0.15	0.15 – 1.50
Muestra	M1	M2
% Pasa malla N° 200	11.0	75.0
Limite Liquido	23.6	37.5
Limite Plasticidad	18.1	18.8
Indicé de Plasticidad	5.5	18.7
Contenido de Humedad	8.30	9.20
Clasificación S.U.C.S.	GM-GC	CL

CALICATA N°	C3
	0.0 – 1.50
Profundidad (mts.)	0.0 – 1.50
Muestra	M1
% Pasa malla N° 200	73.0
Limite Liquido	36.8
Limite Plasticidad	18.4
Indicé de Plasticidad	18.5
Contenido de Humedad	8.10
Clasificación S.U.C.S.	CL




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422

ILUSTRACIONES



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE - TUMBES 2021"

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

VISTA PANORAMICA

Calle Virgen de Fátima

CALICATA N° 01




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

VISTA PANORAMICA

Av. San Martín de Porras

CALICATA N° 02




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE - TUMBES 2021"

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

VISTA PANORAMICA

Calle Sarita Colonia

CALICATA N° 03




Pedro Uanilo Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422

ANEXOS
ENSAYOS DE LABORATORIO



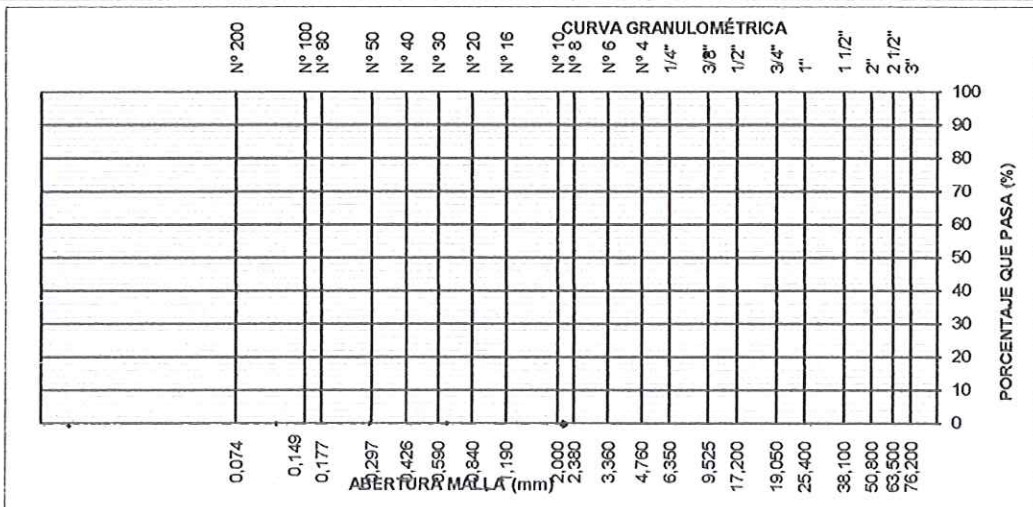
TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021
TESISTAS : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
 LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA
FECHA : Octubre, 2021

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETEN.(g.)	% RETEN.		% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
			PARCIAL	ACUMUL.			
3"	76.200						Material: Relleno Inapropiado Procedencia: C1 - M1 Profundidad: 0.0 - 0.10mt. PESO TOTAL (Wo) = gr PORCENTAJE DE AGREGADO Grava: % Arena : % Finos: %
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	RELLENO INAPROPIADO					
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000						
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590						
N° 40	0.426						
N° 60	0.297						
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074						
Total							

CARACTERISTICA FISICA Y MECANICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido (%)				
Límite Plástico (%)				Humedad (%)
Índice de Plasticidad (%)				
Clasificación:	SUCS.			
	AASHTO			



Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422



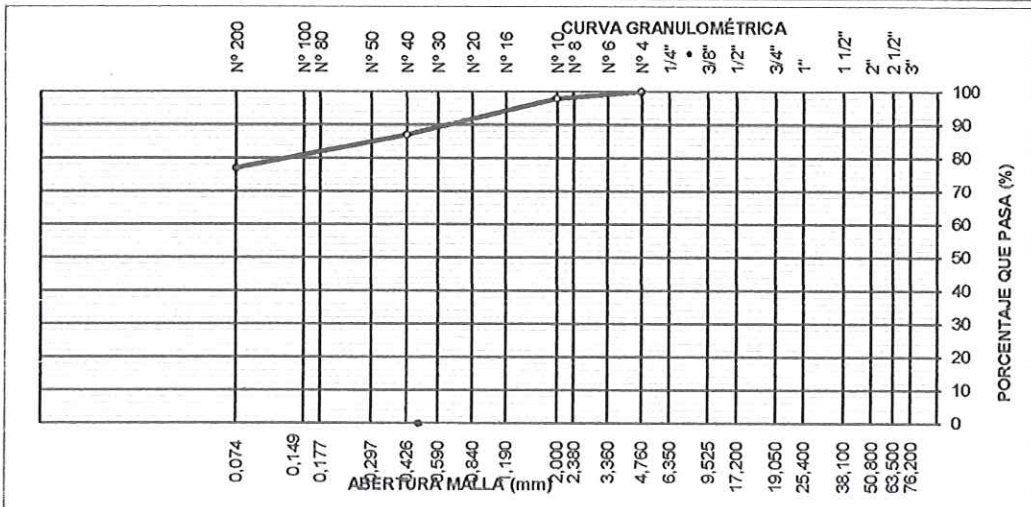
TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE - TUMBES 2021
TESISTAS : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
 LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA
FECHA : Octubre, 2021

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETEN.(g.)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Arcilla de mediana plst
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						Procedencia: C1 - M2
1"	25.400						Profundidad: 0.10 - 1.50mf.
3/4"	19.050						PESO TOTAL (Wo) = 300gr
1/2"	12.700						PORCENTAJE DE AGREGADO
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						Grava: %
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		Arena : 23%
N° 6	3.360						Finos: 77%
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	6.0	2.0	2.0	98.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	15.0	5.0	7.0	93.0		
N° 40	0.426	18.0	6.0	13.0	87.0		
N° 60	0.297	6.0	2.0	15.0	85.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	24.0	8.0	23.0	77.0		
Total							

CARACTERISTICA FISICA Y MECANICA DE LA MUESTRA

Límite líquido (%)	36.9					
Límite Plástico (%)	18.7					Humedad (%) 8.20
Índice de Plasticidad (%)	18.2					
Clasificación:	SUCS.	CL				
	AASHTO					



[Signature]
 Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELOS MAS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 252090 - CEL. 972945321 - RPM # 688277 - TUMBES

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021
TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
PROCEDENCIA: C1 - M2 / PROF. 0.10 - 1.50mt.
FECHA Octubre, 2021

Compactación

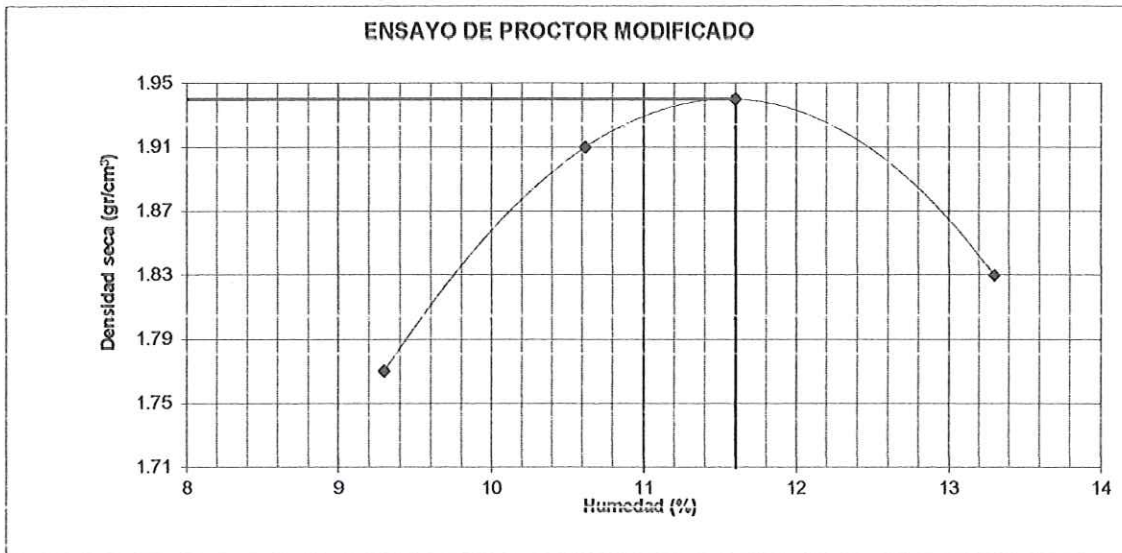
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	8460	8885	8995	8800
Peso molde (gr.)	3965	3965	3965	3965
Peso suelo compactado (gr.)	4495	4920	5030	4835
Volumen del molde (cm ³)	2317	2317	2317	2317
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.940	2.120	2.170	2.080


Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	270.00	270.00	259.62	270.00
Tara + suelo seco (gr.)	261.43	260.40	259.60	258.18
peso de agua	8.57	9.60	10.38	11.72
Peso de tara (gr.)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr.)	91.43	90.40	89.62	88.28
Humedad (%)	9.3	10.6	11.6	13.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.770	1.910	1.940	1.830

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : **1.940**
Optimo Contenido de Humedad (%) : **11.6**

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO




 Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 160.122



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2Q21"
TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA
MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
PROCEDENCIA : C1 - M2 - PROF. 0.10 - 1.50mt.
FECHA: Octubre, 2021

ENSAYO C.B.R. PARTE A

N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo(gr)	8,255		8,490		8,792	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,055		4,290		4,592	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.94		2.06		2.17	
Densidad seca (gr/cc)	1.71		1.82		1.94	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°			
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270	270	270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	259.61	258.1	259.62
Peso del Agua (gr)	10.39	11.84	10.38
Peso del Recipiente (gr)	170	170	170
Peso del Suelo Seco (gr)	89.61	88.16	89.62
% de Humedad	11.6	11.5	11.6
Humedad Promedio			

C.B.R. = 6.5 %




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

ENSAYO C.B.R. PARTE B

Penetraciones (pulgadas)	Penetraciones Cargas C.B.R.				(A) C.B.R. Kg x 0.0726				(B) C.B.R. Kg x 0.0487			
	Molde N° I 12 Golpes		Molde N° II 25 Golpes		Molde N° III 56 Golpes							
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %
0.025	0.3	6			0.7	15			1.3	28		
0.05	0.9	19			1.8	39			2.2	47		
0.075	1.6	34			2.4	51			3.4	73		
0.1	2.1	45		3.2	2.9	62		4.5	4.2	90		6.5
0.125	3.5	75			3.6	77			4.9	105		
0.15	4.1	88			4	85			5.8	124		
0.2	4.5	96		4.6	4.6	98		4.7	6.5	139		6.7
0.3	5.4	124			6.9	148			7.6	163		
0.4	6.7	143			7.5	161			8.1	173		
0.5												




 Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522092 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1883

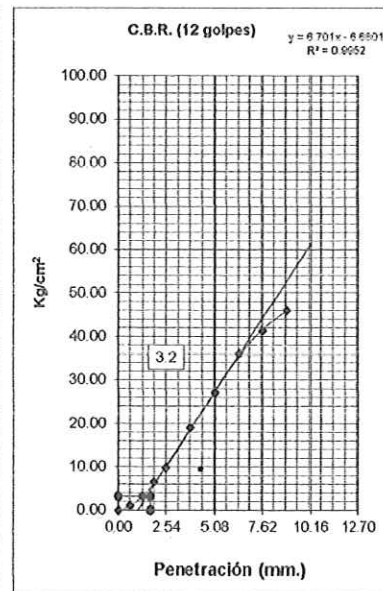
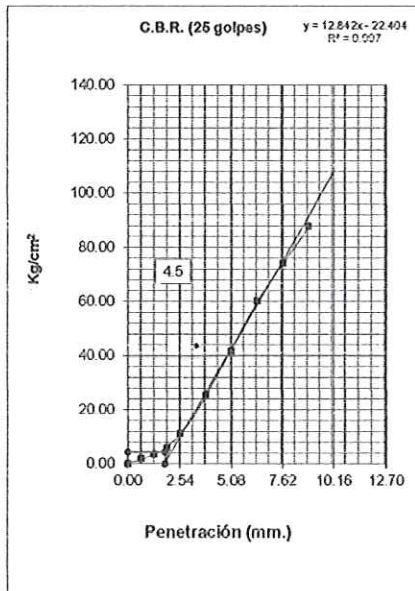
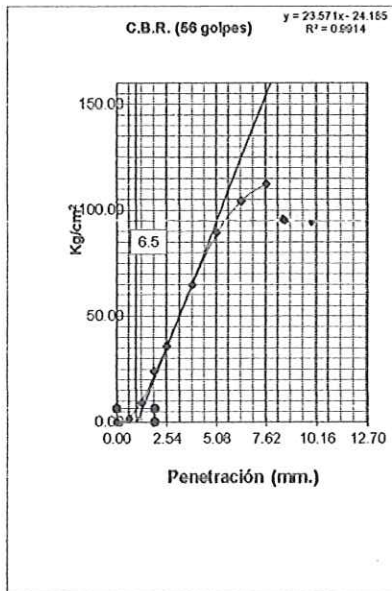
TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

MATERIAL : ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD (CL) C1 -M2 Prof:0.10-1.50mt

FECHA : octubre, 2021

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.940
Optimo Contenido de Humedad (%) : 11.6

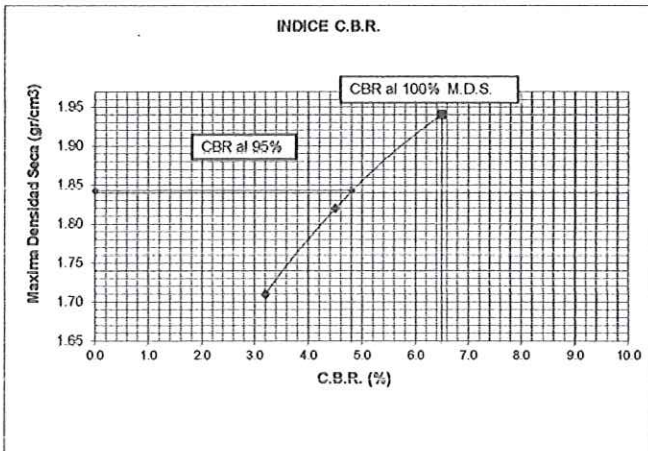


C.B.R. (0.1")-56 GOLPES : **6.5**

C.B.R. (0.1")-25 GOLPES : **4.5**

C.B.R. (0.1")-12 GOLPES : **3.2**

DETERMINACION DE C.B.R.



95% DE M.D.S. : 1.843

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 6.5 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 01" : 4.8 %

[Signature]
Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422





LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

522092 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO

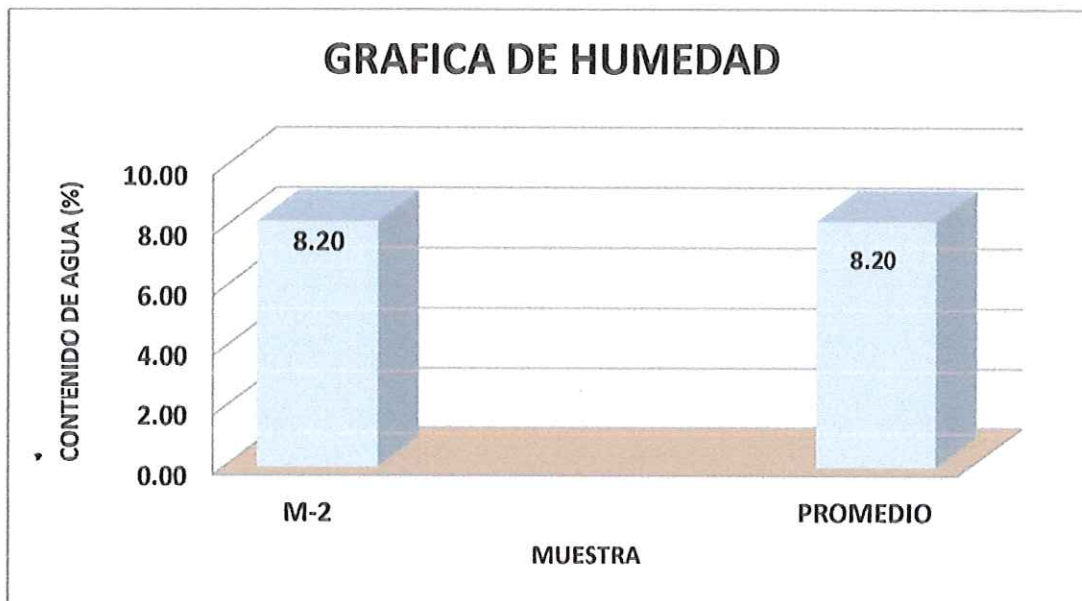
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : octubre, 2021

HUMEDAD NATURAL			
MUESTRA		M-2	PROMEDIO
Nº DE TARRO		1	
P. DEL TARRO (gr)		170.00	
TARRO+S. HUMEDO (gr)		270.00	
TARRO+S. SECO (gr)		262.40	
P. DEL S. HUMEDO (gr)		100.00	
P. DEL S. SECO (gr)		92.40	
P. DEL AGUA (gr)		7.60	
% DE HUMEDAD		8.20	8.20
HUMEDAD PROMEDIO (%)		8.20	

MATERIAL : ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD (CL)

PROCEDENCIA : C1-M2




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



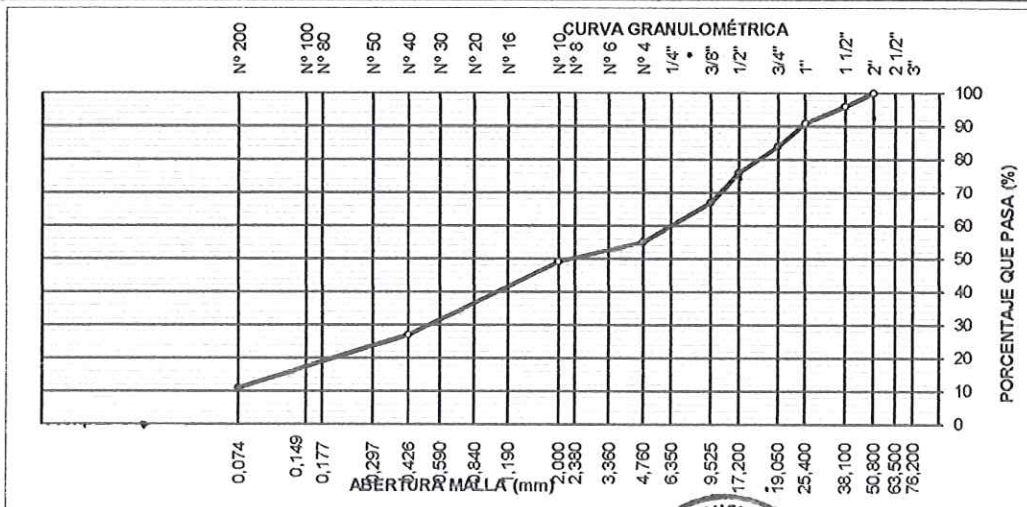
TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021
TESISTAS : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
 LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA
FECHA : Octubre, 2021

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

MALLA S	ABERTURA (mm)	PESO RETEN.(g.)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Afirmado transportado
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Procedencia: C2 - M1
1 1/2"	38.100	105.0	4.0	4.0	96.0		Profundidad: 0.0 - 0.15mt.
1"	25.400	120.0	5.0	9.0	91.0		
3/4"	19.050	175.0	7.0	16.0	84.0		PESO TOTAL (Wo) = 2386 gr
1/2"	12.700	188.0	8.0	24.0	76.0		
3/8"	9.525	203.0	9.0	33.0	67.0		PORCENTAJE DE AGREGADO
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	280.0	12.0	45.0	55.0		Grava: 45%
N° 6	3.360						Arena : 44%
N° 8	2.380						Finos: 11%
N° 10	2.000	11.0	6.0	51.0	49.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	26.0	14.0	65.0	35.0		
N° 40	0.426	14.0	8.0	73.0	27.0		
N° 60	0.297	12.0	7.0	80.0	20.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	17.0	9.0	89.0	11.0		
Total							

CARACTERISTICA FISICA Y MECANICA DE LA MUESTRA

Límite líquido (%)	23.6			
Límite Plástico (%)	18.1			Humedad (%) 8.30
Índice de Plasticidad (%)	5.5			
Clasificación:	SUCS. GM-GC			
	AASHTO			



[Signature]
 Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422





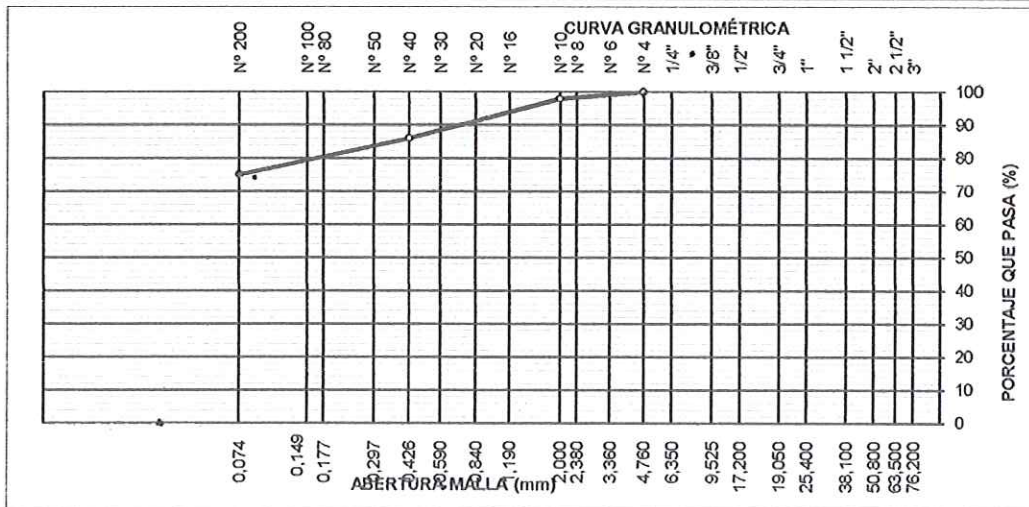
TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021
TESISTAS : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
 LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA
FECHA : Octubre, 2021

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETEN.(g.)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Arcilla de mediana plst Procedencia: C2 - M2 Profundidad: 0.15 - 1.50mt.
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						PESO TOTAL (Wo) = 300gr
1"	25.400						
3/4"	19.050						PORCENTAJE DE AGREGADO
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						Grava: % Arena : 25% Finos: 75%
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	6.0	2.0	2.0	98.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	12.0	4.0	6.0	94.0		
N° 40	0.426	24.0	8.0	14.0	86.0		
N° 60	0.297	6.0	2.0	16.0	84.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	27.0	9.0	25.0	75.0		
Total							

CARACTERISTICA FISICA Y MECANICA DE LA MUESTRA

Límite Líquido (%)	37.5				
Límite Plástico (%)	18.8				Humedad (%) 9.20
Índice de Plasticidad (%)	18.7				
Clasificación:	SUCS. CL				
	AASHTO				



[Signature]
 Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522092 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021
TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
PROCEDENCIA: C2 - M2 / PROF. 0.15 - 1.50mt.

FECHA : Octubre 2021

Compactación

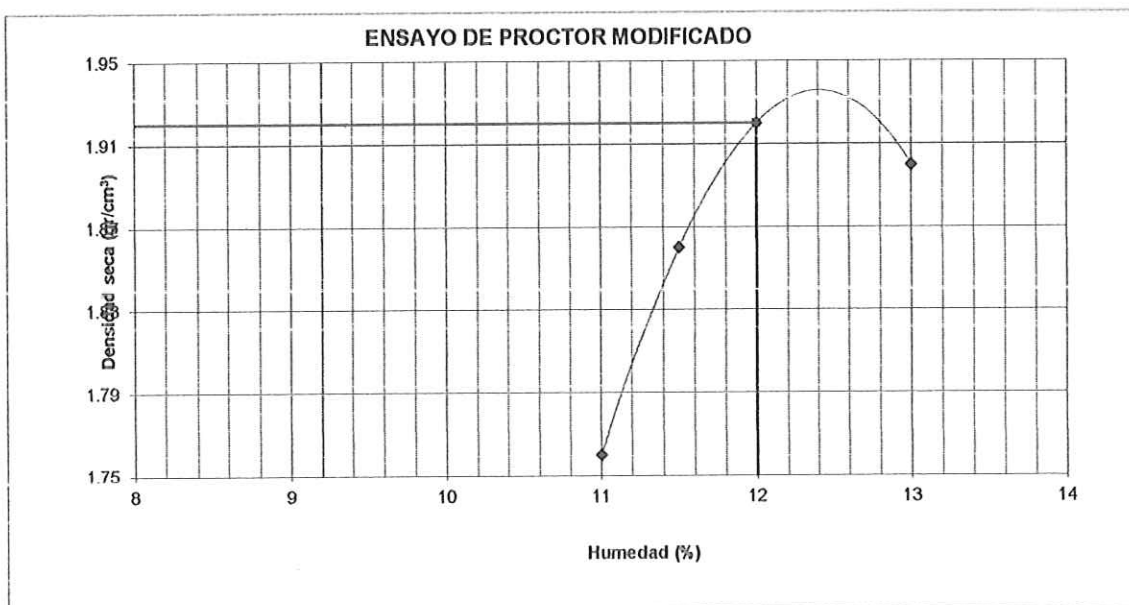
Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	8493	8773	8950	8943
Peso molde (gr.)	3965	3965	3965	3965
Peso suelo compactado (gr.)	4528	4808	4985	4978
Volumen del molde (cm ³)	2317	2317	2317	2317
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.954	2.075	2.151	2.148

Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	270.00	270.00	270.00	270.00
Tara + suelo seco (gr.)	260.05	259.68	259.25	258.49
peso de agua	9.95	10.32	10.75	11.51
Peso de tara (gr.)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr.)	90.05	89.68	89.25	88.49
Humedad (%)	11.0	11.5	12.0	13.0
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.760	1.860	1.920	1.900

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : **1.920**

Optimo Contenido de Humedad (%) : **12.0**




 Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

PROCEDENCIA : C2 - M2 - PROF. 0.15 - 1.50mt.

FECHA: Octubre, 2021

ENSAYO C.B.R. PARTE A

N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo(gr)	8,215		8,550		8,690	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,015		4,350		4,490	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.92		2.08		2.15	
Densidad seca (gr/cc)	1.72		1.86		1.92	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°					
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270		270		270
Recipiente + Suelo Seco (gr)	259.25		259.26		259.25
Peso del Agua (gr)	10.75		10.74		10.75
Peso del Recipiente (gr)	170		170		170
Peso del Suelo Seco (gr)	89.25		89.26		89.25
% de Humedad	12		12		12
Humedad Promedio					

C.B.R. = 6,3 %




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL.972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

ENSAYO C.B.R. PARTE B

Penetraciones Cargas C.B.R.												
(A) C.B.R. Kg x 0.0726												
(B) C.B.R. Kg x 0.0487												
Penetraciones (pulgadas)	Molde N° I 12 Golpes				Molde N° II 25 Golpes				Molde N° III 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %
0.025	0.4	9			0.7	15			1.4	30		
0.05	0.9	19			1.5	32			2.6	56		
0.075	1.8	39			2.4	47			3.5	75		
0.1	2.5	54	3.9		3.6	77	5.5		4.1	88		6.3
0.125	3.2	68			4.3	92			5.2	111		
0.15	3.8	81			5.4	115			6.3	135		
0.2	4.1	87	4.2		5.9	126	6.1		6.8	145		7
0.3	5.6	120			6.8	146			7.3	156		
0.4	6.3	135			7.4	158			8.4	180		




 Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522092 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1893

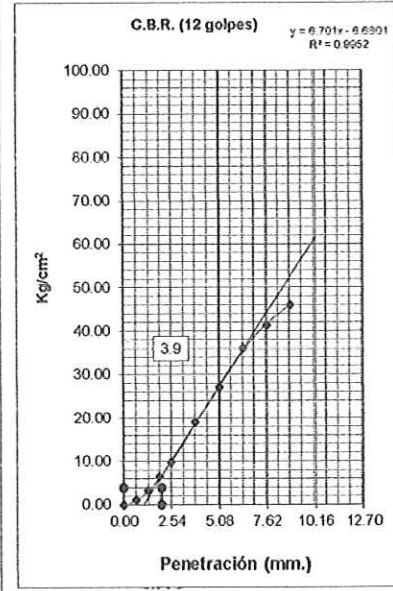
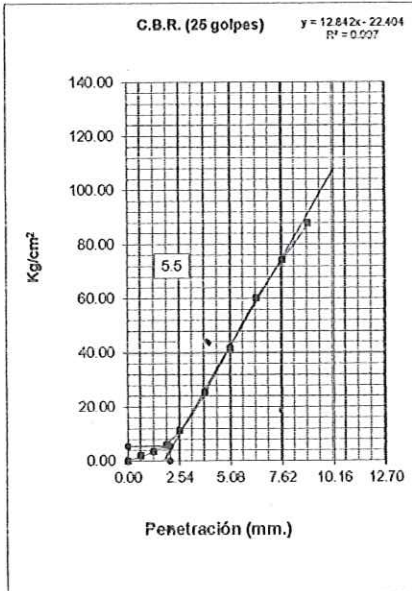
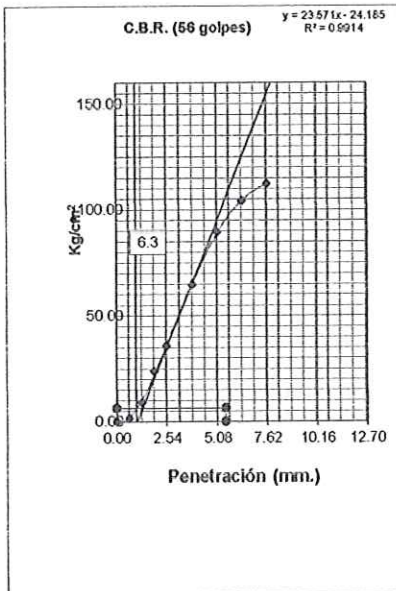
TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

TESISTA : BRAYAN VAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

MATERIAL : ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD (CL) C2- M 2 PROF:0.15-1.50mt

FECHA : octubre, 2021

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.920
Optimo Contenido de Humedad (%) : 12.0

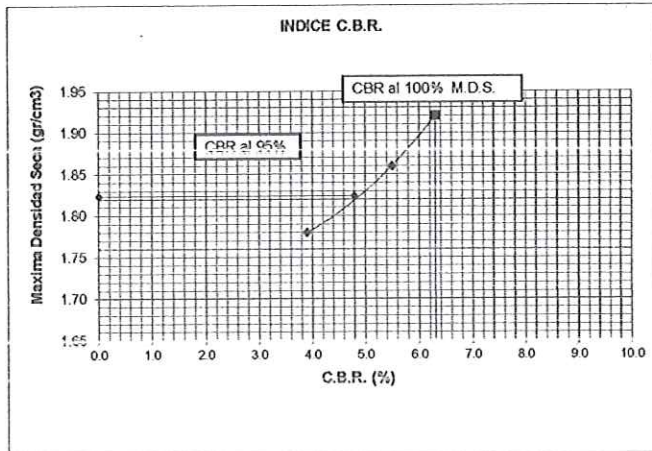


C.B.R. (0.1") 56 GOLPES : 6.3

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 5.5

C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 3.9

DETERMINACIÓN DE C.B.R.



95% DE M.D.S. : 1.824

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 6.3 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 4.8 %



Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

522092 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO

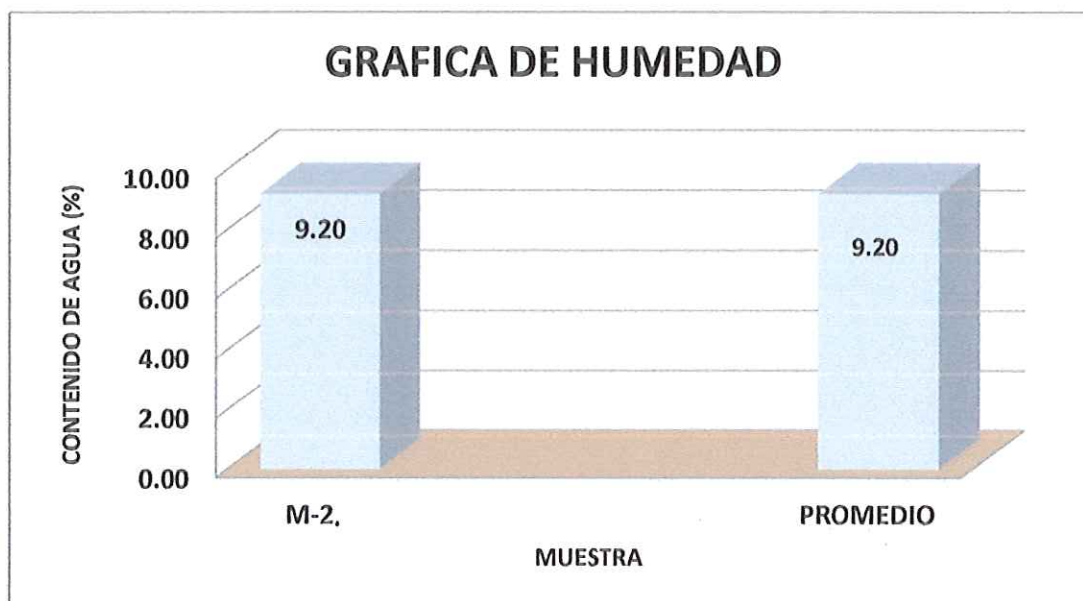
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : octubre, 2021

HUMEDAD NATURAL			
MUESTRA		M-2	PROMEDIO
Nº DE TARRO		1	
P. DEL TARRO (gr)		170.00	
TARRO+S. HUMEDO (gr)		270.00	
TARRO+S. SECO (gr)		261.60	
P. DEL S. HUMEDO (gr)		100.00	
P. DEL S. SECO (gr)		91.60	
P. DEL AGUA (gr)		8.40	
% DE HUMEDAD		9.20	9.20
HUMEDAD PROMEDIO (%)		9.20	

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD (CL)

PROCEDENCIA : C2-M2




Pedro Daniel Garry Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

TESISTAS : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
 LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

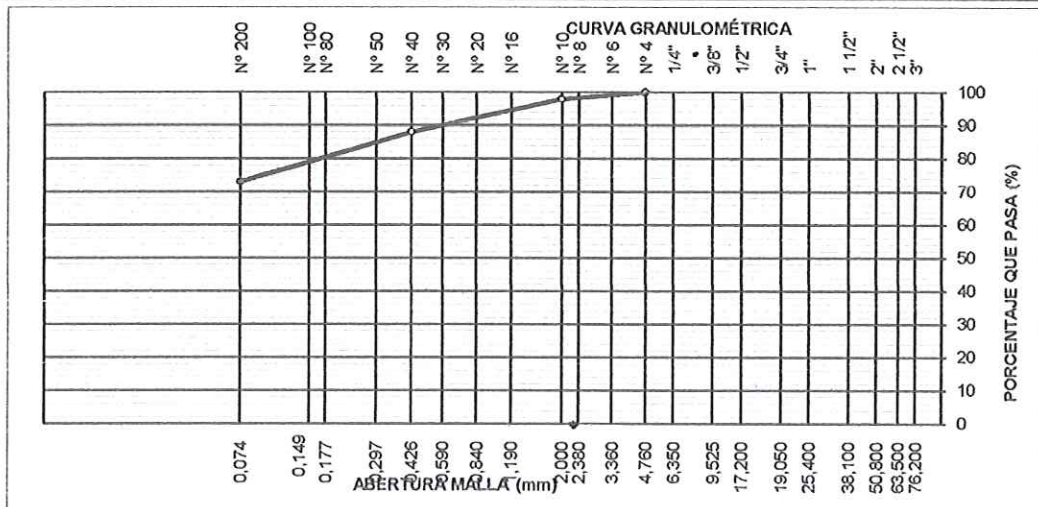
FECHA : Octubre, 2021

ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETEN.(g.)	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Arçilla de mediana plst Procedencia: C3 - M1 Profundidad: 0.0- 1.50mt. PESO TOTAL (Wo) = 300gr PORCENTAJE DE AGREGADO Grava: % Arena : 27% Finos: 73%
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	0.0	0.0	0.0	100.0		
N° 6	3.360						
N° 8	2.380						
N° 10	2.000	6.0	2.0	2.0	98.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	15.0	5.0	7.0	93.0		
N° 40	0.426	15.0	5.0	12.0	88.0		
N° 60	0.297	21.0	7.0	19.0	81.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	24.0	8.0	27.0	73.0		
Total							

CARACTERISTICA FISICA Y MECANICA DE LA MUESTRA

Limite lquido (%)	36.8					
Limite Plastico (%)	18.4					Humedad (%) 8.10
Indice de Plasticidad (%)	18.5					
Clasificación:	SUCS. CL					
	AASHTO					



[Handwritten Signature]
 Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MAS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522092 - CEL.972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021
TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

MATERIAL REPRESENTATIVO: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD
PROCEDENCIA: C3 - M1 / PROF. o.o - 1.50mt.
FECHA Octubre, 2021

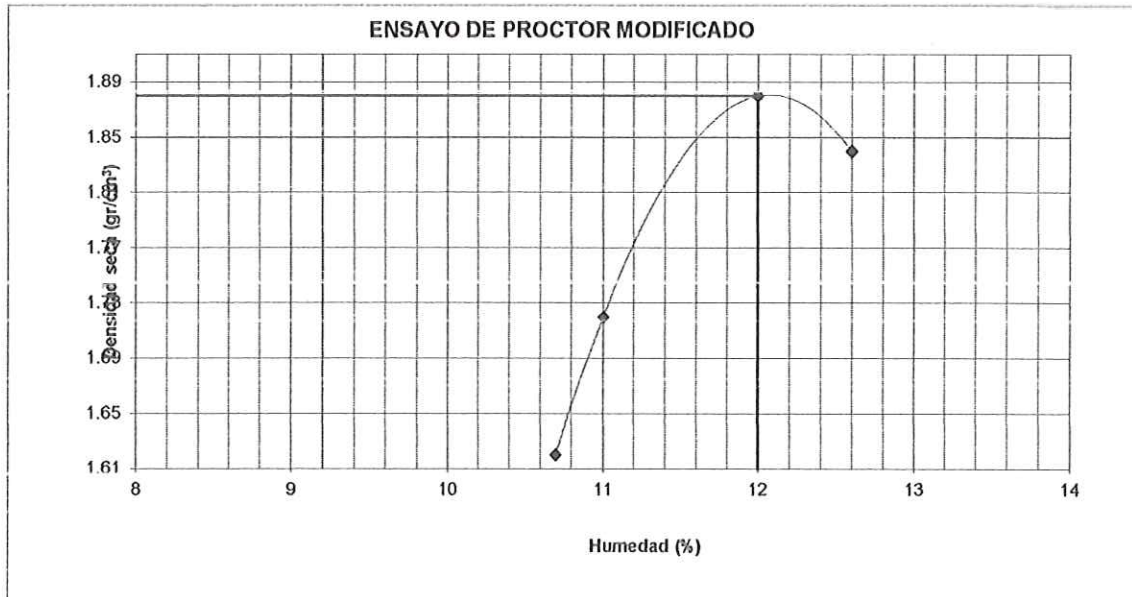
Compactación

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	56	56	56	56
Peso suelo + molde (gr.)	8160	8395	8832	8790
Peso molde (gr.)	3965	3965	3965	3965
Peso suelo compactado (gr.)	4165	4430	4867	4825
Volumen del molde (cm ³)	2317	2317	2317	2317
Densidad humeda (gr/cm ³)	1.800	1.990	2.100	2.080

Humedad (%)

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	270.00	270.00	270.00	270.00
Tara + suelo seco (gr.)	260.35	260.10	259.25	258.79
peso de agua	9.65	9.90	10.75	11.21
Peso de tara (gr.)	170.00	170.00	170.00	170.00
Peso de suelo seco (gr.)	90.35	90.10	89.25	88.79
Humedad (%)	10.7	11.0	12.0	12.6
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.620	1.720	1.880	1.840

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : **1.880**
Optimo Contenido de Humedad (%) : **12.0**



Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL.972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

MATERIAL: ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD

PROCEDENCIA : C3-M1 Prof. 0.0 -1.50mt

FECHA: Octubre, 2021

ENSAYO C.B.R. PARTE A

N° DE MOLDE	1		2		3	
N° DE CAPAS	5		5		5	
N° DE GOLPES POR CAPAS	12		25		56	
CONDICION DE LA MUESTRA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA	SIN MOJAR	MOJADA
Peso del Molde + suelo húmedo(gr)	8,210		8,490		8,596	
Peso del molde (gr)	4,200		4,200		4,200	
Peso del suelo húmedo (gr)	4,010		4,290		4,396	
Volumen del suelo (cc)	2,084		2,084		2,084	
Densidad húmeda (gr/cc)	1.92		2.06		2.11	
Densidad seca (gr/cc)	1.71		1.83		1.88	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°						
Recipiente + suelo Húmedo (gr)	270		270		270	
Recipiente + Suelo Seco (gr)	259.33		259.07		259.3	
Peso del Agua (gr)	10.67		10.93		10.7	
Peso del Recipiente (gr)	170		170		170	
Peso del Suelo Seco (gr)	89.13		89.07		89.3	
% de Humedad	12.2		12.3		12	
Humedad Promedio						

C.B.R. = 6.8%




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N°248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522090 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

ENSAYO C.B.R. PARTE B

Penetraciones Cargas C.B.R. (A) C.B.R. Kg x 0.0726 (B) C.B.R. Kg x 0.0487

Penetraciones (pulgadas)	Molde, N° I 12 Golpes				Molde N° II 25 Golpes				Molde N° III 56 Golpes			
	Sin Corregir		Corregidas		Sin corregir		Corregidas		Sin Corregir		Corregidas	
	lectura cuadrante	carga Kg	Carga Kg	C.B.R %	Lectura Cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %	Lectura cuadrante	carga Kg	carga Kg	C.B.R %
0.025	0.5	11			1	21			1.5	32		
0.05	1	21			1.7	36			2.5	54		
0.075	1.5	32			2.6	56			3.6	77		
0.1	2	43		3.7	3.3	71		5.1	4.4	94		6.8
0.125	2.7	58			4.3	92			5.1	109		
0.15	3.3	71			4.7	101			6.3	135		
0.2	3.9	83		4.	5.2	111		5.4	6.8	146		7.1
0.3	4.5	96			6	128			8	171		
0.4	4.7	101			6.3	135			8.4	180		
0.5												




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

☎ 522092 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ENSAJO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) ASTM D-1893

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

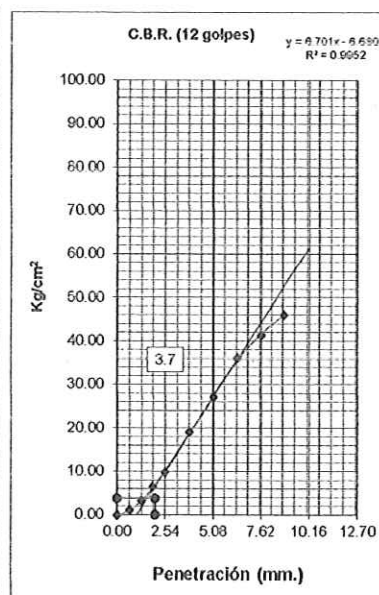
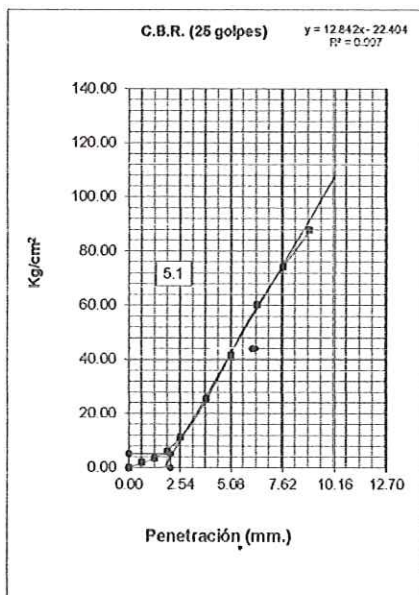
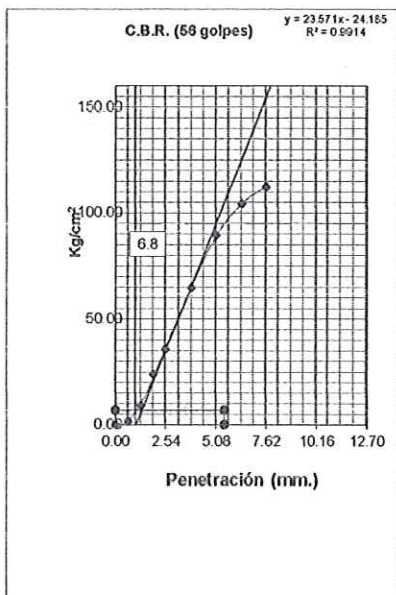
TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO

MATERIAL : LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : octubre, 2021

Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.880

Optimo Contenido de Humedad (%) : 12.0

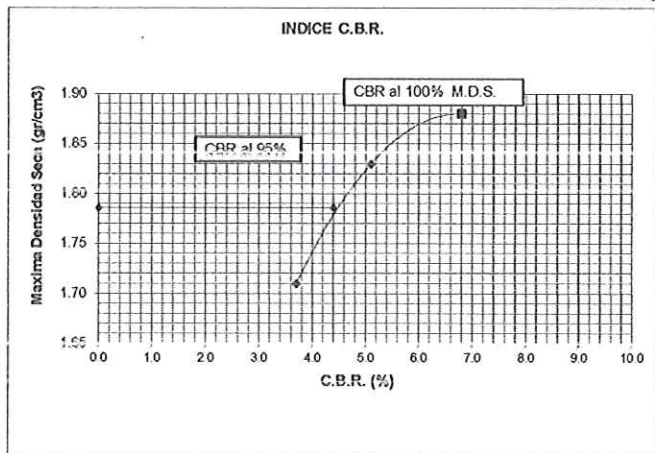


C.B.R. (0.1") 58 GOLPES : 6.8

C.B.R. (0.1") 25 GOLPES : 5.1

C.B.R. (0.1") 12 GOLPES : 3.7

DETERMINACION DE C.B.R.



95% DE M.D.S. : 1.786

C.B.R. (100% M.D.S.) 0.1" : 6.8 %

C.B.R. (95% M.D.S.) 0.1" : 4.4 %

Pedro Daniel Garay Arica
 ING. CIVIL
 REG. N° 186422





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

522092 - CEL 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

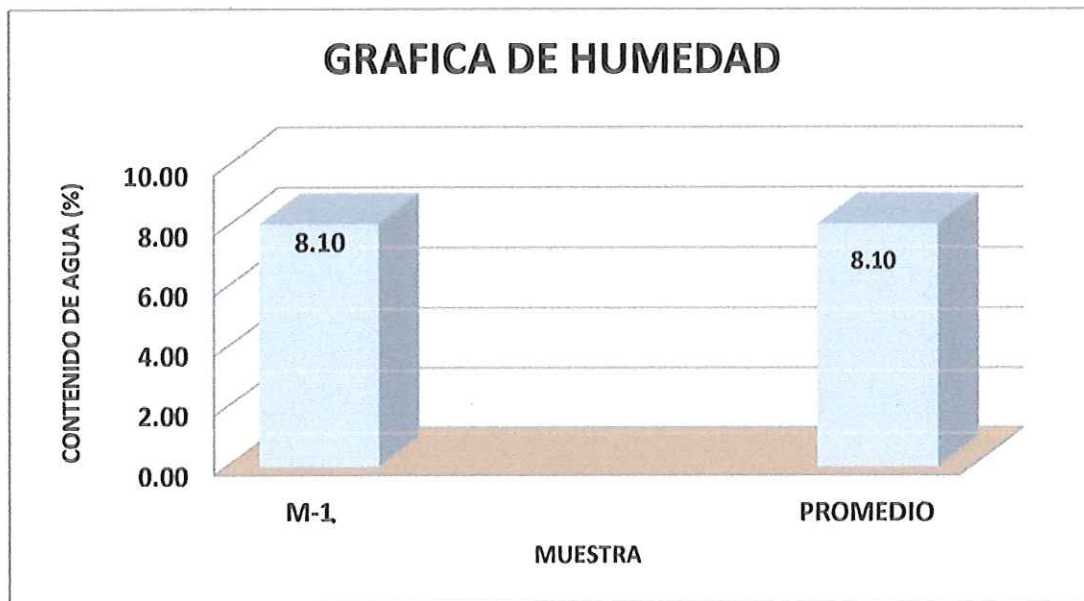
TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : octubre, 2021

HUMEDAD NATURAL			
MUESTRA		M-1	PROMEDIO
N° DE TARRO		1	
P. DEL TARRO (gr)		170.00	
TARRO+S. HUMEDO (gr)		270.00	
TARRO+S. SECO (gr)		262.50	
P. DEL S. HUMEDO (gr)		100.00	
P. DEL S. SECO (gr)		92.50	
P. DEL AGUA (gr)		7.50	
% DE HUMEDAD		8.10	8.10
HUMEDAD PROMEDIO (%)		8.10	

MATERIAL : ARCILLA DE MEDIANA PLASTICIDAD (CL)

PROCEDENCIA : C3-M1




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA

**TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"**

TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO

LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

MUESTRA : C1 – CALLE VIRGEN DE FATIMA

PROFUNDIDAD: 0.0 – 1.50mts.

FECHA : Octubre, 2021

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
0.10	M1		Relleno inapropiado (arcilla con basura). Estado compacto y poco húmedo.	R	-
1.40	M2		Arcilla de mediana plasticidad. Estado compacto y poco húmedo	CL	A-6(11)



Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"



TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO

LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA


MUESTRA : C2 - Av. SAN MARTIN DE PORRAS

PROFUNDIDAD: 0.0 – 1.50mts.

FECHA : Octubre, 2021

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
0.15	M1		Afirmado transportado. Estado compacto y poco húmedo.	GM-GC	A-1b(0)
1.35	M2		Arcilla de mediana plasticidad. Estado compacto y poco húmedo	CL	A-6(11)




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTRATIGRAFIA


**TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"**

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

MUESTRA : C3 – CALLE SARITA COLONIA

PROFUNDIDAD: 0.0 – 1.50mts.

FECHA : Octubre, 2021

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO	CLASIFICACION	
				S.U.C.S	AASHTO
1.50	M1		Arcilla de mediana plasticidad. Estado compacto y poco húmedo	CL.	A-6(11)




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186432



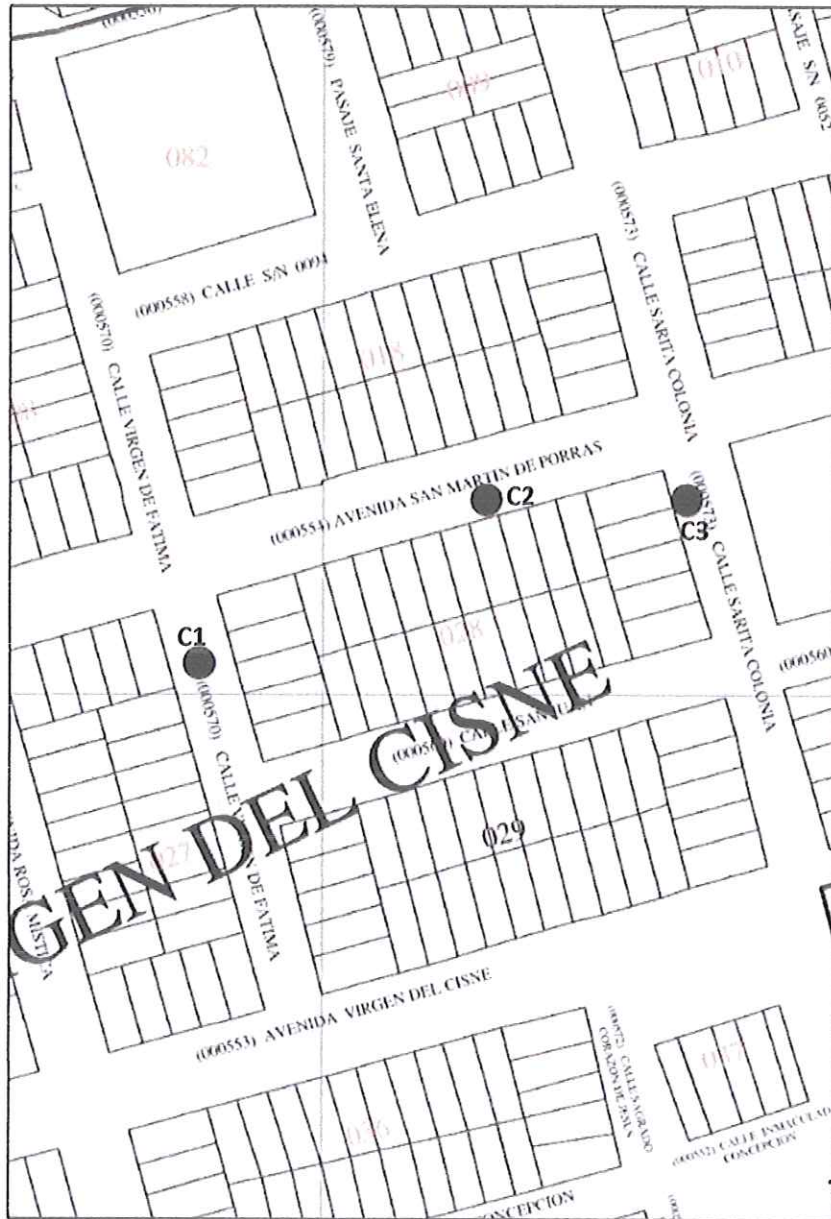
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
TEL: 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE - TUMBES 2021"

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBRO REFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

**TESISTA: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

CUADRO DE ENSAYOS

CALICATAS	%H	L.L	L.P	I.P	PROCTOR	C.B.R
C-1-M2	8.2	36.9	18.7	18.2	1.94	6.5
C-2-M2	9.2	37.5	18.8	18.7	1.92	6.3
C-3-M1	8.10	36.8	18.4	18.5	1.88	6.8




Pedro Daniel Garay Arica
ING. CIVIL
REG. N° 186422



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

Certificados de Calibración de Maquinas



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 006 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 4

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	CORTE DIRECTO	
Capacidad	2000 N	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STZJY-6	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Número de Serie	130612	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STZJY-6	
Número de Serie	130612	
División de Escala / Resolución	1 N	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-01-21	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 16:02:20
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540 0612
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 009 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	210015
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 El Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-1A
Número de Serie	121010
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2021-01-20

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:54:17
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971-439-272 / 971-439-282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
TEL: 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 021 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.		
3. Dirección	Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES		Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA		
Capacidad Máxima	15000 g		
División de escala (d)	0,1 g		
Div. de verificación (e)	1 g		
Clase de exactitud	II		
Marca	A&A INSTRUMENTS		
Modelo	WT150001XEJ		
Número de Serie	120607066		
Capacidad mínima	5 g		
Procedencia	CHINA		
Identificación	NO INDICA		
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO		
5. Fecha de Calibración	2021-01-22		

Fecha de Emisión
2021-01-25

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:53:29
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicio de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 010 - 2021**

*Área de Metrología
Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Capacidad Máxima	500 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	YA 501	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	2 g	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	15034 (*)	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Fecha de Calibración	2021-01-20	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:52:52
-05'00'



Metrologia & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LP - 005 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Presión

Página 1 de 3

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Instrumento de Medición	PROBADOR DE HUMEDAD (SPEEDY)	
Alcance de indicación	0 % a 22 %	
División de Escala / Resolución	0,2 %	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Marca	SOLOTEST	
Modelo	NO INDICA	
Número de Serie	15034	
Procedencia	BRASIL	
Identificación	NO INDICA	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Tipo	ANALOGICA	
5. Fecha de Calibración	2021-01-20	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
		El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 15:58:12
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Tel: (511) 540-0642
Cel: (511) 971-439-272 / 971-439-282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 007 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Equipo	PRENSA CBR	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad	50 kN	
Marca	A&A INSTRUMENTS	
Modelo	STCBR	
Número de Serie	13311	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	
5. Indicador	ANALÓGICO	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	BAKER	
Número de Serie	SLA518	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de Escala / Resolución	0,0001 pulg.	
6. Fecha de Calibración	2021-01-20	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 16:03:13
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
TEL: 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LTF - 003 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Tiempo y Frecuencia

Página 1 de 3

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Instrumento de medición	MÁQUINA PARA PRUEBAS DE ABRASIÓN TIPO LOS ÁNGELES	
Fabricante	A&A INSTRUMENTS	
Número de Serie	181013	
Modelo	STMH-3	
Alcance de Indicación	0 a 9999 Vueltas	
Div. de escala / Resolución	1 Vuelta	
Identificación	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Tipo de indicación	DIGITAL	
5. Fecha de Calibración	2021-01-20	
6. Lugar de calibración	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 16:06:21
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 001 - 2021**

*Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 3

1. Expediente	210015	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	SUELO MAS E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr.Cahuide N° 248 EL Milagro, Tumbes - Tumbes - TUMBES	
4. Instrumento de Medición	COMPARADOR DE CUADRANTE (DIAL)	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Alcance de indicación	0 mm a 10 mm	
División de Escala / Resolución	0,01 mm	
Marca	NO INDICA	
Modelo	YBD-10	
Número de Serie	NO INDICA	
Procedencia	CHINA	
Identificación	130612 (*)	
Tipo de indicación	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Calibración	2021-01-21	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-01-25

Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.01.26 16:04:22
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #972945321 - Tumbes

“AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA”

Tumbes, noviembre 2021

CARTA N° 863 - 2021/SUELO MAS-LAB.

SEÑOR:

BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO

LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

ciudad.

ASUNTO : ENSAYOS DE LABORATORIO

REF: **TESIS:** “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021”

De nuestra consideración:

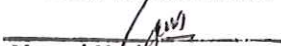
Por la presente me dirijo a Ud. Para saludarlo cordialmente y a la vez alcanzo a su digno despacho los trabajos convenientes de la obra de la referencia.

- 03 ENSAYOS DE DISEÑO DE MEZCLA TEORICO $F_c = 210 \text{Kg/Cm}^2$

Le reitero Ud., mi saludo y estima.

Atentamente

SUELO MAS E.I.R.L.


Manuel Noriega Guerrero
TITULAR GERENTE

DISEÑOS DE MEZCLA



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND TIPO MS (NORMA ASTM C 192)

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA: 30/10/2021

RESISTENCIA: FC = 210Kg/cm ² a los 28 días	
CEMENTO (ASTM.C TIPO MS)	
ESTRUCTURAS: CONCRETO Fc:210Kg/cm ²	ASENTAM(SLUMP): 3" pulg
AG. FINO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - (ARENA ZARANDEADA)	
AG. GRUESO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - (PIEDRA ZARANDEADA 3/4)	

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

DESCRIPCIÓN	AG. FINO	AG. GRUESO
1. PESO ESPECÍFICO. Bulk (Base Seca)	2.62	2.63
2. PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO Kg/m³	-	1.647
3. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	1.3	1.1
4. CONTENIDO DE HUMEDAD %	1.0	0.5
5. MÓDULO FINEZA ASTM C - 125	2.8	-
6. TAMAÑO MÁX. AGREGADOS (Pulg.)	-	3/4"
7. PESO UNITARIO SUELTO Y SECO Kg./m³	1,560	1,616

TABLAS PARA DISEÑOS DE MEZCLA

A.- ASENTAMIENTO EN cm. (Tabla N° 01) SLUMP	7.5
B.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Tabla 1) Lit./m ³	184
C.- POCENTAJE DE AIRE ATRAPADO (Tabla 2)	2.0%
D.- RELACIÓN AGUA – CEMENTO (Tabla 3)	0.53
E.- VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m ³ DE CONCRETO (TABLA 3)	0.62

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO EN MEZCLA (SECO)

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Seco Kg/m ³	347	776	1021	184

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Obra kg/m ³	347	784	1026	187

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Dosificación en Peso	1	2.26	2.95	0.54
Dosificación en Volumen	1	2.17	2.74	-
Dosificación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"				



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moron
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND TIPO MS (NORMA ASTM C 192)

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA: 30/10/2021

RESISTENCIA: FC = 210Kg/cm ² a los 28 días	
CEMENTO (ASTM.C TIPO MS)	
ESTRUCTURAS: CONCRETO Fc: 210Kg/cm ² CON ADICION DE FIBRA DE ACERO AL 2.5 %	ASENTAM(SLUMP): 3" pulg
AG. FNO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - (ARENA ZARANDEADA)	
AG. GRUESO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - (PIEDRA ZARANDEADA 3/4)	

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

DESCRIPCIÓN	AG. FINO	AG. GRUESO
1. PESO ESPECÍFICO. Bulk (Base Seca)	2.62	2.63
2. PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO Kg/m ³	-	1.647
3. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	1.3	1.1
4. CONTENIDO DE HÚMEDAD %	1.0	0.5
5. MÓDULO FINEZA ASTM C - 125	2.8	-
6. TAMAÑO MÁX. AGREGADOS (Pulg.)	-	3/4"
7. PESO UNITARIO SUELTO Y SECO Kg./m ³	1,560	1,616

TABLAS PARA DISEÑOS DE MEZCLA

A.- ASENTAMIENTO EN cm. (Tabla N° 01) SLUMP	7.5
B.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Tabla 1) Lit./m ³	184
C.- POCENTAJE DE AIRE ATRAPADO (Tabla 2)	2.0%
D.- RELACIÓN AGUA – CEMENTO (Tabla 3)	0.53
E.- VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m ³ DE CONCRETO (TABLA 3)	0.62

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO EN MEZCLA (SECO)

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Seco Kg/m ³	347	776	1021	184

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Obra kg/m ³	347	784	1026	187

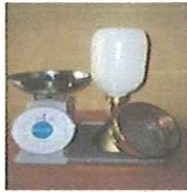
PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA	FIBRA DE ACERO
Dosificación en Peso	1	2.26	2.95	0.54	
Dosificación en Volumen	1	2.17	2.74	-	- 2.5%
Dosificación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"					



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND TIPO MS (NORMA ASTM C 192)

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA: 30/10/2021

RESISTENCIA: FC = 210Kg/cm ² a los 28 días	
CEMENTO (ASTM.C TIPO MS)	
ESTRUCTURAS: CONCRETO Fc: 210Kg/cm ² CON ADICION DE FIBRA DE ACERO AL 5 %	ASENTAM(SLUMP): 3" pulg
AG. FNO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - (ARENA ZARANDEADA)	
AG. GRUESO : CANTERA VIA CRUCIS 2005 - (PIEDRA ZARANDEADA 3/4)	

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

DESCRIPCIÓN	AG. FINO	AG. GRUESO
1. PESO ESPECÍFICO. Bulk (Base Seca)	2.62	2.63
2. PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO Kg/m³	-	1.647
3. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN %	1.3	1.1
4. CONTENIDO DE HÚMEDAD %	1.0	0.5
5. MÓDULO FINEZA ASTM C - 125	2.8	-
6. TAMAÑO MÁX. AGREGADOS (Pulg.)	-	3/4"
7. PESO UNITARIO SUELTO Y SECO Kg./m³	1,560	1,616

TABLAS PARA DISEÑOS DE MEZCLA

A.- ASENTAMIENTO EN cm. (Tabla N° 01) SLUMP	7.5
B.- VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Tabla 1) Lit./m ³	184
C.- POCENTAJE DE AIRE ATRAPADO (Tabla 2)	2.0%
D.- RELACIÓN AGUA – CEMENTO (Tabla 3)	0.53
E.- VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m ³ DE CONCRETO (TABLA 3)	0.62

VALORES DE DISEÑO POR METRO CUBICO EN MEZCLA (SECO)

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Seco Kg/m ³	347	776	1021	184

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA
Diseño en Obra kg/m ³	347	784	1026	187

PROPORCIONES DE MEZCLA DE DISEÑO

DATOS	CEMENTO	ARENA	GRAVA	AGUA	FIBRA DE ACERO
Dosificación en Peso	1	2.26	2.95	0.54	
Dosificación en Volumen	1	2.17	2.74	-	- 5%
Dosificación calculada en agregado grueso clasificado de tamaño máximo 3/4"					



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
C.R.: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**ENSAYOS DE AGREGADOS PARA DISEÑO
DE MEZCLA DE CONCRETO PRACTICO
CANTERA SAN JACINTO**

FC:210Kg/cm²



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES

522092 - CEL.972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

TESISTA : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

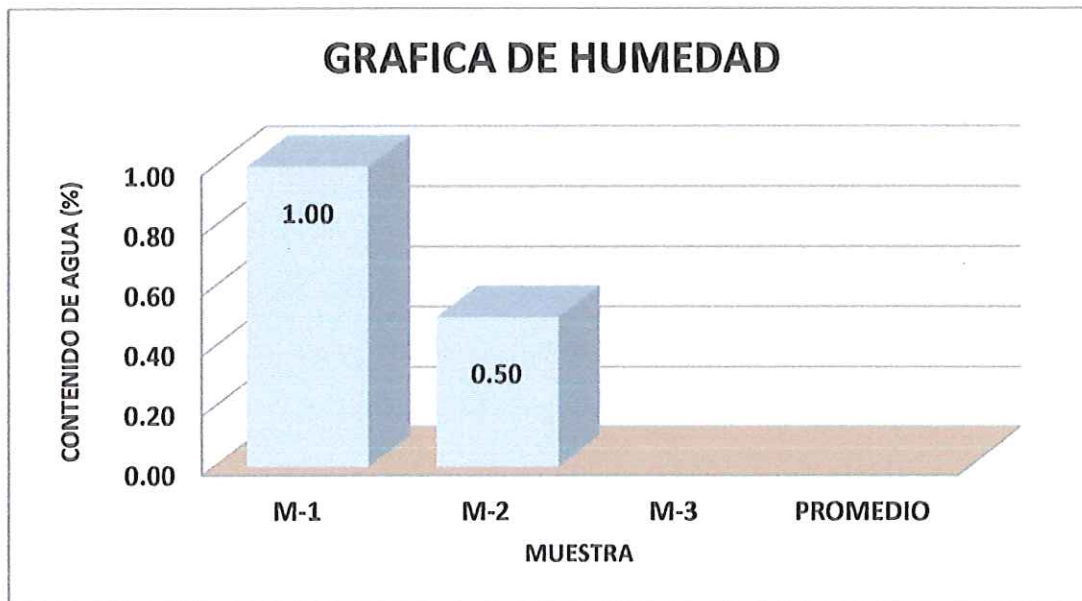
CANTERA : SAN JACINTO

FECHA : 29/10/2021

HUMEDAD NATURAL					
MUESTRA		M-1	M-2	M-3	PROMEDIO
N° DE TARRO		1			
P. DEL TARRO (gr)		170.00	170.00		
TARRO+S. HUMEDO (gr)		370.00	670.00		
TARRO+S. SECO (gr)		368.00	667.50		
P. DEL S. HUMEDO (gr)		200.00	500.00		
P. DEL S. SECO (gr)		198.00	497.50		
P. DEL AGUA (gr)		2.00	2.50		
% DE HUMEDAD		1.00	0.50		
HUMEDAD PROMEDIO (%)					

MUESTRA M-1: (ARENA GRUESA ZARANDEADA PESO 200gr)

MUESTRA M-2: (PIEDRA ZARANDEADA PESO 500 gr)



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CNP: 135333



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

TESISTAS : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : 29/10/2021

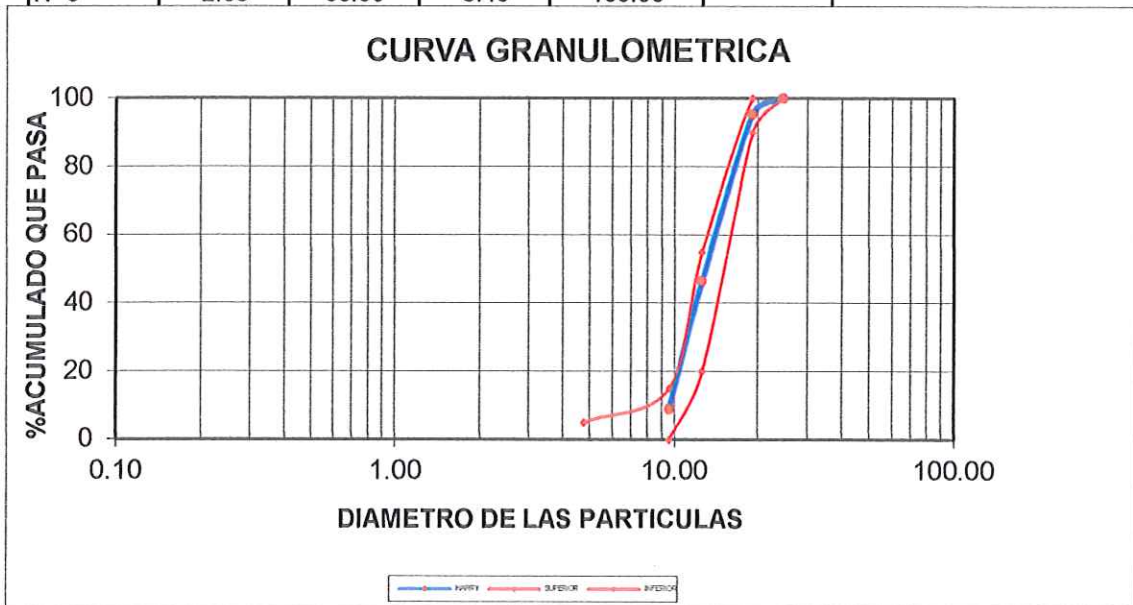
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTMD - 421

Material : Agregado Grueso
Piedra zarandeada

Procedencia: Cantera San Jacinto

PESO INICIAL SECO (gr) 2000.0

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO NTP 3/4
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00					
1 1/2"	37.50					
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	92.00	4.60	4.60	95.40	90 -100
1/2"	12.50	980.00	49.00	53.60	46.40	55 -20
3/8"	9.53	750.00	37.50	91.10	8.90	15 -0
N° 4	4.76	110.00	5.50	96.60	3.40	5 - 0
N° 8	2.38	68.00	3.40	100.00		



SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L.**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS : DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021

TESISTAS : BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : 29/10/2021

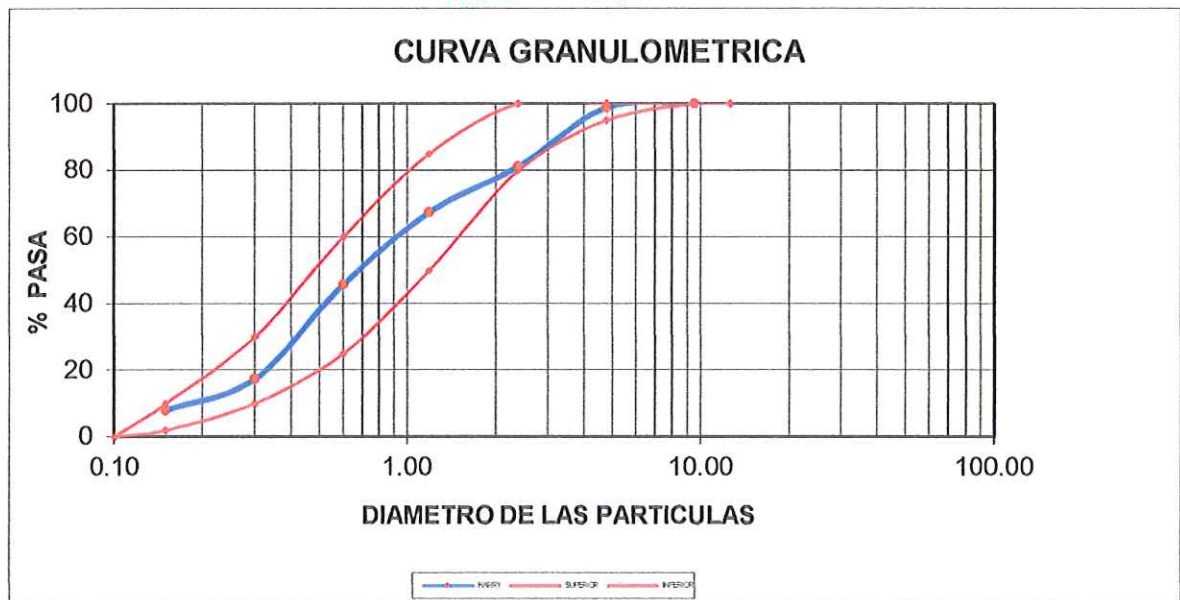
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO-ASTMD - 421

Material : Agregado Fino **Procedencia:** Cantera San Jacinto
(Arena Gruesa Zarandeada)

PESO INICIAL SECO (gr) 300.00 **M.F:**2.8

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO NTP 400,037
		(gr)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50					
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100 - 100
N°4	4.76	3.60	1.20	1.20	98.80	100 - 95
N°8	2.38	52.80	17.60	18.80	81.20	100 - 80
N° 16	1.19	41.40	13.80	32.60	67.40	85 - 50
N° 30	0.60	65.10	21.70	54.30	45.70	60 - 25
N° 50	0.30	85.00	28.33	82.63	17.37	30 - 10
N° 100	0.15	28.20	9.40	92.03	7.97	10 - 2
FONDO		23.90	7.97	100.00	0.00	0 - 0

300.00 0.00



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : 29-10-2021

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

Procedencia: cantera san Jacinto	
A) Peso material saturado superficialmente seco.	500 gr
B) Peso frasco + H2O	663.1gr
C) Peso frasco + H2O + A (A+B)	1163.1gr
D) Peso material + H2O en el frasco	972.6gr
E) Volumen de masa + volumen de vacíos= C- D	191
F) Peso material seco	490.1
P.E Bulk (Base Saturado) = A/E	2.62



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"**

**TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

FECHA : 29-10-2021

PESO ESPECÍFICO NORMA ASTM – C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (GRAVA ZARANDEADA 3/4)

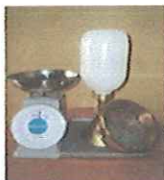
PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500.0 gr.
- 2.- Volumen Desplazado en Probeta = 190cm³
- 3.- P.E S.S.S. 1/2 = 2.63gr/Cm³



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"**

**TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

FECHA : 29-10-2021

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 128

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material Seco = 493.5
- 3.- % Absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 1.3$

ABSORCION (%) NORMA ASTM C 127

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA 3/4)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

- 1.- Peso de Material S.S.S. = 500
- 2.- Peso de Material seco = 494.5
- 3.- % absorción = $(1 - 2/2) * 100 = 1.1$



SUELOMAS E.I.R.L.
[Signature]
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : 29-10-2021

PESO UNITARIO SECO Y COMPACTADO NORMA ASTM C 29

MATERIAL : AGREGADO GRUESO (PIEDRA ZARANDEADA 3/4)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7731

B.- Peso de Molde = 3965

C.- Peso de Material = 3766

D.- Volumen de Molde = 2286

E.- Peso Unitario C/D = 1647



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morna
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

FECHA : 29-10-2021

PESO UNITARIO SUELTO Y SECO NORMA ASTM C29

MATERIAL : AGREGADO FINO (ARENA GRUESA ZARANDEADA)

PROCEDENCIA : CANTERA VIA CRUCIS 2005- SAN JACINTO

MOLDE : D = 15.20 cm.
: H = 12.60 cm.

A.- Peso de Material + Molde = 7532

B.- Peso de Molde = 3965

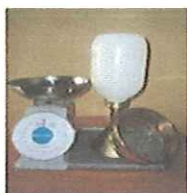
C.- Peso de Material = 3567

D.- Volumen de Molde = 2286

E.- Peso Unitario C/D = 1560



SUELOMAS E.I.R.L.
[Signature]
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIF: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TABLA PARA DISEÑO DE CONCRETO

TABLA N°3					
VOLUMEN DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO (b/b.)					
D n Max.	MODULO DE FINURA DE LA ARENA				
	2.40	2.6	2.80	3.00	3.20
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

TABLA N°2	
D n Max.	AIRE (%) ATRAPADO
3/8"	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TABLA PARA DISEÑO DE CONCRETO

TABLA N° 1 VOLUMEN UNITARIO DEL AGUA								
ASENTAMIENTO	CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO							
	0.375	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	113
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	124
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

TABLA III RELACION AGUA/CEMENTO, EN PESO, PARA DISTINTAS RESISTENCIAS A 28 DS		
Relación Agua/Cemento En peso	Resistencia probable a compresión a 28 días, en kg cm ²	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto aireado
0.35	420	335
0.44	350	280
0.53	280	210
0.62	225	180
0.71	175	140
0.80	140	100



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

• PREPARANDO PROBETAS CON TROMPO




SUELO MAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morán
CIP: 138833





**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 212 - EL MILAGRO -TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

• **MIDIENDO SLUMP 3"**



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

ESTUDIO DE CANTERAS Y FUENTES DE AGUA

**TESIS: “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA
TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO
VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021”**

**TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

UBICACIÓN:

**REGION : TUMBES
PROVINCIA: TUMBES
DISTRITO : SAN JACINTO
LUGAR : CANTERA SAN JACINTO**

Tumbes, octubre 2021



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

CONTENIDO

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE - TUMBES 2021"

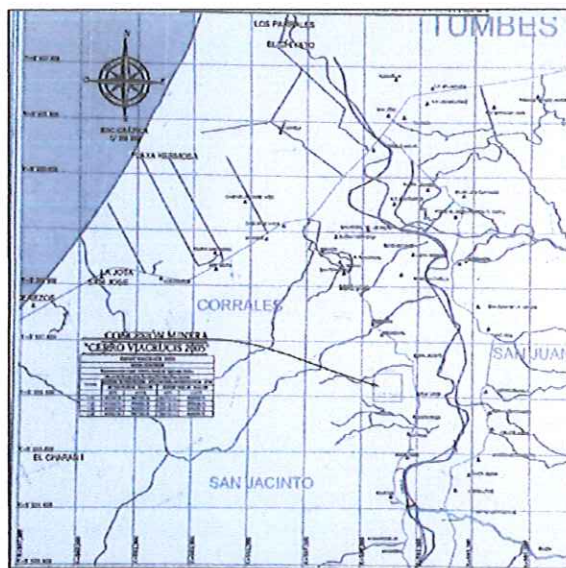
**TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

1. CANTERA VIACRUCIS

Ubicación.

La cantera VIACRUCIS 2005 se ubica en las coordenadas x:560723 y:9596152 ubicada a unos 800mt del Distrito de San Jacinto. En esta zona se bien explotando para proporcionar material de afirmado al Departamento de Tumbes.

MAPA DE UBICACIÓN DE LA CANTERA CERRO VIACRUCIS



COORDENADAS U.T.M. DE LOS VÉRTICES DE LA CONCESION		
VÉRTICES	NORTE	ESTE
1	9 597 000.00	561 000.00
2	9 596 000.00	561 000.00
3	9 596 000.00	560 000.00
4	9 597 000.00	560 000.00



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

Disponibilidad

La cantera tiene permiso de explotación que fue otorgado al señor Sigifredo Glider Ynfante Sandoval, mediante **Resolución Jefatural N° 05219 – 2005-INACC/J**

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LA CANTERA

CANTERA VIACRUCIS	
Ubicación	A 800mt de San Jacinto
Acceso	Lado derecho de la carretera
Potencia	546,250.00 m ³
Uso	Base, Sub Base, Agregados para concreto
Material	Afirmado, Hormigón, Piedra y Arena
Forma	Canto rodado, Sub Angulosas
Color	Rojo Tagui
Textura	Ligeramente Rugosa
Dureza	Alta
Rendimiento	85%

Material

La cantera está conformada por depósitos aluviales, mezclas de grava, arena y limosos sus elementos se han derivado filológicamente de rocas intrusitas y sedimentarios.

Accesibilidad

Se tiene acceso directo con vehículos livianos y pesados, dado que se encuentra en buen estado y con constante mantenimiento.

Para llegar a la cantera CERRO VIACRUCES 2005, se hace un recorrido de 5 km aproximadamente por el panamericano norte y 8km por la carretera Pechichal ubicado en la derecha de la carretera.



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

Uso

En base a la evaluación de los resultados de laboratorio y las especificaciones técnicas del MTC se determino los usos del material proveniente de la cantera VIACRUCIS 2005.
Esta cantera será utilizada para los siguientes:

➤ Afirmado

Clasificación S.U.C.S.: GP – GC grava y arena mal graduada con cementantes.

Arcilloso y grava arcillosa con inclusiones de arena, suelo con aceptable distribución granulométrica.

Porcentaje de Gravas	: 48.3 – 51.7 %
Porcentaje de Arenas	: 37.7 – 38.5 %
Porcentaje de Finos	: 9.8 – 14 %
Límite Líquido	: 23.1 – 24.9 %
Límite Plástico	: 16.1 – 19.2 %
Índice de Plasticidad	: 4.8 – 9.0 %
C.B.R.	: 53.7 – 86.4 %
Abrasión	: 21– 35%



COORDENADAS (560723 – 9596152)

➤ Hormigón Grueso

Arcilloso y grava arcillosa con inclusiones de arena, suelo con aceptable distribución granulométrica.

Porcentaje de Gravas	: 52 – 56 %
Porcentaje de Arenas	: 35 – 40 %
Porcentaje de Finos	: 2– 5 %
Límite Líquido	: -
Límite Plástico	: -
Índice de Plasticidad	: N.P
C.B.R.	: 40 – 70 %
Abrasión	: 20– 30%

➤ Piedra Zarandeada de 3/4” y 1/2”

Es del tipo de yacimiento aluvial
Para Concreto
forma de agregado Sub anguloso
explotación, chancado, zarandeado,



SUELOMAS E.I.R.L.

Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 136833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

➤ Arena Gruesa

Es del tipo de yacimiento aluvial
Para Concreto
forma de agregado Sub anguloso
explotación, chancado, zarandeado,

a. Rendimiento de la Cantera

En base a los resultados de laboratorio y la información de los espesores de las capas utilizables de los reportes y área disponible actual de la cantera se calculó el volumen del material.

Área total de la cantera = 100hec. = 1,000,000.00 m²

Reserva Probada "CERRO VIACRUCIS 2005"

Reserva Probada son reservas cuyo material minero es ubicado con certeza, en donde casi no existe riesgo por falta de continuidad; por lo que se determinó este cálculo en la Unidad Minera "CERRO VIACRUCIS 2005" según las carteristas geológicas presentadas en campo:

RESERVA PROBADA CERRO VIACRUCIS 2005						
Unidad Minera	Zona de Explotación (área intervenida)	Área (m ²)	Altura de Banco (Potencia de material)	Volumen de Reserva Probada (Roca)		
				M3	Peso Especifico (gr/cm ³)	TM
CERRO VIACRUCIS 2005	AI-01	9,500.00	10.00	95,000.00	1.25	118,750.00
	AI-02	15,000.00	12.00	180,000.00	1.25	225,000.00
	AI-03	13,500.00	12.00	162,000.00	1.25	202,500.00
Volumen Total de Reserva Probada						546,250.00

Fuente: Elaboración Propia 2020.



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Morúa
CIP: 138833



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

Tiempo de Vida útil "CERRO VIACRUCIS 2005"

El cálculo de la vida útil del proyecto minero es fundamental porque determina una comprensión de la variabilidad del mineral y su efecto en la operación, lo que facilita la planificación estrategia a largo plazo para maximizar la rentabilidad proyectada en la Unidad Minera "CERRO VIACRUCIS 2005" por lo que se estimó el tiempo de vida útil:

VIDA ÚTIL CERRO VIACRUCIS 2005					
Reserva Probada Total TM	Producción Diaria m3/Día	Producción Diaria TM/Día	Producción Diaria TM/mes	Producción Anual TM/Anual	Tiempo de Vida útil (años)
546,250.00	100	125	3,000.00	36,000.00	15.173611

Fuente: Elaboración Propia 2020.

La vida útil del yacimiento no metálico en el proyecto minero "CERRO VIACRUCIS 2005" está en función a las reservas probadas y tiempo de ejecución anual. Las reservas ascienden a un aproximado de 546,250.00 TM, con una producción diaria de 125 TM / Día (Indicada en el IGAFOM), una producción diaria de 100 m3/día y una producción anual de 36,000.00 TM/año, obteniéndose el tiempo de vida útil del proyecto de 15.17 años aproximadamente.



SUBLOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Muran
CIP: 138833



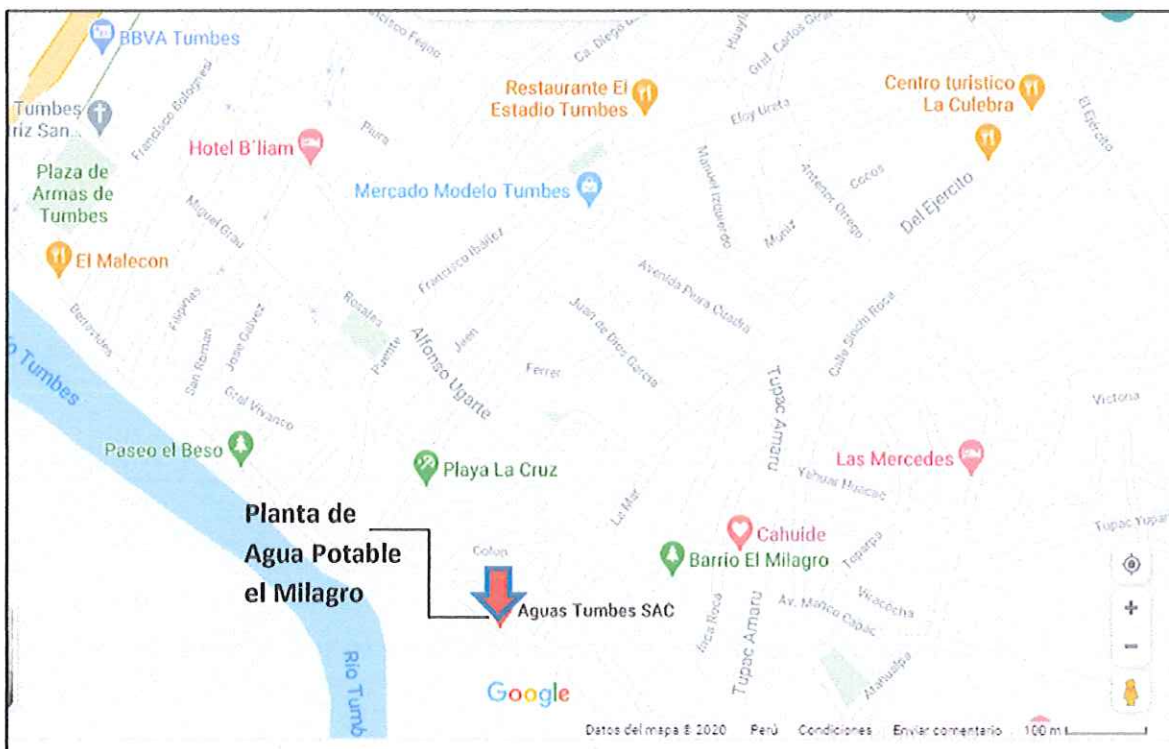
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

1. FUENTES DE AGUA

Las fuentes de abastecimiento para la “**TESIS: “DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021”**”. Es la Planta de Agua Potable el Milagro – Tumbes Localizada en el Barrio el Milagro del Distrito de Tumbes.

MAPA DE UBICACIÓN DE LA PLANTA DE AGUA



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 138833

ENSAYOS A LA COMPRESION



**LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
SUELO MÁS E.I.R.L**

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

**TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"**

**TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA**

ENSAYOS A LA COMPRESION



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIR: 138933



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE - TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

ENSAYOS A LA COMPRESION



SUELOMAS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Renato Vargas Moran
CIP: 438833



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SUELO MÁS E.I.R.L

JR. CAHUIDE N° 248 - EL MILAGRO - TUMBES
☎ 522090 - CEL. 972945321 - RPM #688277 - Tumbes

TESIS: "DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO FIBROREFORZADO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD DEL
ASENTAMIENTO HUMANO VIRGEN DEL CISNE – TUMBES 2021"

TESISTAS: BRAYAN YAMMIR OLAYA CASTILLO
LUIS DENILSON SANTOS ZAMBORA

ENSAYOS A LA COMPRESION



SUELO MÁS E.I.R.L.
Ing. Civil Fernando Keras Vargas Morúa
CIP: 138633

CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-01

FECHA: 10/5/2021

UBICACION: Entre Av. San Martin de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne - Tumbes, 2021."

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMTRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%
	S	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%
1-2	E	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%
	S	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.5%
2-3	E	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%
	S	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%
3-4	E	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%
	S	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.4%
4-5	E	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.5%
	S	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.9%
5-6	E	36	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	4.4%
	S	36	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	3.8%
6-7	E	39	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	4.4%
	S	42	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	4.5%
7-8	E	45	18	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	5.2%
	S	54	27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	6.5%
8-9	E	39	36	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	6.3%
	S	39	36	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	6.1%
9-10	E	45	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	6.4%
	S	33	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	5.5%
10-11	E	69	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	6.6%
	S	75	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	6.9%
11-12	E	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	3.9%
	S	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	6.7%
12-13	E	63	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	8.1%
	S	75	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	8.6%
13-14	E	69	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	8.6%
	S	72	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	8.4%
14-15	E	60	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	6.1%
	S	63	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	5.7%
15-16	E	54	9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	5.4%
	S	42	15	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4.8%
16-17	E	36	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	3.2%
	S	39	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	3.7%
17-18	E	42	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%
	S	45	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.0%
18-19	E	54	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%
	S	60	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	5.3%
19-20	E	57	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%
	S	48	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	4.5%
20-21	E	51	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4.9%
	S	45	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	4.5%
21-22	E	39	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	3.7%
	S	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1.2%
22-23	E	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.5%
	S	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%
23-24	E	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1.2%
	S	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.9%
Parcial	E	897	324	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1227	100.0%
	S	909	336	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1255	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		1806	660	0	0	0	0	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2482	
		72.76%	26.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-01

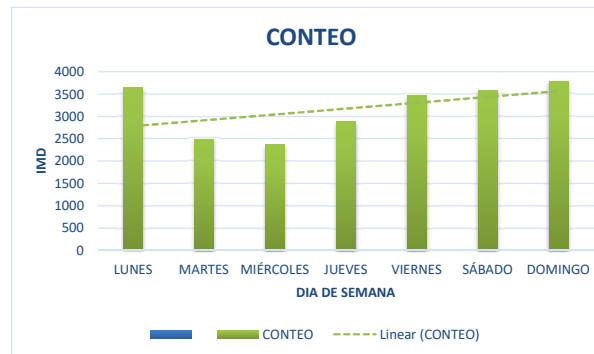
PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

K= 1

UBICACION: Entre Av. San Martin de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	8064.00	2871.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11037.00	49.7%
S	8085.00	2946.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11171.00	50.3%
TOTAL	16149.00	5817.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.00	51.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22208.00	
%	72.72%	26.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.86%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	
IMDS	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.57	
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.57	
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.00	

DIAS	CONTEO
LUNES	3655
MARTES	2482
MIÉRCOLES	2366
JUEVES	2885
VIERNES	3464
SÁBADO	3570
DOMINGO	3786



CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

DATOS:

1) PERIODO DE DISEÑO

T= 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

2) ESPESOR DE PAVIMENTO

esp = 200 mm asumido

3) INDICES DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 sevicibilidad final

$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de transito menor

4) FACTOR DE DISTRIBUCION POR DIRECCION

D = 0.5

Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

factor de direccion ida y vuelta

5) FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL

L = 1 un carril en cada sentido =>

W18 = 100%

Nº DE CARRIL EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem

CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-01
 PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."
 UBICACIÓN: Entre Av. San Martín de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

DATOS: T= 20 años
 esp = 200 mm
 Pt = 2 seveiciabilidad final
 D = 0.5 factor de direccion ida y vuelta
 L = 1 un carril en cada sentido => W18 = 100%

FORMULA DEL ESAL PARA
 PAVIMENTO RIGIDO
 METODO DEL AASHTO

$$F_{ec} = - \frac{W_{118}}{W_{tx}}$$

$$\log \frac{W_{tx}}{W_{118}} = 4.62 \log(18+1) - 4.62 \log(L_x + L_y) + 3.28 \log(L_2) + \frac{G_1}{\beta_x} - \frac{G_2}{\beta_{18}}$$

$$G_1 = \log \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5} \quad \beta_x = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_2)^{0.20}}{(D + 1)^{0.46} (L_2)^{0.52}}$$

FACTOR DE CRECIMIENTO:

$$G \cdot Y = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$$

ESAL = ni = (no)j (G) (D) (L) (365) (Y)

En Donde:
 W_{tx} = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo t
 W₁₁₈ = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS									BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER												
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros			2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3			
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.		
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25		
Lx (kips)	2.2059	1.765	2.647	3.309	3.309	4.412	4.412	6.618	15.44	24.26	15.44	35.29	15.44	24.26	15.44	39.71	15.44	50.74	15.44	24.26	39.71	15.44	24.26	55.15	15.44	39.71	39.71	15.44	39.71	55.15		
no	2307.00	2307	831	831	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
r%	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028		
Gt	-0.0792	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079		
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	2	2	1	2	3		
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
log(Wtx/Wt)	3.5704	3.867	3.312	2.977	2.977	2.52	2.52	1.834	0.29	-0.572	0.29	-0.366	0.29	-0.572	0.29	-0.59	0.29	-0.521	0.29	-0.572	-0.59	0.29	-0.572	-0.679	0.29	-0.59	-0.59	0.29	-0.59	-0.679		
G = Wt/Wtx	0.0003	1E-04	5E-04	0.001	0.001	0.003	0.003	0.015	0.513	3.731	0.513	2.322	0.513	3.731	0.513	3.891	0.513	3.319	0.513	3.731	3.891	0.513	3.731	4.779	0.513	3.891	3.891	0.513	3.891	4.779		
G Y	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330		
ESAL	2697	1361	1763	3808	0	0	0	0	0	0	0	0	66507	5E+05	17243	1E+05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
PARCIAL	9628.515279								0				698675.5611						0													
TOTAL																	708304.0764															

DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) CONFIABILIDAD

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

R = 80 %

2) DESVIACION ESTANDAR NORMAL

DESVIACION ESTANDAR NORMAL , VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	(ZR)	(So)
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

ZR = -0.841

3) ERROR ESTANDAR COMBINADO So

TIPO	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

So = 0.32

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRAZANTE

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) METODO EMPIRICO O MECANISTICO

DATOS DE LA SUBBASE : CBR = **30.00** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

MR = 2555 (CBR)^{0.64}

MR = 22529.342 psi = 155.45 Mpa

Ecuación de Kentucky

(regresión exponencial)

MR = 1910 (CBR)^{0.68}

MR = 19296.379 psi = 133.15 Mpa

(regresión polinómica 2°)

Solo para CBR < 55 %

MR = -7.5 CBR + 2 + 800 CBR + 1820

MR = 19670 psi = 135.72 Mpa

Minimo: ME = 133.15 Mpa

130

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **6.30** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

MR = 2555 (CBR)^{0.64}

MR = 8297.9126 psi = 57.26 Mpa

Ecuación de After Van Til et al

(regresión exponencial)

MR = 5490 (CBR)^{0.30}

MR = 9536.1815 psi = 65.80 Mpa

Minimo: MR = 57.26 Mpa

208.98293

En el monograma

1. Estimamos el espesor de la sub base como dato preliminar
2. Obtenemos el módulo resiliente y módulo de lasticidad del suelo de fundación y de la sub base respectivamente
3. Proyectamos con las flechas y obtenemos el módulo de reacción compuesto

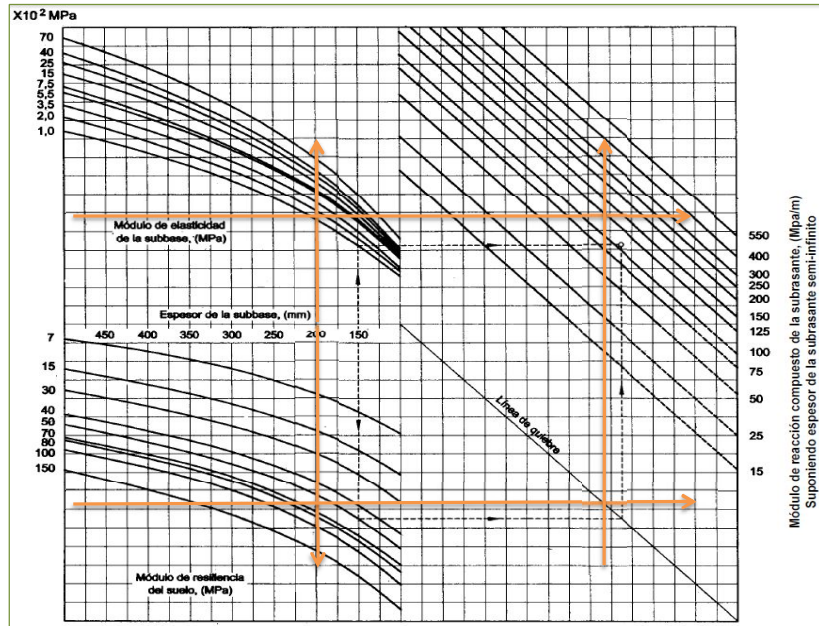
1.56

Tabla VI.9. Requisitos de Calidad de Base y Sub-base de Agregado no tratado

Ensayo	Requisitos del Ensayo	
	Sub-base	Base
CBR, mínimo	20	80
ó		
Valor-R, mínimo	55	78
Límite líquido, máximo	25	25
Índice de plasticidad, máximo, o	6	NP
Árena Equivalente, mínimo	25	35
% que pasa Tamiz No. 200, máximo	12	7

Fuente: Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1)

MONOGRAMA PARA DETERMINAR EL MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE, SUPONIENDO UNA PROFUNDIDAD INFINITA



MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = **120.00** Mpa/m

2) METODO AASHTO

DATOS DE LA SUB BASE: CBR = 30.00 % Espesor: 20.00 cm
 Si CBR ≤ 10
 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$
 Si CBR > 10
 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$
 K = 95.36 Mpa/m

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = 6.30 %
 Si CBR ≤ 10
 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$
 Si CBR > 10
 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$
 K = 44.52 Mpa/m

MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = **53.79** Mpa/m

DETERMINACION DE LA PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 serviciabilidad final

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

$\Delta PSI = Po - Pt = 2.5$

2) DRENAJE

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

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = 1.00

3) COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CARGA

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	----	2.3 - 2.9	----

J = 3.20

4) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto $f_c = 210.00$ kg/cm²

$E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$

$E_c = 3115170$ psi = 21494.7 Mpa

5) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto $f_c = 210.00$ kg/cm²

$S'_c = 8 - 10 (f_c)^{0.5}$

$S'_c = 546.5$ psi = 3.77 Mpa

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR LA FORMULA AASHTO

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

Para el método de diseño AASHTO la formula de diseño es:

$$\text{Log}_{10} W_{E2} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10} \left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_1) \times \text{Log}_{10} \left[\frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right]$$

En donde:

- W_{E2} = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del periodo de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_1 = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_{dr} = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

DATOS:

K =	53.79	Mpa/m	So =	0.32	
Ec =	21495	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
S'c = Mr =	3.77	Mpa	P1 =	2	
J =	3.20		ΔPSI =	2.5	
Cd =	1.00		W80 =	0.71 x 10 ⁶	
			D =	??? mm	por tanteo
			D =	157.50 mm	

708304.0764
0.708304076

RESOLVIENDO:

1er miembro	=	Segundo miembro				
5.850220	=	-0.269120	+	6.237271	+	-0.041477
5.850220	=	5.851200				-0.075474

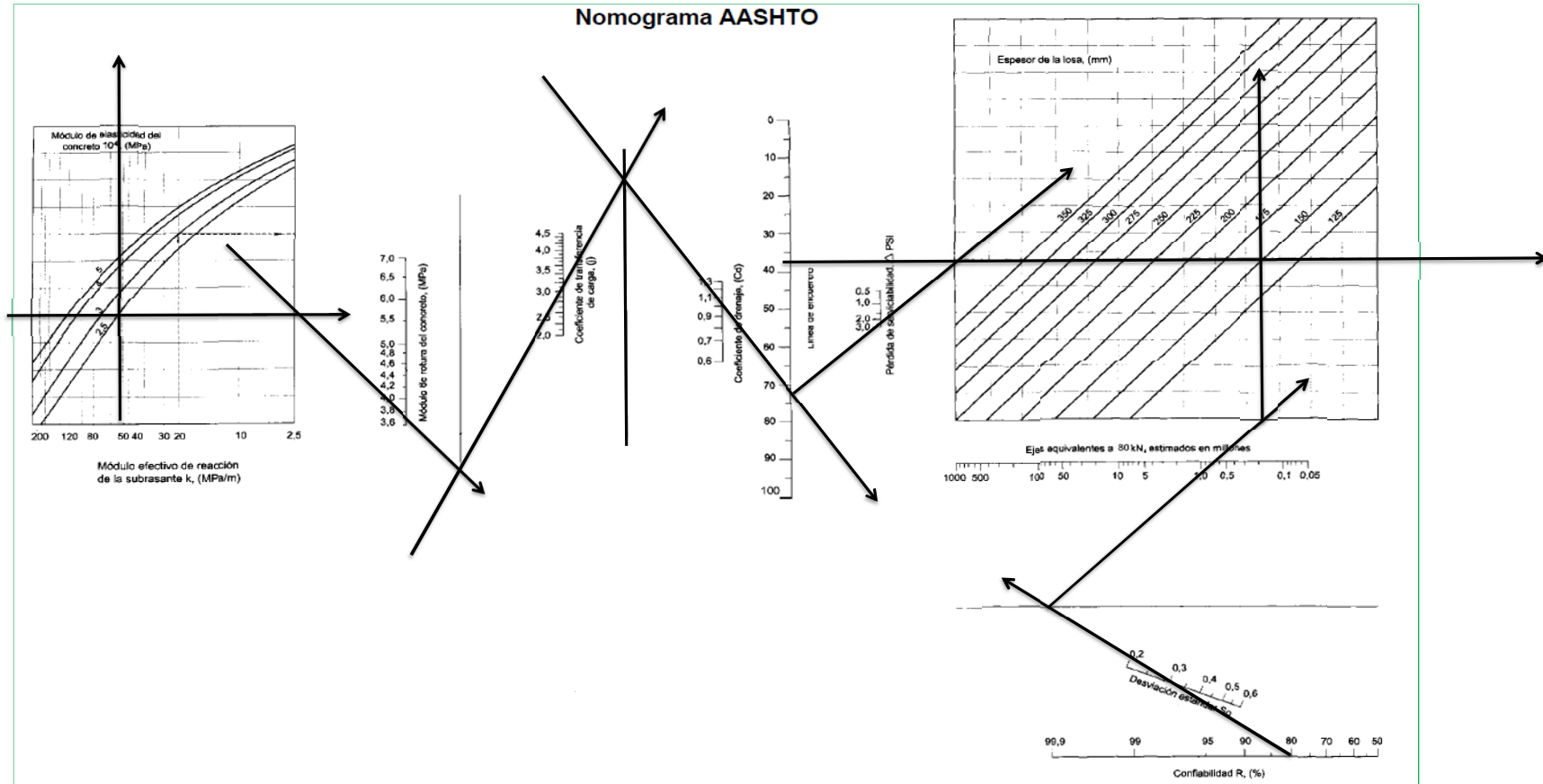
OK

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR EL ABACO AASHTO

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

DATOS:	K =	53.79	Mpa/m	So =	0.32	
	Ec =	21495	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
	S'c =	3.77	Mpa	ΔPSI =	2.5	
	J =	3.20		W80 =	0.71 x 10 ⁶	
	Cd =	1.00		D =	157.50	mm



CORRELACIONES DE MODULO RESILENTE

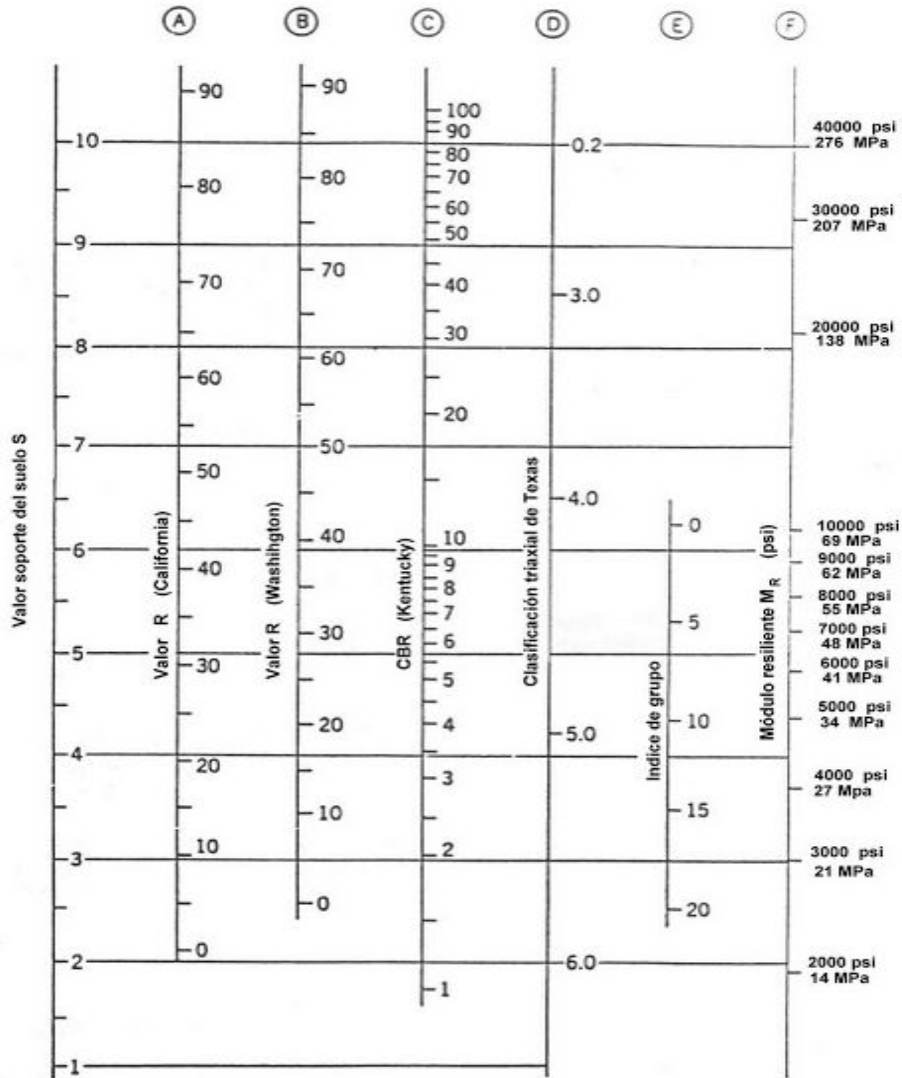
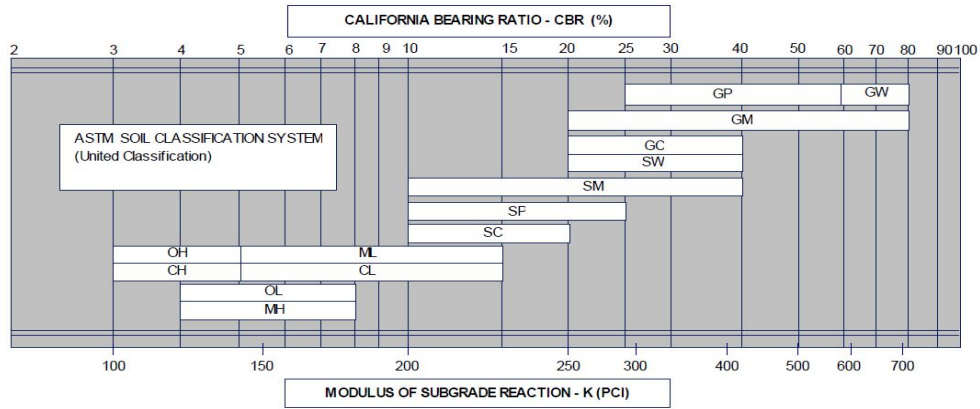


Figura 4.23. Correlaciones con el módulo resiliente

Correlación 1 con SUCS y VRS



Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para varios tipos de materiales

Tipo de material	Módulo de elasticidad ó módulo resiliente [psi]	Factor de pérdida de soporte
Base granular tratada con cemento	1,000,000 – 2,000,000	0.0 – 1.0
Mezclas de agregado con cemento	500,000 – 1,000,000	0.0 – 1.0
Base tratada con asfalto	350,000 – 1,000,000	0.0 – 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas	40,000 – 300,000	0.0 – 1.0
Limo estabilizado	20,000 – 70,000	1.0 – 3.0
Material granular	15,000 – 45,000	1.0 – 3.0
Subrasante natural	3,000 – 40,000	2.0 – 3.0

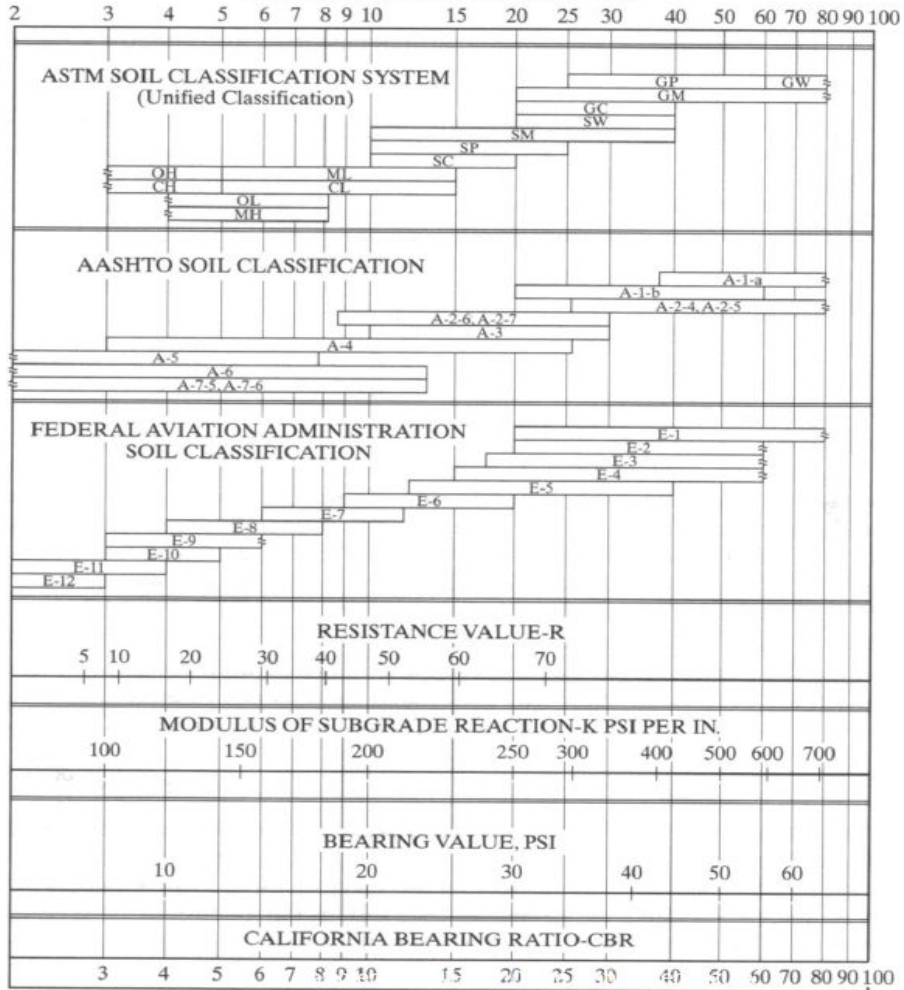
Tabla 4.2. – Correlación entre el tipo de material, CBR y k

Clasificación ASSHTO	Descripción	Clasif. S. U.	Densidad Seca (kg/m ³)	CBR (%)	Valor K (psi/in)
Suelos granulares:					
A-1-a, bien graduada	Grava	GW, GP	125 - 140	60 - 80	300 - 450
A-1-a, mal graduada			120 - 130	35 - 60	300 - 400
A-1-b	Arena Gruesa	SW	110 - 130	20 - 40	200 - 400
A-3	Arena Fina	SP	105 - 120	15 - 25	150 - 300
A-2 Material granular con alto contenido de finos					
A-2-4 gravoso	Grava Limosa	GM	130 - 145	40-80	300 - 500
A-2-5, gravoso	Grava Arena Limosa				
A-2-4, arenoso	Arena Limosa	SM	120 - 135	20 - 40	300 - 400
A-2-5, arenoso	Arena Gravo Limosa				
A-2-6, gravoso	Grava Arcillosa	GC	120 - 140	20 - 40	200 - 450
A-2-7, gravoso	Grava Arena Arcillosa				
A-2-6, arenoso	Arcilla Arenosa	SC	105 - 130	10 - 20	150 - 350
A-2-7, arenoso	Arcilla Grava Arenosa				
Suelos finos:					
A-4	Limo	ML, OL	90 - 105	4 - 8	25 - 165*
	Mezclas de Limo/Arena/Grava		100 - 125	5 - 15	40 - 220 *
A - 5	Limo mal graduado	MH	80 - 100	4 - 8	25 - 190*
A - 6	Arcilla plástica	CL	100 - 125	5 - 15	25 - 255*
A-7-5	Arcilla Elástica moderadamente plástica	CL, OL	90 - 125	4 - 15	25 - 125 *
A-7-6	Arcilla muy plástica	CH, OH	80 - 110	3 - 5	40 - 220*

Ref. Guía de Diseño Versión 1997; Tabla 11; Pág. 6

(*) El valor de suelos finos depende altamente de su grado de saturación.

CALIFORNIA BEARING RATIO-CBR



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-01

FECHA: 10/5/2021

UBICACION:

Entre Av. San Martin de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
0-1	E	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%
	S	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%
1-2	E	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%
	S	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.5%
2-3	E	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%
	S	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%
3-4	E	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%
	S	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.4%
4-5	E	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.5%
	S	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.9%
5-6	E	36	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	4.4%
	S	36	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	3.8%
6-7	E	39	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	4.4%
	S	42	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	4.5%
7-8	E	45	18	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	5.2%
	S	54	27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	6.5%
8-9	E	39	36	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	6.3%
	S	39	36	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	6.1%
9-10	E	45	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	6.4%
	S	33	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	5.5%
10-11	E	69	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	6.6%
	S	75	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	6.9%
11-12	E	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	3.9%
	S	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	6.7%
12-13	E	63	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	8.1%
	S	75	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	8.6%
13-14	E	69	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	8.6%
	S	72	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	8.4%
14-15	E	60	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	6.1%
	S	63	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	5.7%
15-16	E	54	9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	5.4%
	S	42	15	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4.8%
16-17	E	36	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	3.2%
	S	39	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	3.7%
17-18	E	42	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%
	S	45	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.0%
18-19	E	54	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%
	S	60	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	5.3%
19-20	E	57	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%
	S	48	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	4.5%
20-21	E	51	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4.9%
	S	45	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	4.5%
21-22	E	39	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	3.7%
	S	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1.2%
22-23	E	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.5%
	S	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%
23-24	E	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1.2%
	S	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.9%
Parcial	E	897	324	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1227	100.0%
	S	909	336	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1255	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		1806	660	0	0	0	0	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2482	
		72.76%	26.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%	

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-01

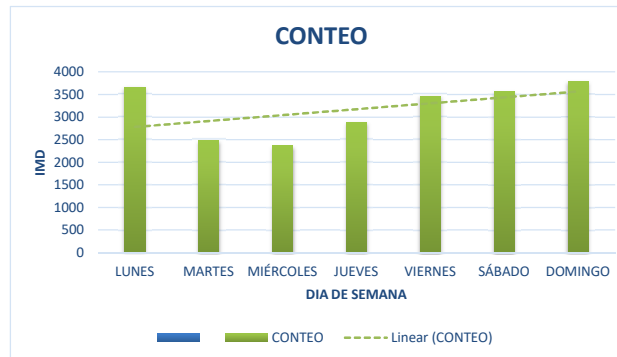
PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

K= 1

UBICACION: Entre Av. San Martín de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER			TOTAL	%	
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2			3T3
E	8064.00	2871.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11037.00	49.7%
S	8085.00	2946.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11171.00	50.3%
TOTAL	16149.00	5817.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.00	51.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22208.00	
%	72.72%	26.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.86%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	
IMDS	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.57	
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.57	
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.00	

DIAS	CONTEO
LUNES	3655
MARTES	2482
MIÉRCOLES	2366
JUEVES	2885
VIERNES	3464
SÁBADO	3570
DOMINGO	3786



CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

DATOS:

1) PERIODO DE DISEÑO

T= 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

2) ESPESOR DE PAVIMENTO

esp = 200 mm asumido

3) INDICES DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 sevicibilidad final

$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rigidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de transito menor

4) FACTOR DE DISTRIBUCION POR DIRECCION

D = 0.5

Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

factor de direccion ida y vuelta

5) FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL

L = 1 un carril en cada sentido =>

W18 = 100%

Nº DE CARRIL EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem

CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-01
 PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."
 UBICACIÓN: Entre Av. San Martín de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

DATOS: T= 20 años
 esp = 200 mm
 Pt = 2 seveiciabilidad final
 D = 0.5 factor de direccion ida y vuelta
 L = 1 un carril en cada sentido => W18 = 100%

FORMULA DEL ESAL PARA
 PAVIMENTO RIGIDO
 METODO DEL AASHTO

$$F_{ec} = - \frac{W_{118}}{W_{tx}}$$

$$\log \frac{W_{tx}}{W_{118}} = 4.62 \log(18+1) - 4.62 \log(L_x + L_y) + 3.28 \log(L_2) + \frac{G_1}{\beta_x} - \frac{G_2}{\beta_{18}}$$

$$G_1 = \log \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5} \quad \beta_x = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_2)^{0.20}}{(D + 1)^{0.46} (L_2)^{0.52}}$$

FACTOR DE CRECIMIENTO:

$$G \cdot Y = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$$

ESAL = ni = (no)j (G) (D) (L) (365) (Y)

En Donde:
 W_{tx} = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo t
 W₁₁₈ = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS						SEMITRAILER													
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3				
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	7	18	25
Lx (kips)	2.2059	1.765	2.647	3.309	3.309	4.412	4.412	6.618	15.44	24.26	15.44	35.29	15.44	24.26	15.44	39.71	15.44	50.74	15.44	24.26	39.71	15.44	24.26	55.15	15.44	39.71	39.71	15.44	39.71	15.44	39.71	55.15
no	2307.00	2307	831	831	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r%	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	
Gt	-0.0792	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	1	3	1	1	2	1	1	2	1	3
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	3.5704	3.867	3.312	2.977	2.977	2.52	2.52	1.834	0.29	-0.572	0.29	-0.366	0.29	-0.572	0.29	-0.59	0.29	-0.521	0.29	-0.572	-0.59	0.29	-0.572	-0.679	0.29	-0.59	-0.59	0.29	-0.59	-0.679		
G = Wt/Wtx	0.0003	1E-04	5E-04	0.001	0.001	0.003	0.003	0.015	0.513	3.731	0.513	2.322	0.513	3.731	0.513	3.891	0.513	3.319	0.513	3.731	3.891	0.513	3.731	4.779	0.513	3.891	3.891	0.513	3.891	4.779		
G Y	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	
ESAL	2697	1361	1763	3808	0	0	0	0	0	0	0	0	66507	5E+05	17243	1E+05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PARCIAL	9628.515279								0				698675.5611						0													
TOTAL													708304.0764																			

DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) CONFIABILIDAD

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

R = 80 %

2) DESVIACION ESTANDAR NORMAL

DESVIACION ESTANDAR NORMAL , VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	(ZR)	(So)
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

ZR = -0.841

3) ERROR ESTANDAR COMBINADO So

TIPO	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

So = 0.32

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRAZANTE

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) METODO EMPIRICO O MECANISTICO

DATOS DE LA SUBBASE : CBR = **30.00** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

MR = 2555 (CBR)^{0.64}

MR = 22529.342 psi = 155.45 Mpa

Ecuación de Kentucky

(regresión exponencial)

MR = 1910 (CBR)^{0.68}

MR = 19296.379 psi = 133.15 Mpa

(regresión polinómica 2°)

Solo para CBR < 55 %

MR = -7.5 CBR + 2 + 800 CBR + 1820

MR = 19670 psi = 135.72 Mpa

Mínimo: ME = 133.15 Mpa

130

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **6.30** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

MR = 2555 (CBR)^{0.64}

MR = 8297.9126 psi = 57.26 Mpa

Ecuación de After Van Til et al

(regresión exponencial)

MR = 5490 (CBR)^{0.30}

MR = 9536.1815 psi = 65.80 Mpa

Mínimo: MR = 57.26 Mpa

208.98293

En el monograma

1. Estimamos el espesor de la sub base como dato preliminar
2. Obtenemos el módulo resiliente y módulo de lasticidad del suelo de fundación y de la sub base respectivamente
3. Proyectamos con las flechas y obtenemos el módulo de reacción compuesto

1.56

Tabla VI.9. Requisitos de Calidad de Base y Sub-base de Agregado no tratado

Ensayo	Requisitos del Ensayo	
	Sub-base	Base
CBR, mínimo	20	80
ó		
Valor-R, mínimo	55	78
Límite líquido, máximo	25	25
Índice de plasticidad, máximo, o	6	NP
Árena Equivalente, mínimo	25	35
% que pasa Tamiz No. 200, máximo	12	7

Fuente: Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1)

Diseño de Pavimento Rígido
Ecuación AASHTC

Serviciabilidad Inicial y Final: PSI Inicie 4.5, PSI Final 2

Confiabilidad [Zr] y Desviación Estandar: Zr: -0.841, So: 0.32

Información Adicional:
 Módulo de Elasticidad del Concreto Ec: 3115169.605
 Coeficiente de Transmisión de Carç: 3.2
 Módulo de Rotura de Concreto Sc: 546.5
 Coeficiente de Drenaje [i]: 1

Seleccionar dato que tiene: Espesor D Eje W18
 W18: 1755760.473

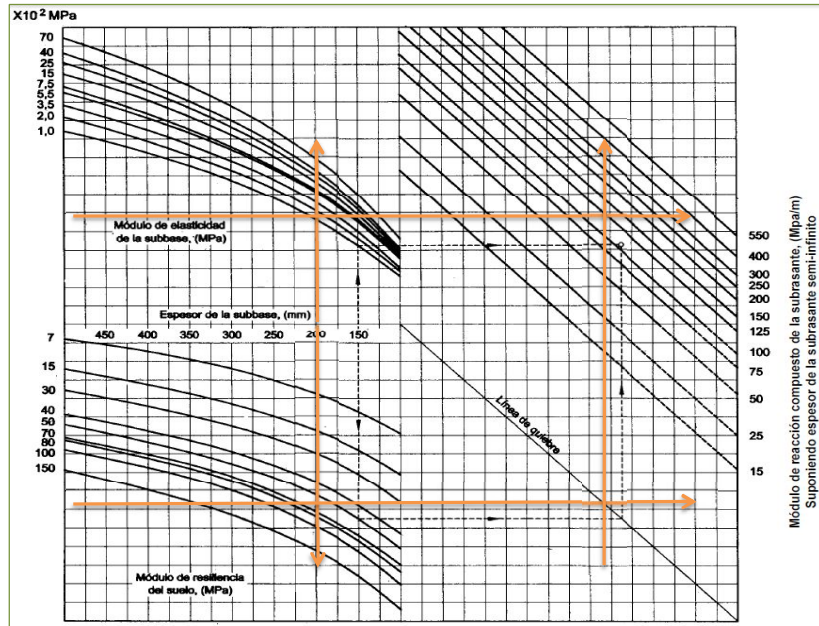
Módulo de Reacción de la Subrasante: K: 208.9829288 pci

Resultado: D: 7.20605 plg

Legend:
 pci= Libras /pulgadas³ [lb/plg]
 psi= Libras /pulgadas² [lb/plg]
 plg= Pulgadas

Buttons: Calcular, Insertar, Limpiar

MONOGRAMA PARA DETERMINAR EL MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE, SUPONIENDO UNA PROFUNDIDAD INFINITA



MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = **120.00** Mpa/m

2) METODO AASHTO

DATOS DE LA SUB BASE: CBR = 30.00 % Espesor: 20.00 cm
 Si CBR ≤ 10
 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$
 Si CBR > 10
 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$
 K = 95.36 Mpa/m

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = 6.30 %
 Si CBR ≤ 10
 $K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$
 Si CBR > 10
 $K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$
 K = 44.52 Mpa/m

MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRAZANTE (K) = **53.79** Mpa/m

DETERMINACION DE LA PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 serviciabilidad final

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

ΔPSI = Po - Pt = 2.5

2) DRENAJE

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

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Exelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = 1.00

3) COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CARGA

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	---	2.3 - 2.9	---

J = 3.20

4) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto f'c = 213.64 kg/cm2

Ec = 57000 (f'c)^{0.5}

Ec = 3142052 psi = 21680.2 Mpa

5) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto f'c = 213.64 kg/cm2

S'c = 8 - 10 (f'c)^{0.5}

S'c = 551.2 psi = 3.804 Mpa

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR LA FORMULA AASHTO

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

Para el método de diseño AASHTO la formula de diseño es:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dr} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

En donde:

- W₈₂ = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del período de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_i = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_{dr} = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

DATOS:

K =	53.79	Mpa/m	So =	0.32	
Ec =	21680.2	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
S'c = Mr =	3.80	Mpa	Pt =	2	
J =	3.20		ΔPSI =	2.5	
Cd =	1.00		W80 =	0.71 x 10 ⁶	
			D =	???	mm por tanteo
			D =	156.65	mm

708304 0764
0.708304076

RESOLVIENDO:

1er miembro	=	Segundo miembro			
5.850220	=	-0.269120	+	6.222402	+
5.850220	=	5.850061			-0.040698 + -0.062522

OK

15.665

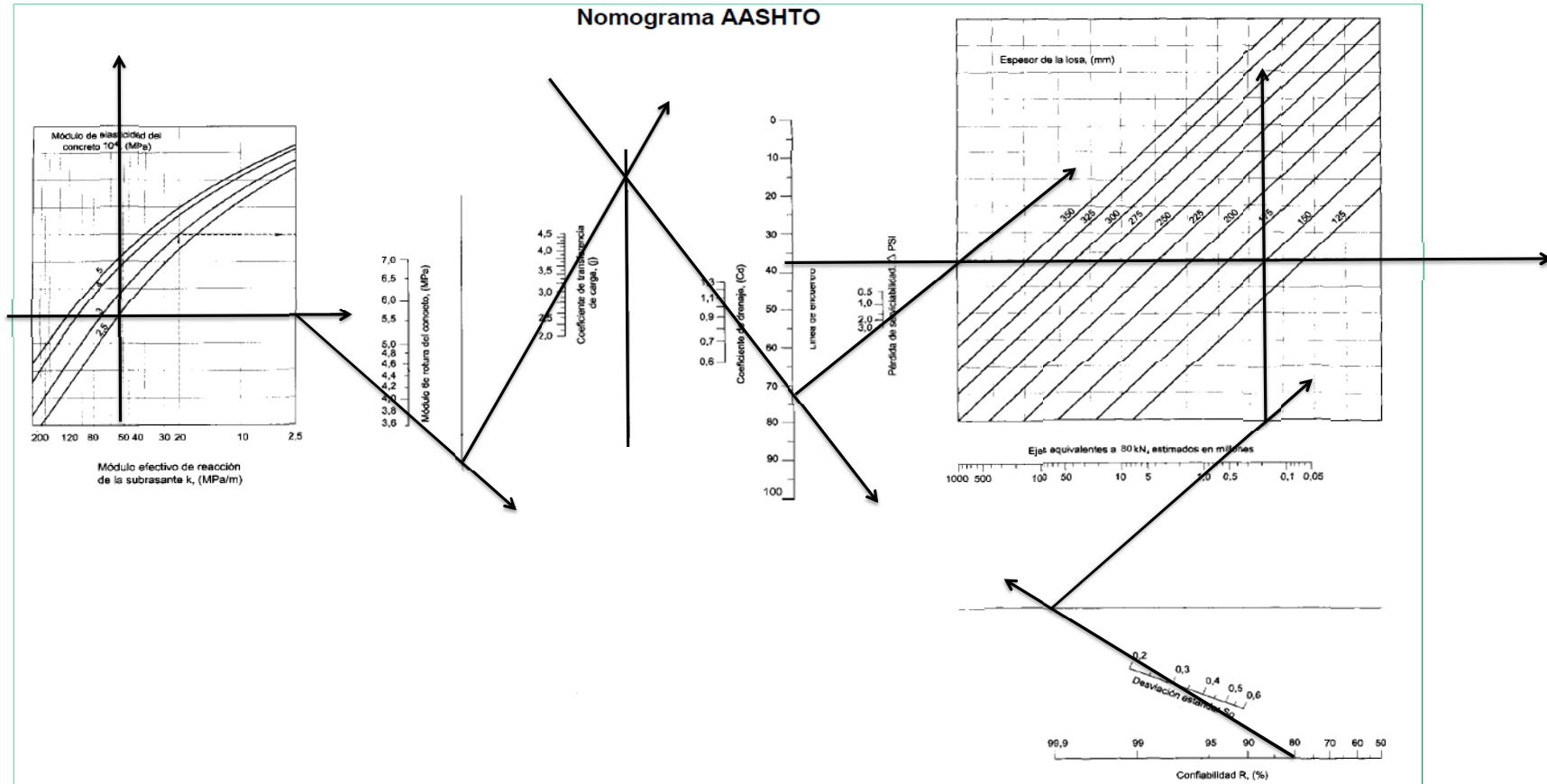
-15.665

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR EL ABACO AASHTO

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

DATOS:	K =	53.79	Mpa/m	So =	0.32	
	Ec =	21680	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
	S'c =	3.80	Mpa	ΔPSI =	2.5	
	J =	3.20		W80 =	0.71 x 10 ⁶	
	Cd =	1.00		D =	156.65	mm



CORRELACIONES DE MODULO RESILENTE

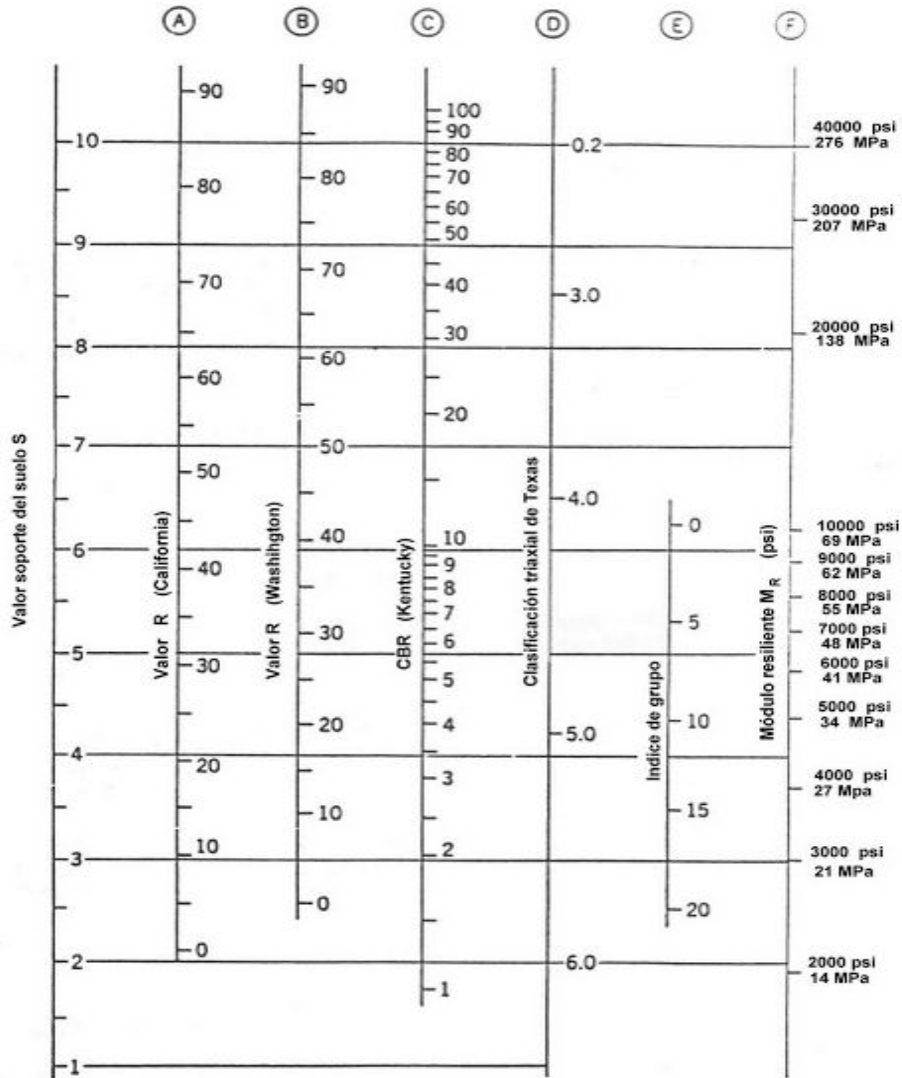
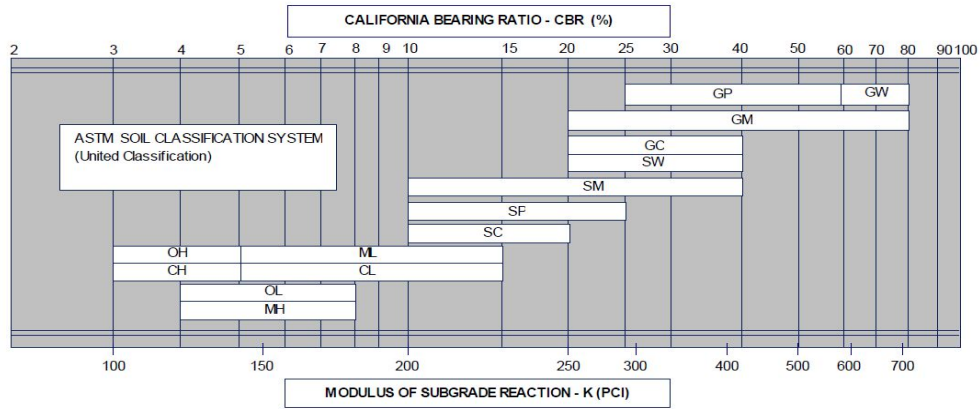


Figura 4.23. Correlaciones con el módulo resiliente

Correlación 1 con SUCS y VRS



Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para varios tipos de materiales

Tipo de material	Módulo de elasticidad ó módulo resiliente [psi]	Factor de pérdida de soporte
Base granular tratada con cemento	1,000,000 – 2,000,000	0.0 – 1.0
Mezclas de agregado con cemento	500,000 – 1,000,000	0.0 – 1.0
Base tratada con asfalto	350,000 – 1,000,000	0.0 – 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas	40,000 – 300,000	0.0 – 1.0
Limo estabilizado	20,000 – 70,000	1.0 – 3.0
Material granular	15,000 – 45,000	1.0 – 3.0
Subrasante natural	3,000 – 40,000	2.0 – 3.0

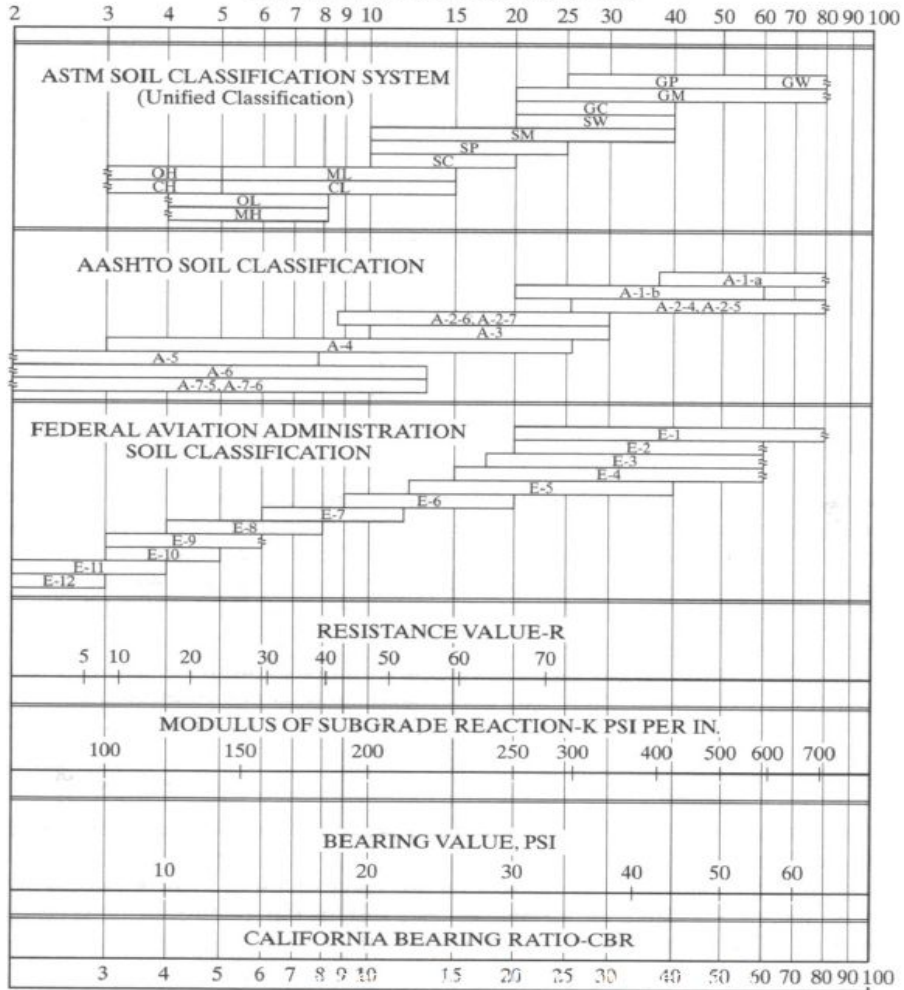
Tabla 4.2. – Correlación entre el tipo de material, CBR y k

Clasificación ASSHTO	Descripción	Clasif. S. U.	Densidad Seca (kg/m ³)	CBR (%)	Valor K (psi/in)
Suelos granulares:					
A-1-a, bien graduada	Grava	GW, GP	125 - 140	60 - 80	300 - 450
A-1-a, mal graduada			120 - 130	35 - 60	300 - 400
A-1-b	Arena Gruesa	SW	110 - 130	20 - 40	200 - 400
A-3	Arena Fina	SP	105 - 120	15 - 25	150 - 300
A-2 Material granular con alto contenido de finos					
A-2-4 gravoso	Grava Limosa	GM	130 - 145	40-80	300 - 500
A-2-5, gravoso	Grava Arena Limosa				
A-2-4, arenoso	Arena Limosa	SM	120 - 135	20 - 40	300 - 400
A-2-5, arenoso	Arena Gravo Limosa				
A-2-6, gravoso	Grava Arcillosa	GC	120 - 140	20 - 40	200 - 450
A-2-7, gravoso	Grava Arena Arcillosa				
A-2-6, arenoso	Arcilla Arenosa	SC	105 - 130	10 - 20	150 - 350
A-2-7, arenoso	Arcilla Grava Arenosa				
Suelos finos:					
A-4	Limo	ML, OL	90 - 105	4 - 8	25 - 165*
	Mezclas de Limo/Arena/Grava		100 - 125	5 - 15	40 - 220 *
A - 5	Limo mal graduado	MH	80 - 100	4 - 8	25 - 190*
A - 6	Arcilla plástica	CL	100 - 125	5 - 15	25 - 255*
A-7-5	Arcilla Elástica moderadamente plástica	CL, OL	90 - 125	4 - 15	25 - 125 *
A-7-6	Arcilla muy plástica	CH, OH	80 - 110	3 - 5	40 - 220*

Ref. Guía de Diseño Versión 1997; Tabla 11; Pág. 6

(*) El valor de suelos finos depende altamente de su grado de saturación.

CALIFORNIA BEARING RATIO-CBR



CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR

ESTACION: C-01

FECHA: 10/5/2021

UBICACION: Entre Av. San Martin de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS				SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
		Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
0-1	E	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%	
	S	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%	
1-2	E	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%	
	S	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0.5%	
2-3	E	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%	
	S	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%	
3-4	E	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	1.0%	
	S	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.4%	
4-5	E	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.5%	
	S	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.9%	
5-6	E	36	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	4.4%	
	S	36	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	3.8%	
6-7	E	39	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	4.4%	
	S	42	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	4.5%	
7-8	E	45	18	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	5.2%	
	S	54	27	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82	6.5%	
8-9	E	39	36	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	6.3%	
	S	39	36	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	6.1%	
9-10	E	45	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	78	6.4%	
	S	33	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69	5.5%	
10-11	E	69	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81	6.6%	
	S	75	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	6.9%	
11-12	E	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	3.9%	
	S	84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84	6.7%	
12-13	E	63	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	8.1%	
	S	75	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	8.6%	
13-14	E	69	36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	8.6%	
	S	72	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	8.4%	
14-15	E	60	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	6.1%	
	S	63	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72	5.7%	
15-16	E	54	9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	5.4%	
	S	42	15	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4.8%	
16-17	E	36	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39	3.2%	
	S	39	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	3.7%	
17-18	E	42	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%	
	S	45	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.0%	
18-19	E	54	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%	
	S	60	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	5.3%	
19-20	E	57	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.1%	
	S	48	6	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	4.5%	
20-21	E	51	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	4.9%	
	S	45	12	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	57	4.5%	
21-22	E	39	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	3.7%	
	S	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1.2%	
22-23	E	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	1.5%	
	S	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0.7%	
23-24	E	12	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1.2%	
	S	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	1.9%	
Parcial	E	897	324	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1227	100.0%	
	S	909	336	0	0	0	0	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1255	100.0%	
TOTAL AMBOS SENT.		1806	660	0	0	0	0	12	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2482		
		72.76%	26.59%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.48%	0.16%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%		

RESUMEN DE CONTEO Y CLASIFICACION VEHICULAR (METODO AASTHO)

ESTACION: C-01

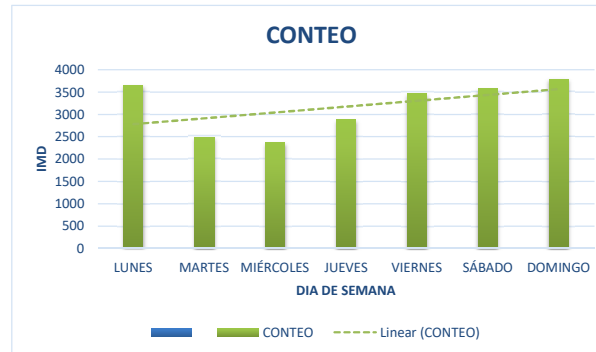
PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

K= 1

UBICACION: Entre Av. San Martin de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

Sent.	VEHICULOS LIGEROS				BUS		CAMIONES UNITARIOS			SEMITRAILER				TRAILER				TOTAL	%
	Autos	Pick up	C. Rural	Micros	2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
E	8064.00	2871.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	23.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11037.00	49.7%
S	8085.00	2946.00	0.00	0.00	0.00	0.00	112.00	28.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11171.00	50.3%
TOTAL	16149.00	5817.00	0.00	0.00	0.00	0.00	191.00	51.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22208.00	
%	72.72%	26.19%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.86%	0.23%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	
IMDS	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.57	
K	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.29	7.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.57	
IMDA	2307.00	831.00	0.00	0.00	0.00	0.00	27.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3172.00	

DIAS	CONTEO
LUNES	3655
MARTES	2482
MIÉRCOLES	2366
JUEVES	2885
VIERNES	3464
SÁBADO	3570
DOMINGO	3786



CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

DATOS:

1) PERIODO DE DISEÑO

T= 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 -50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

2) ESPESOR DE PAVIMENTO

esp = 200 mm asumido

3) INDICES DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 sevicibilidad final

$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de transito menor

4) FACTOR DE DISTRIBUCION POR DIRECCION

D = 0.5

Número de carriles en ambas direcciones	LD 10
2	0.50
4	0.45
6 o más	0.40

factor de direccion ida y vuelta

5) FACTOR DE DISTRIBUCION POR CARRIL

L = 1 un carril en cada sentido =>

W18 = 100%

Nº DE CARRIL EN CADA SENTIDO	PORCENTAJE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80 - 100
3	60 - 80
4 o más	50 - 75

6) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem

CALCULO DEL ESAL PARA PAVIMENTO RIGIDO (METODO AASHTO)

ESTACION: C-01
 PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."
 UBICACIÓN: Entre Av. San Martín de Porras y Calle Santa Rosa de Lima

DATOS: T= 20 años
 esp = 200 mm
 Pt = 2 seveciabilidad final
 D = 0.5 factor de direccion ida y vuelta
 L = 1 un carril en cada sentido => W18 = 100%

FORMULA DEL ESAL PARA
 PAVIMENTO RIGIDO
 METODO DEL AASHTO

$$F_{ec} = - \frac{W_{t18}}{W_{tx}}$$

$$\log \frac{W_{tx}}{W_{t18}} = 4.62 \log(18+1) - 4.62 \log(L_x + L_y) + 3.28 \log(L_y) + \frac{G_1}{\beta_x} - \frac{G_2}{\beta_{18}}$$

$$G_1 = \log \frac{4.5 - Pt}{4.5 - 1.5} \quad \beta_x = 1 + \frac{3.63 (L_x + L_y)^{0.20}}{(D + 1)^{0.46} (L_y)^{0.52}}$$

FACTOR DE CRECIMIENTO:

$$G \cdot Y = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$$

En Donde:
 W_{tx} = # Aplicaciones de carga definida al final del tiempo t
 W_{t18} = # Aplicaciones de carga equivalente al final del tiempo t

ESAL = ni = (no)l (G) (D) (L) (365) (Y)

Tipo de Vehículo	VEHICULOS LIGEROS								BUS				CAMIONES UNITARIOS				SEMITRAILER													
	Autos		Pick up		C. Rural		Micros		2E		3E		2E		3E		4E		2S1/2S2			2S3			3S1/3S2			>=3S3		
	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.	delant.	centr.	post.
CARGA	1	0.8	1.2	1.5	1.5	2	2	3	7	11	7	16	7	11	7	18	7	23	7	11	18	7	11	25	7	18	18	7	18	25
Lx (kips)	2.2059	1.765	2.647	3.309	3.309	4.412	4.412	6.618	15.44	24.26	15.44	35.29	15.44	24.26	15.44	39.71	15.44	50.74	15.44	24.26	39.71	15.44	24.26	55.15	15.44	39.71	39.71	15.44	39.71	55.15
no	2307.00	2307	831	831	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	27	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r%	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
Gt	-0.0792	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079	-0.079
L2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	3	1	1	2	1	3	1	2	2	1	2	3	
B18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
log(Wtx/Wt)	3.5704	3.867	3.312	2.977	2.977	2.52	2.52	1.834	0.29	-0.572	0.29	-0.366	0.29	-0.572	0.29	-0.59	0.29	-0.521	0.29	-0.572	-0.59	0.29	-0.572	-0.679	0.29	-0.59	-0.59	0.29	-0.59	-0.679
G = Wt/Wtx	0.0003	1E-04	5E-04	0.001	0.001	0.003	0.003	0.015	0.513	3.731	0.513	2.322	0.513	3.731	0.513	3.891	0.513	3.319	0.513	3.731	3.891	0.513	3.731	4.779	0.513	3.891	3.891	0.513	3.891	4.779
G Y	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	23.819	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330	26.330
ESAL	2697	1361	1763	3808	0	0	0	0	0	0	0	0	66507	5E+05	17243	1E+05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARCIAL	9628.515279								0				698675.5611				0													
TOTAL	708304.0764																													

DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) CONFIABILIDAD

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Suburbanas	Rurales
Autopista Regional	85 - 99.9	80 - 99.9
Troncales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	50 - 80

R = 80 %

2) DESVIACION ESTANDAR NORMAL

DESVIACION ESTANDAR NORMAL , VALORES QUE CORRESPONDEN A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD		
CONFIABILIDAD R (%)	(ZR)	(So)
50	0.000	0.35
60	-0.253	0.35
70	-0.524	0.34
75	-0.647	0.34
80	-0.841	0.32
85	-1.037	0.32
90	-1.282	0.31
91	-1.340	0.31
92	-1.405	0.30
93	-1.476	0.30
94	-1.555	0.30
95	-1.645	0.30
96	-1.751	0.29
97	-1.881	0.29
98	-2.054	0.29
99	-2.327	0.29
99.9	-3.090	0.29
99.99	-3.750	0.29

ZR = -0.841

3) ERROR ESTANDAR COMBINADO So

TIPO	(So)
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40

So = 0.32

DETERMINACION DEL MODULO DE REACCION EFECTIVO DE LA SUBRAZANTE

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) METODO EMPIRICO O MECANISTICO

DATOS DE LA SUBBASE : CBR = **30.00** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

MR = 2555 (CBR)^{0.64}

MR = 22529.342 psi = 155.45 Mpa

Ecuación de Kentucky

(regresión exponencial)

MR = 1910 (CBR)^{0.68}

MR = 19296.379 psi = 133.15 Mpa

(regresión polinómica 2°) Solo para CBR < 55 %

MR = -7.5 CBR² + 800 CBR + 1820

MR = 19670 psi = 135.72 Mpa

Mínimo: ME = 133.15 Mpa

130

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **6.30** %

Ecuación Guia Mecanica Empirica NCHRP (2002)

MR = 2555 (CBR)^{0.64}

MR = 8297.9126 psi = 57.26 Mpa

Ecuación de After Van Til et al

(regresión exponencial)

MR = 5490 (CBR)^{0.30}

MR = 9536.1815 psi = 65.80 Mpa

Mínimo: MR = 57.26 Mpa

208.98293

1.56

En el monograma

1. Estimamos el espesor de la sub base como dato preliminar
2. Obtenemos el módulo resiliente y módulo de lasticidad del suelo de fundación y de la sub base respectivamente
3. Proyectamos con las flechas y obtenemos el módulo de reacción compuesto

Tabla VI.9. Requisitos de Calidad de Base y Sub-base de Agregado no tratado

Ensayo	Requisitos del Ensayo	
	Sub-base	Base
CBR, mínimo	20	80
Valor-R, mínimo	55	78
Límite líquido, máximo	25	25
Índice de plasticidad, máximo, o	6	NP
Arena Equivalente, mínimo	25	35
% que pasa Tamiz No. 200, máximo	12	7

Fuente: Asphalt Institute's Thickness Design Manual (MS-1)

Diseño de Pavimento Rígido
Ecuación AASHTC

Serviciabilidad Inicial y Final: PSI Inicie 4.5, PSI Final 2

Confianabilidad [Zr] y Desviación Estandar: Zr: -0.841, So: 0.32

Información Adicional:
 Módulo de Elasticidad del Concreto Ec: 3115169.605
 Coeficiente de Transmisión de Carç: 3.2
 Módulo de Rotura de Concreto Sc: 546.5
 Coeficiente de Drenaje [I: 1

Seleccionar dato que tiene: Espesor D Eje W18

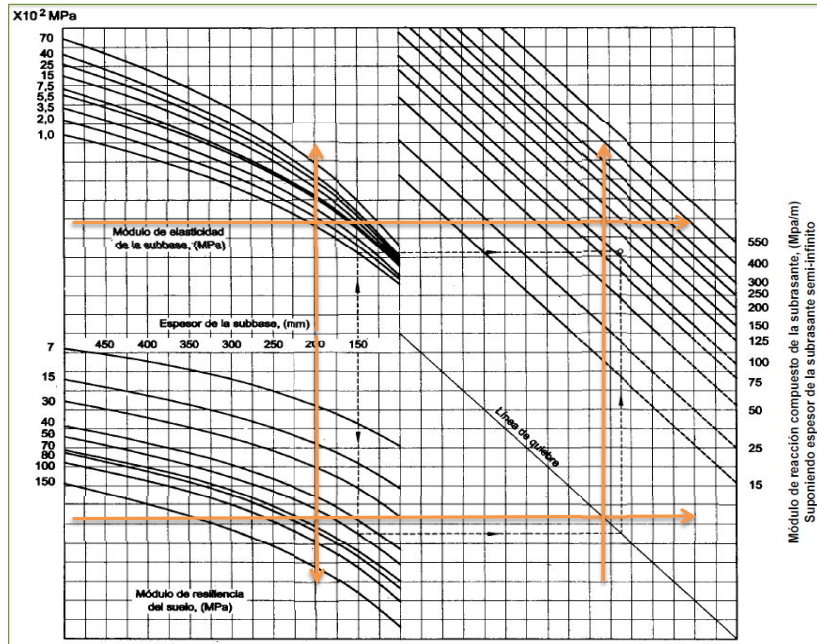
Módulo de Reacción de la Subrasante: K: 208.9829288 pci

Resultado: D: 7.20605 plg

pci= Libras /pulgadas³ [lb/plg]
 psi= Libras /pulgadas² [lb/plg]
 plg= Pulgadas

Botones: Calcular, Insertar, Limpiar

MONOGRAMA PARA DETERMINAR EL MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE, SUPONIENDO UNA PROFUNDIDAD INFINITA



25

MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE (K) = **120.00** Mpa/m

2) METODO AASHTO

DATOS DE LASUB BASE: CBR = **30.00** % Espesor: **20.00** cm

Si CBR <= 10

$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$

Si CBR > 10

$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$

K = **95.36** Mpa/m

DATOS DEL SUELO DE FUNDACION: CBR = **6.30** %

Si CBR <= 10

$K = 2.55 + 52.5 \text{ LOG (CBR)}$

Si CBR > 10

$K = 46 + 9.08 (\text{LOG (CBR)})^{4.34}$

K = **44.52** Mpa/m

MODULO DE REACCION COMPUESTO DE LA SUBRASANTE (K) = **53.79** Mpa/m

DETERMINACION DE LA PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

1) PERDIDA DE SERVICIABILIDAD

Pt = 2 serviciabilidad final

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL
Po = 4.5 para pavimentos rígidos
Po = 4.2 para pavimentos flexibles

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor

$\Delta PSI = P_o - P_t = 2.5$

2) DRENAJE

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

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Exelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Cd = 1.00

3) COEFICIENTE DE TRANSMISION DE CARGA

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	---	2.3 - 2.9	---

J = 3.20

4) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto $f_c = 235.15$ kg/cm²

$E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$

$E_c = 3296435$ psi = 22745.4 Mpa

5) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto $f_c = 235.15$ kg/cm²

$S_c = 8 - 10 (f_c)^{0.5}$

$S_c = 578.3$ psi = 3.990 Mpa

DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR LA FORMULA AASHTO

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

Para el método de diseño AASHTO la fórmula de diseño es:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35\text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_i) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dr} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

En donde:

- W₈₂ = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas⁵, a lo largo del período de diseño.
- Z_r = Desviación normal estándar
- S_o = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- D = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- P_i = Índice de serviciabilidad o servicio final
- M_r = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- C_{dr} = Coeficiente de drenaje
- J = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- k = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

DATOS:

K =	53.79	Mpa/m	So =	0.32	
Ec =	22745.4	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
S'c = Mr =	3.99	Mpa	Pt =	2	
J =	3.20		ΔPSI =	2.5	
Cd =	1.00		W80 =	0.71 x 10 ⁶	
			D =	???	mm por tanteo
			D =	152.42	mm

708304 0764
0.708304076

RESOLVIENDO:

1er miembro	=	Segundo miembro			
5.850220	=	-0.269120	+	6.147357	+
5.850220	=	5.850098			+

OK

15.242

-15.242

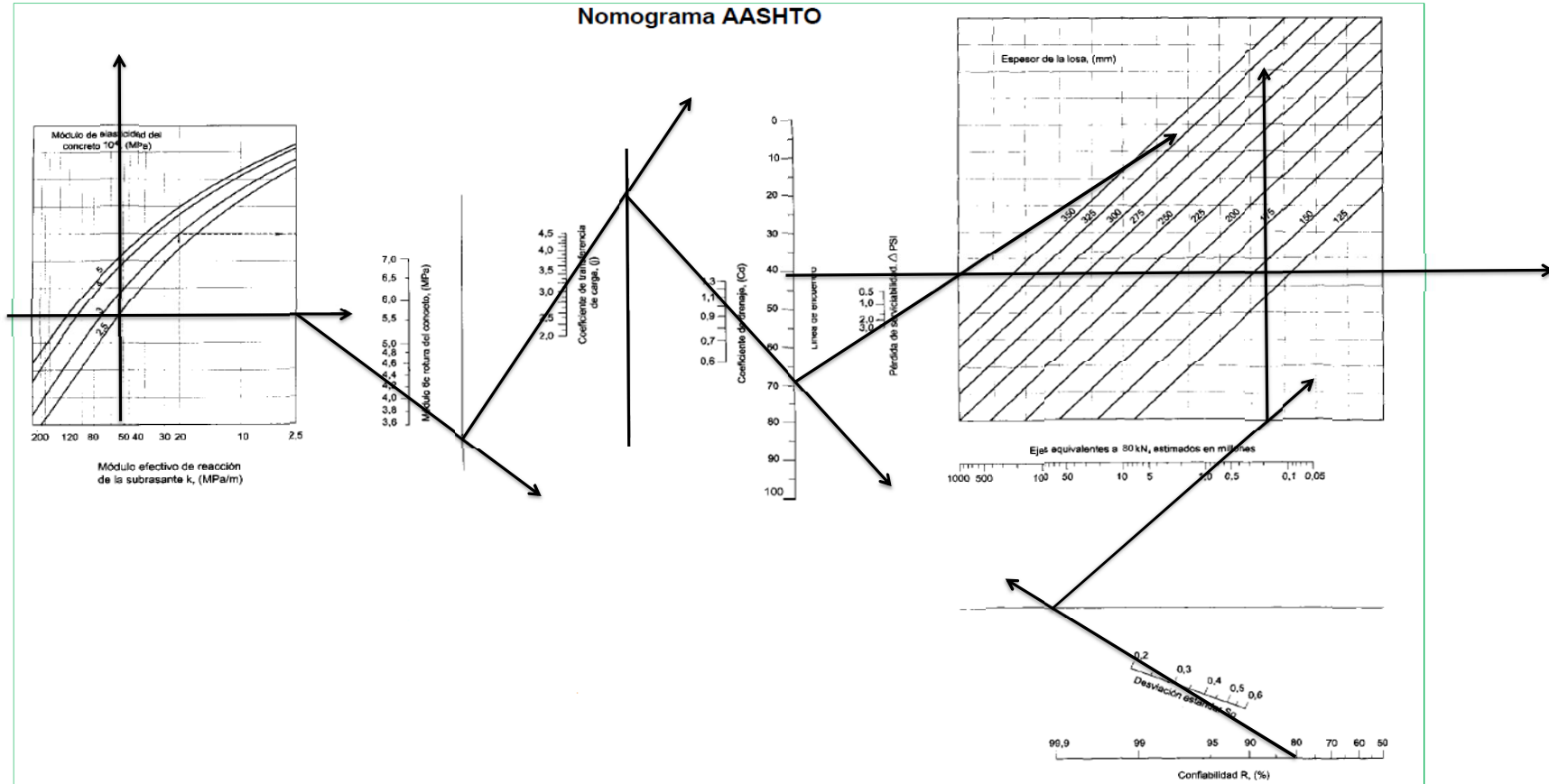
DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR EL ABACO AASHTO

ESTACION: C-01

PROYECTO: "Diseño de Pavimento Rígido Fibroreforzado para Mejorar la Transitabilidad del Asentamiento Humano Virgen del Cisne – Tumbes, 2021."

DATOS:	K =	53.79	Mpa/m	So =	0.32	
	Ec =	22745	Mpa	R =	80 % =>	ZR = -0.841
	S'c =	3.99	Mpa	ΔPSI =	2.5	
	J =	3.20		W80 =	0.71 x 10 ⁶	
	Cd =	1.00		D =	152.42	mm

Nomograma AASHTO



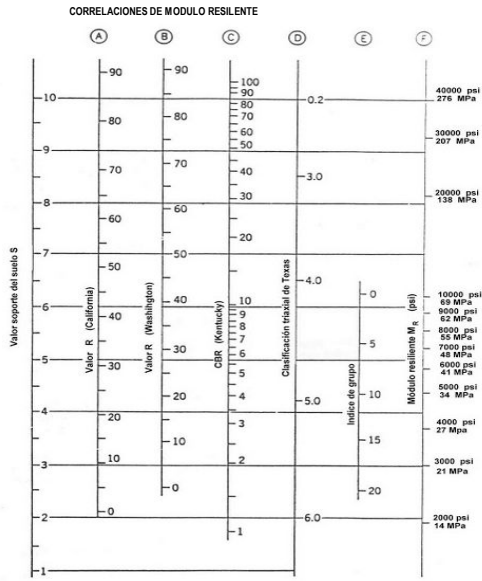


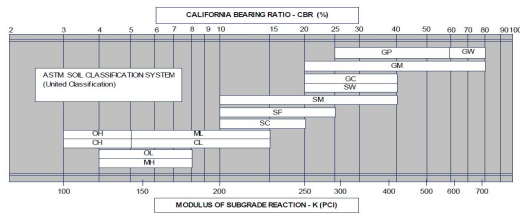
Figura 4.23. Correlaciones con el módulo resiliente

Tabla 4.2. - Correlación entre el tipo de material, CBR y k

Clasificación ASSHTO	Descripción	Clasif. S. U.	Densidad Seca (kg/m ³)	CBR (%)	Valor K (psi/in)
Suelos granulares:					
A-1-a, bien graduada	Grava	GW, GP	125 - 140	60 - 80	300 - 450
A-1-a, mal graduada	Grava	GW, GP	120 - 130	35 - 60	300 - 400
A-1-b	Arena Gruesa	SW	110 - 130	20 - 40	200 - 400
A-3	Arena Fina	SP	105 - 120	15 - 25	150 - 300
A-2 Material granular con alto contenido de finos					
A-2-4 gravoso	Grava Limosa	GM	130 - 145	40-80	300 - 500
A-2-5, gravoso	Grava Arena Limosa	GM	130 - 145	40-80	300 - 500
A-2-4, arenoso	Arena Limosa	SM	120 - 135	20 - 40	300 - 400
A-2-5, arenoso	Arena Grava Limosa	SM	120 - 135	20 - 40	300 - 400
A-2-6, gravoso	Grava Arcillosa	GC	120 - 140	20 - 40	200 - 450
A-2-7, gravoso	Grava Arena Arcillosa	GC	120 - 140	20 - 40	200 - 450
A-2-6, arenoso	Arcilla Arenosa	SC	105 - 130	10 - 20	150 - 350
A-2-7, arenoso	Arcilla Grava Arenosa	SC	105 - 130	10 - 20	150 - 350
Suelos finos:					
A-4	Limo	ML, OL	90 - 105	4 - 8	25 - 165*
	Mezclas de Limo/Arena/Grava		100 - 125	5 - 15	40 - 220*
A-5	Limo mal graduado	MH	80 - 100	4 - 8	25 - 190*
A-6	Arcilla plástica	CL	100 - 125	5 - 15	25 - 255*
A-7-5	Arcilla Elástica moderadamente plástica	CL, OL	90 - 125	4 - 15	25 - 125*
A-7-6	Arcilla muy plástica	CH, OH	80 - 110	3 - 5	40 - 220*

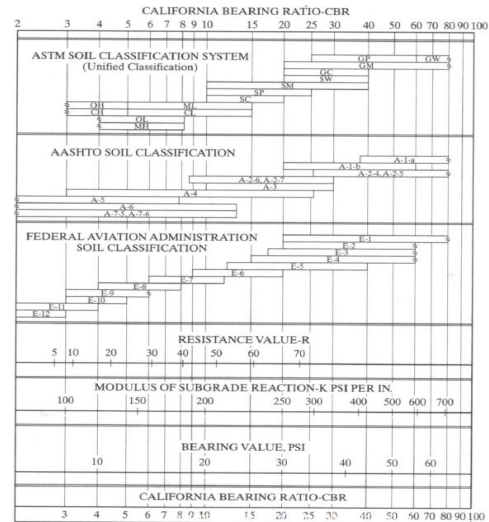
Ref. Guía de Diseño Versión 1997, Tabla 11, Pág. 6
 (*) El valor de suelos finos depende altamente de su grado de saturación.

Correlación 1 con SUCS y VRS



Rangos típicos de factores de pérdida de soporte para varios tipos de materiales

Tipo de material	Módulo de elasticidad ó módulo resiliente [psi]	Factor de pérdida de soporte
Base granular tratada con cemento	1,000,000 - 2,000,000	0.0 - 1.0
Mezclas de agregado con cemento	500,000 - 1,000,000	0.0 - 1.0
Base tratada con asfalto	350,000 - 1,000,000	0.0 - 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas	40,000 - 300,000	0.0 - 1.0
Limo estabilizado	20,000 - 70,000	1.0 - 3.0
Material granular	15,000 - 45,000	1.0 - 3.0
Subrasante natural	3,000 - 40,000	2.0 - 3.0



DETALLES Y LONGITUDES RECOMENDADAS PARA JUNTAS						
Espesor de Losa		Diámetro		Longitud		Separación
Cm	Pulg	Cm	Pulg	Cm	Pulg	Cm
13 - 15	5 - 6	19	3/4	41	16	30
15 - 20	6 - 8	25	1	46	18	30
20 - 30	8 - 12	32	1 1/4	46	18	30
30 - 43	12 - 17	38	1 1/2	51	20	38
43 - 50	17 - 20	45	1 3/4	56	22	46



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFiber® CHO 80/60 NB

FIBRA DE ACERO PARA REFUERZO DEL CONCRETO EN LOSAS Y CONCRETO PRE-FABRICADO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales, permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

USOS

Sika Fiber CHO 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 80 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

CERTIFICADOS / NORMAS

Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Sacos de papel x 20 kg.
Vida Útil	Indefinido
Condiciones de Almacenamiento	Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Longitud: 60 mm con extremos conformados ▪ Diámetro: 0.75 mm ▪ Relación longitud/diámetro: 80

INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	Cero
Resistencia a la Tensión	1200 MPa min.
Elongación de Rotura	4% max.

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m³ de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

DOSIFICACIÓN

Sika® Fiber CHO 80/60 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:

- En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.
- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

LIMITACIONES

No agregue Sika® Fiber CHO 80/60 NB al mezclador antes de los áridos.

Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

REGULACIÓN (EC) Nº 1907/2006 - REACH

DIRECTIVA 2004/42/CE - LIMITACIÓN DE LAS EMISIONES DE VOC

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.

SikaFiberCHO8060NB-es-PE-(12-2019)-1-1.pdf



FECHA: 16/10/2021

HORA: 12:59:44

PAGINA: 1

PEDIDO N° 04011878

SEÑOR(ES) CLIENTE EVENTUAL

DIRECCIÓN

R.U.C.

ATENCIÓN

VENDEDOR SYSTEM SICO - VENDEDOR TEMPORAL

DOC. REF.

FECHA 16/10/2021

COND. PAGO NO DEFINIDO

MONEDA SOLES

TELÉFONO

PRIORIDAD NORMAL

CODIGO	DESCRIPCIÓN	U.M.	CANTIDAD	V. VENTA	% DCT.	% FIC.	TOTAL
AD09900020	SIKAFIBER CHO 80/60 NB - SACOS DE PAPEL X 20 KG.	SC-20	1.000	230.0847	0.00	0.00	230.08
SE12500001	SERVICIO DE TRANSPORTE Y FLETE fete : JR Quipan 163, 2do piso primera zona de Tahuantinsuyo - INDEPENDENCIA	ZZ	1.000	33.8983	0.00	0.00	33.90

SUBTOTAL	263.98
0.00 % DCTO.	0.00
18.00 % IGV	47.52
TOTAL .S/	311.50