



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA
EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-
C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”

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

AUTORES:

ALMEIDA SOLANO ANGÉLICA ISABEL

SANTUR MANUEL GEYLI ELIZABETH

ASESOR:

Mg. ZEVALLOS VILCHEZ MAXIMO JAVIER

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

PIURA – PERÚ

2019

Jurado Calificador



MG. ING. LUCIO SIGIFREDO MEDINA CARBAJAL.

Presidente



ING. KRISIA DEL FÁTIMA VALDIVIEZO CASTILLO.

Secretario



ING. CRISTHIAN ALEXANDER LEÓN PANTA.

Vocal

El jurado en cargo de evaluar la tesis presentada por don (a) Amado Salme Anglica Babil; Santos Manuel Eugel - Elizabeth
 cuyo título es:
"Implementación de la Técnica Whittopping en la evaluación del
Reforzamiento Flexible en el C.P. Mallabes - C.P. Samán - Sullana
Piura, 2019"

Reunido en fecha, escucho la sustentación y la resolución de preguntas por es estudiante,
 otorgándole el calificativo de:14..... (número)catorce..... (letras).

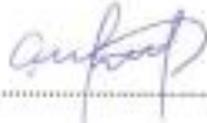
Piura27..... deMarzo..... Del 2019



 PRESIDENTE



 SECRETARIO



 VOCAL


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

Dedicatoria

A Dios, quien inspiro a mi espíritu, por haberme dado salud, por permitirme lograr mi primera gran meta de mi vida profesional.

A mi familia, especialmente a mi madre Flor Solano y mi abuela Rosa Chunga, quienes me dieron la vida, educación, consejos y sobre todo su apoyo incondicional y la confianza apostada en mí que no será defraudada.

Por Almeida Solano Angélica Isabel.

Dedicatoria

A Dios A DIOS Y A MIS PADRES, por día a día acompañarme y guiarme en cada paso de mi vida, enseñándome que los obstáculos y caídas que se presentan en el camino siempre hay que saberlas superar y aprender de ellas.

Por Santur Manuel Geyli Elizabeth.

Agradecimientos

A DIOS

Gracias por darnos la sabiduría para elegir lo correcto y la fortaleza para salir adelante en nuestros estudios. Danos señor, la fuerza y la voluntad para hacer que perdure.

A nuestra familia

Son un pilar fundamental en el desarrollo de nuestra persona, le agradecemos de corazón todo el esfuerzo y sacrificio que hicieron para que saliéramos adelante en nuestros estudios, siempre apoyándonos y dándonos la fuerza en momentos difícil de la carrera, gracias por su incondicional apoyo y amor que nos entregan cada día y por estar siempre ahí cuando los necesitamos. Gracias por creer en nosotros.

A nuestros docentes

Por sus enseñanzas y consejos durante nuestra vida universitaria que sumaron en nuestro logro profesional.

A nuestra persona

Por no desfallecer en ningún momento y siempre manteniéndonos persistentes.

Declaratoria de autoría

Yo, ALMEIDA SOLANO ANGÉLICA ISABEL y SANTUR MANUEL GEYLI ELIZABETH, estudiantes de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad César Vallejo, sede Piura, declaro que el trabajo académico titulado: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES – C. P SAMAN – SULLANA – PIURA, 2018”**, presentada en 238 folios y 01 lamina de Plano, para la obtención del título profesional de INGENIERO CIVIL, es de nuestra autoría. Por lo tanto, declaro lo siguiente:

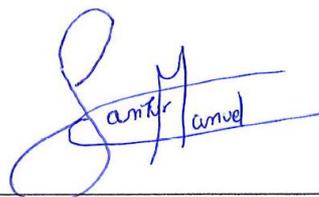
- Hemos mencionado todas las fuentes empleadas en el presente trabajo de investigación, identificando correctamente toda la cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes de acuerdo con lo establecido por las normas de elaboración de trabajos académicos.
- No hemos utilizado ninguna otra fuente distinta de aquellas expresamente señaladas en este trabajo.
- Este trabajo de investigación no ha sido previamente presentado completa ni parcialmente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
- Somos conscientes de que nuestro trabajo puede ser revisado electrónicamente en búsqueda de plagios.
- De encontrar uso de material intelectual ajeno sin el debido reconocimiento de su fuente o autor, nos sometemos a las sanciones que determinan el procedimiento disciplinario.

Piura, 27 de marzo del 2019.



ALMEIDA SOLANO ANGÉLICA ISABEL.

DNI N° 72883618



SANTUR MANUEL GEYLI ELIZABETH.

DNI N° 77657984

Presentación

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, para el título Profesional de Ingeniero Civil, es grato poner a vuestra consideración, la presente Tesis titulada: “**APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES – C. P SAMAN – SULLANA – PIURA, 2018**”, cuyo desarrollo y contenido se resume en los próximos capítulos.

Capítulo 1: Contiene el problema que ha sido planteado para la investigación, así como los trabajos previos, las teorías basadas para la aplicación de la técnica, además la formulación del problema, también los objetivos desarrollados y las razones que justifican su desarrollo.

Capítulo 2: Expone la metodología que ha seguido la presente investigación, mediante las variables planteadas y sus dimensiones, así como su operacionalización, la muestra determinada, los instrumentos de recolección de datos y aspectos éticos sobre los cuales se han desarrollado.

Capítulo 3: Comprende el análisis de los resultados obtenidos, gracias a la recolección de datos, así como la presentación de tablas informativas y su respectiva interpretación.

Capítulo 4: Presenta la discusión en base a los fundamentos teóricos mencionados y a los trabajos previos desarrollados en relación al tema de investigación.

Capítulo 5: Enmarca las conclusiones a las que llego el presente análisis de acuerdo a la información obtenida y desarrollada.

Capítulo 6: Menciona a las recomendaciones que plantea el autor, en relación a otras variables no identificadas mediante el análisis desarrollado.

Capítulo 7: Indica a las referencias bibliográficas que ha tomado en referencia la presente investigación donde se indican las fuentes y autores por las que se ha obtenido la información.

ÍNDICE

Jurado Calificador.....	02
Dedicatoria.....	04
Agradecimientos.....	05
Declaratoria de autoría.....	06
Presentación.....	07
ÍNDICE.....	08
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
Resumen.....	15
Abstract.....	16
I. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Realidad Problemática.....	17
1.2. Trabajos previos.....	18
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	20
1.4. Formulación del problema.....	29
1.5. Justificación del estudio.....	29
1.6. Hipótesis.....	30
1.7. Objetivos.....	30
II. MÉTODO.....	31
2.1. Diseño de investigación.....	31
2.2. Variables, operacionalización.....	32
2.3. Población y muestra.....	38
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	38
2.5. Métodos de análisis de datos.....	42
2.6. Aspectos éticos.....	43
III. RESULTADOS.....	44
3.1. Estado del pavimento existente.....	44
3.2. Propiedades físicas y mecánicas del suelo.....	48

3.3.	Estudio de tráfico.....	59
3.4.	Resistencia del Concreto.....	67
3.5.	Espesor del Concreto.....	74
IV.	DISCUSIÓN.....	84
V.	CONCLUSIONES.....	87
VI.	RECOMENDACIONES.....	89
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
	ANEXOS.....	92
	ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	93
	ANEXO 02: INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	96
	Anexo 2.1. Estado del Pavimento Existente.....	96
	Anexo 2.2. Propiedades Físicas y Mecánicas del Suelo.....	118
	Anexo 2.3. Cargas de Transitabilidad Vehicular.....	192
	Anexo 2.4. Resistencia del Concreto.....	204
	Anexo 2.5. Espesor del Recubrimiento.....	206
	ANEXO 03: ACTAS DE VALIDACIÓN.....	215
	ANEXO 04: PLANOS.....	234
	ANEXO 05: DOCUMENTO DE SIMILITUD.....	235
	ANEXO 06: ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS.....	236
	ANEXO 07: AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS EN REPOSICION INSTITUCIONAL UCV.....	237
	ANEXO 08: AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION	238

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 01. Operacionalización de variables</i>	33
<i>Tabla 02. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos</i>	40
<i>Tabla 03. Tasa de crecimiento promedio anual</i>	45
<i>Tabla 04. Número de ejes equivalentes</i>	46
<i>Tabla 05. Valor de la Deflexión Admisible, desde el Km 0+000 – Km 1+000 – Carril derecho</i>	47
<i>Tabla 06. Valor de la Deflexión Admisible, desde el Km 0+000 – Km 1+000 – Carril izquierdo</i>	47
<i>Tabla 07. Detalles de Calicatas</i>	48
<i>Tabla 08. Perfil estratigráfico de Calicata 01</i>	49
<i>Tabla 09. Perfil estratigráfico de Calicata 02</i>	49
<i>Tabla 10. Perfil estratigráfico de Calicata 03</i>	50
<i>Tabla 11. Perfil estratigráfico de Calicata 04</i>	50
<i>Tabla 12. Perfil estratigráfico de Calicata 05</i>	51
<i>Tabla 13. Perfil estratigráfico de Calicata 05</i>	59
<i>Tabla 14. Factor de corrección de vehículos</i>	60
<i>Tabla 15. Índice medio anual del tráfico vehicular actual</i>	61
<i>Tabla 16. Distribución del Tráfico Vehicular Actual</i>	62
<i>Tabla 17. Porcentaje del tráfico vehicular al año por tipo de vehículo</i>	62
<i>Tabla 18. Ejes equivalentes por tipo de vehículo pesado</i>	63
<i>Tabla 19. Relación de carga por eje (vehículos pesados)</i>	64

Tabla 20. <i>Demanda Proyectada (20 años) – Índice Medio Diario</i>	65
Tabla 21. <i>Factor de crecimiento acumulado</i>	65
Tabla 22. <i>Ejes Equivalentes día – carril</i>	66
Tabla 23. <i>Resistencia promedio</i>	68
Tabla 24. <i>Relación A/C por resistencia</i>	68
Tabla 25. <i>Contenido de aire atrapado</i>	69
Tabla 26. <i>Pesos de los elementos</i>	71
Tabla 27. <i>Resistencia de las probetas de Concreto</i>	74
Tabla 28. <i>Resumen de las variables de la ecuación fundamental para el diseño del pavimento rígido según AASHTO 93</i>	77
Tabla 29. <i>Espesores del paquete estructural del pavimento rígido</i>	81
Tabla 30.. <i>Matriz de Consistencia</i>	93
Tabla 31. <i>Juntas de espaciamiento recomendada</i>	214

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. <i>Contenido de Gravas</i>	52
Figura 02. <i>Contenido de Arenas</i>	52
Figura 03. <i>Contenido de Finos</i>	53
Figura 04. <i>Contenido de Humedad</i>	54
Figura 05. <i>Límites de consistencia de la Muestra 01</i>	55
Figura 06. <i>Límites de consistencia de la Muestra 02</i>	55
Figura 07. <i>Contenido de humedad óptima (%)</i>	56
Figura 08. <i>Máxima densidad seca (gr/cm³)</i>	56
Figura 09. <i>Máximas densidades secas al 95%</i>	57
Figura 10. <i>California Bearing Ratio (CBR) obtenidos</i>	57
Figura 11. <i>Resumen de resultados de laboratorio de suelos</i>	58
Figura 12. <i>Número de Vehículos por día (v/d)</i>	60
Figura 13. <i>Porcentaje del Tráfico actual por tipo de vehículo</i>	62
Figura 14. <i>Asentamiento para diversos tipos de estructuras</i>	70
Figura 15. <i>Asentamiento para diversos tipos de estructuras</i>	70
Figura 16. <i>Dosificación del diseño de mezcla</i>	72
Figura 17. <i>Dosificación del Diseño de Mezcla en Volumen</i>	72
Figura 18. <i>Dosificación del Diseño de Mezcla en peso</i>	73
Figura 19. <i>Módulo de reacción de la subrasante (K)</i>	78
Figura 20. <i>Monogramas de la metodología AASHTO, para el diseño de pavimentos rígidos</i>	79

Figura 21. <i>Monogramas de la metodología AASHTO, para el diseño de pavimentos rígidos.....</i>	<i>80</i>
Figura 22. <i>Detalle de los espesores del paquete estructural del pavimento rígido.....</i>	<i>82</i>
Figura 23. <i>Diámetro y longitudes recomendados en pasadores.....</i>	<i>83</i>
Figura 24. <i>Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento empleando la viga de Benkelman – Carril Derecho – 0+000 km – 0+525 km.....</i>	<i>113</i>
Figura 25. <i>Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento empleando la viga de Benkelman – Carril Derecho – 0+550 km – 1+000 km.....</i>	<i>114</i>
Figura 26. <i>Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento empleando la viga de Benkelman – Carril Izquierdo – 0+000 km – 0+525 km.....</i>	<i>115</i>
Figura 27. <i>Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento empleando la viga de Benkelman – Carril Izquierdo – 0+550 km – 1+000 km.....</i>	<i>116</i>
Figura 28. <i>Análisis Combinado de los Resultados de la Evaluación.....</i>	<i>117</i>
Figura 29. <i>Estudio del Tráfico – lunes 10.09.18.....</i>	<i>192</i>
Figura 30. <i>Estudio del Tráfico – martes 11.09.18.....</i>	<i>193</i>
Figura 31. <i>Estudio del Tráfico – miércoles 12.09.18.....</i>	<i>194</i>
Figura 32. <i>Estudio del Tráfico – jueves 13.09.18.....</i>	<i>195</i>
Figura 33. <i>Estudio del Tráfico – viernes 14.09.18.....</i>	<i>196</i>
Figura 34. <i>Estudio del Tráfico – sábado 15.09.18.....</i>	<i>197</i>
Figura 35. <i>Estudio del Tráfico – domingo 16.09.18.....</i>	<i>198</i>
Figura 36. <i>Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2010 – 2015).....</i>	<i>199</i>
Figura 37. <i>Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2010 – 2015).....</i>	<i>199</i>
Figura 38. <i>Tasa de Crecimiento Anual de la población por Departamento del Perú.....</i>	<i>200</i>
Figura 39. <i>Tasa de Crecimiento Anual del Producto Bruto Interno por Región del Perú...200</i>	<i>200</i>
Figura 40. <i>Factor de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.....</i>	<i>201</i>

Figura 41. <i>Cargas compuestas por los vehículos según sus ejes</i>	201
Figura 42. <i>Ejes equivalentes ejercidos por cada vehículo</i>	202
Figura 43. <i>Pesos y medidas máximas permitidas de Vehículos Pesados</i>	202
Figura 44. <i>Ecuación de eje equivalente por cada vehículo</i>	203
Figura 45. <i>Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 T, en el carril del diseño</i>	203
Figura 46. <i>Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico – $F'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$</i>	204
Figura 47. <i>Ensayo a la Compresión del Concreto Hidráulico– $F'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$</i>	205
Figura 48. <i>Valores recomendados a nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (Z_r) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico</i>	206.
Figura 49. <i>Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi). Índice de serviciabilidad final o terminal (Pt). Diferencial de severidad según rango de tráfico</i>	207
Figura 50. <i>Valores Recomendados de resistencia de concreto según rango de tráfico</i>	207
Figura 51. <i>Valores de Coeficiente de transmisión de carga J</i>	208
Figura 52. <i>Coeficientes estructurales de las capas del pavimento</i>	209
Figura 53. <i>Catálogo de estructuras de pavimento rígido con pasadores y con bermas de concreto y para un factor $J=2.8$ – Periodo de Diseño 20 años</i>	210
Figura 54. <i>Módulo compuesto de reacción de la subrasante</i>	211
Figura 55. <i>Módulo de reacción de la subrasante modificado para explicar la presencia de la fundación rígida cerca de la superficie</i>	212
Figura 56. <i>Pérdida de soporte (l_s)</i>	213
Figura 57. <i>Adherido</i>	213
Figura 58. <i>No adherido</i>	214

Resumen

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general Aplicar la técnica de Whitetopping en la evaluación del pavimento flexible en el centro poblado Mallares - centro poblado Samán – Sullana – Piura, 2018. La metodología empleada para el espesor de concreto del pavimento fue la de AASHTO 93 y el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, para llegar al diseño de dicho espesor primero se tuvo que saber en qué condiciones se encontraba el pavimento existente por ello se realizó un estudio de deflectometría a través de la viga de Benkelman tomando como población el tramo entre el C.P Mallares y C .P Samán en Sullana y como muestra se tomó la intersección de dichos centros poblados que abarca 1km.

El desarrollo de la presente investigación está dividido en dos variables. La primera contempla el estado del pavimento existente, las propiedades físicas y mecánica de suelo con lo cual se determinó un CBR de 11.9% y la segunda variable abarca el estudio de tráfico obteniendo un ESAL de $2,5 \times 10^6$ EE que en coordinación con el CBR obtenemos como espesor una losa de 7 pulgadas con paños de 3.50 x 3.50 para ello se toma en cuenta un diseño de mezcla de 280 kg/cm².

PALABRAS CLAVES: Estado del Pavimento, California Bearing Ratio (CBR), Esal de diseño, Resistencia del Concreto, Espesor del Recubrimiento.

Abstract

The present research work had as a general objective to apply the whitetopping in the technique of agriculture, the evaluation of flexible pavement in center populated of Mallares -que en coordinación con el CBR obtenemos como espesor una losa de 7 pulgadas center populated by Saman -Sullana -Piura 2018. The methodology used for the concrete thickness of the pavement It was the AASHTO 93 and the Manual of Soils, Geology, Geotechnics and Pavements, in order to arrive at the design of this thickness, it was necessary to know in what conditions the existing pavement was, therefore, a deflectometry study was carried out through the beam of Benkelman taking as a population the section between P.C Mallares and P.C Saman in Sullana and as a sample, the intersection of this population centers covering 1km was taken.

The development of the present investigation is divided into two variables. The first contemplates the state of the existing pavement, the physical and mechanical properties of the soil with which a CBR of 11.9% was determined and the second variable covers the study of traffic obtaining an ESAL of 2.5×10^6 EE that in coordination with the CBR we obtain as thick a slab 7 inch with cloths of 3.50 x 3.50 for it is taken into account a mix design of 280 kg / cm².

KEY WORDS: Pavement condition, California bearing ratio (CBR), design ESAL, Concrete Strength, Coating Thickness.

I. INTRODUCCIÓN.

1.1. Realidad Problemática.

La red vial es una infraestructura primordial para el crecimiento y progreso de un país, por ser uno de los medios que genera la oportunidad de transporte para movilizar bienes y personas, según el magíster Julián Rivera, especialista en Transporte por la Universidad de Piura. Según el Ministerio de económica y finanzas, el crecimiento de las actividades económicas del comercio regional y la calidad de vida de la población ha influenciado para que el sector de transporte carretero tenga una gran relevancia económica y representativa entre el 3% y el 7% del PBI de los países latinoamericanos, exigiendo capacidad, calidad y seguridad, donde el Perú según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones ha tenido un 24% de incremento de infraestructura en dicho sector.

Sin embargo a pesar del crecimiento que ha tenido el sector transporte aún sigue existiendo un déficit para el traslado adecuado de los productos comerciales que contribuye al desarrollo socioeconómico del país y esto se debe a que el grado de serviciabilidad de las carreteras no se encuentra en su 100% de operacionalidad, por lo tanto al momento de construir dicha infraestructura vial, esta se vuelve muy concurrida, incrementando así sus cargas de transitabilidad, produciendo lo que viene ser el desgaste en su carpeta de rodadura y si a esto le añadimos que no se le hace un mantenimiento rutinario en su tiempo de estimación, trae consigo la aparición de los famosos defectos o deterioros que en muchos caso no son intervenidos adecuadamente y cuando vemos que nuestra vía está en pésimas condiciones, recién los gobiernos regionales se preocupan por tratar de repararla , pero dicha reparación no siempre es la que se espera, ya que en muchos casos no se toman en cuenta las especificaciones técnicas que mandan el expediente técnico de los proyectos.

Un claro ejemplo de los deterioros de los pavimentos se evidencia en el Provincia de Sullana que a pesar de presentar 1,054 km de pistas y carreteras asfaltadas según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017), estas se encuentran en un inadecuado estado, solo basta con observarlas y encontrar la presencia de fallas que se muestran en su superficie y al no ser tratadas con anticipación pueden llegar a perjudicar todo el paquete estructural, una de estas deficiencias la detectamos en la vía recolectora que une los centros poblados de Mallares – Samán, que a pesar de ser una vía regularmente transitable, tiene una gran

importancia, ya que es una zona donde su principal actividad es la agricultura y por ende debe transportar productos que generan dichas cosechas obtenidas, lo que hace que la superficie se desgaste y debido a ello se debe mejorar su condición para la obtención de la buena transitabilidad vehicular, tal como lo plantea el Ingeniero especialista en pavimento Morales Olivares Javier (CIP 82272) quien revela que este problema se ha ido generando debido a que nunca ha desarrollado un programa de mantenimiento rutinario en el sistema vial urbano teniendo así un significativo abandono en el mejoramiento o mantenimiento de los pavimentos existentes, lo que hace que la vida útil de un pavimento asfáltico se vuelva efímero ofreciendo bajas condiciones de operabilidad para los usuarios tanto en seguridad como en confort.

Finalmente, se busca implementar nuevas tecnologías para el proceso de las intervenciones de rehabilitación que ayuden a mitigar el deterioro acelerado del pavimento y que brindan unas adecuadas condiciones de transitabilidad, es por ello que se propone la aplicación de la nueva técnica Whitetopping en la evaluación del pavimento existente en el centro poblado Mallares – Samán – Sullana – Piura, que ayudara a mejorar el nivel de transitabilidad y a prolongar más el ciclo de vida útil del pavimento evitando así el excesivo gasto de mandar a intervenir a cada momento las fallas que se presenten.

1.2. Trabajos previos.

(RUZ ORTIZ, 2006). “Aplicación en Chile de pavimentos delgados de hormigón” – Chile, (TESIS DE PREGRADO), cuyo objetivo general fue dar a conocer la técnica Whitetopping como solución viable para la rehabilitación de pavimentos asfálticos que se encontraban en deterioro. Llegando a las siguientes conclusiones: para tener un buen comportamiento entre las capas delgadas de hormigón con el asfalto, se debe tener en cuenta la pegajosidad entre la capa delgada de hormigón con el pavimento existente, así como las distancias de las juntas y el espesor de la capa de asfalto existente en el pavimento, con la finalidad de obtener una mejor adherencia en el interfaz hormigón/asfalto para aplicar exitosamente la técnica Whitetopping. Por otra parte, se recomienda que el espesor de la capa de asfalto sea 75 milímetros como mínimo, y 100 mm. si es el diseño del tramo de prueba. Finalmente, se estima una separación máxima de 1.80 metros para los pavimentos delgados en el esparcimiento de las juntas, sin embargo, la separación debe ser menor para las capas ultradelgadas, alcanzando 60 centímetros.

(LLANOVARCED CORONEL, 2014). “Utilización del método Whitetopping ultradelgado para rehabilitación de pavimentos asfálticos tramo La Paz - Cotapata” – Bolivia, (TESIS DE POSTGRADO). Cuyo objetivo general fue aplicar la técnica de rehabilitación Whitetopping con capas ultradelgadas en el tramo La Paz, llegando a la conclusión que la única diferencia que existe entre los diseños tanto de la técnica Whitetopping como del pavimento rígido es su estructura de soporte, ya que sus criterios y parámetros a utilizar vienen siendo los mismos. Además, esta nueva técnica causa bajos impactos negativos al medio ambiente, dado a que su proceso constructivo no se emplean emisiones tóxicas.

(RENGIFO, 2014). “Diseño de los pavimentos de la nueva carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)” – Lima, Perú, (TESIS DE PREGRADO). El objetivo de dicha investigación fue: Realizar el diseño del pavimento de un kilómetro de la nueva carretera Panamericana Norte. Se diseñó dicho pavimento considerando dos tipos: flexible y rígido. Estructuralmente, cualquiera de las alternativas para los dos tipos de pavimento cumple con los requerimientos, tanto el pavimento diseñado con la metodología de la AASHTO, como con el de la PCA o la del Instituto del Asfalto. La elección final se hará tomando en consideración el aspecto económico. Para el pavimento rígido diseñado con la metodología de la AASHTO se obtienen tres alternativas para los espesores de las capas. La más viable es la que tiene 33 cm de concreto hidráulico y 15 cm de base. Para el diseño por la PCA se exploran muchas opciones, siendo el diseño final el proceso constructivo que contempla 30 cm de losa de concreto y 15 cm de base granular. Además, se debe considerar que se requerirá hacer mantenimiento en la vía para evitar un daño mayor prematuro.

(VALDIVIESO GRADOS, 2015). “Mejoramiento de la Avenida José Gabriel Condorcanqui del Distrito de La Esperanza – Trujillo – La Libertad” – Trujillo, Perú, (TESIS DE PREGRADO), cuyo objetivo principal fue calcular los ejes equivalentes tras una evaluación al tráfico vehicular. Se concluyó que el área de estudio era una vía de alto tránsito debido al IMD calculado, considerando un $ESAL = 6.94 \times 10^7$ Ejes Equivalentes.

(BALAREZO ZAPATA, 2017). “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento”, Piura – Perú, (TESIS DE PREGRADO), cuyo objetivo principal fue mostrar de forma sistemática el procedimiento y la toma de datos para realizar la evaluación estructural de un pavimento flexible, con la finalidad de conocer si existe una carencia estructural y concretar una intervención para salvaguardar los pavimentos flexibles locales, que por mucho tiempo se encuentran sin rehabilitación y mantenimiento. Se concluyó que

la deflexión característica es menor que la admisible, dando como resultado que dicho pavimento presentaba fallas superficiales mandando un grado de intervención el cual es un mantenimiento.

(MORALES OLIVARES, 2005). “Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo” – Piura, Perú, (TESIS DE PREGRADO). Cuyo principal objetivo fue describir la gran variedad de sobrecapas de refuerzo para un pavimento de concreto, teniendo en cuenta el AASHTO 93 para su respectivo diseño. Se concluyó que la metodología propuesta era aplicable en las vías de Piura a pesar de no contar con los equipos precisos, sin embargo, en el Ministerio de Transporte y Comunicaciones se tienen equipos accesibles para la realización de la evaluación necesaria.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

Para la evaluación del pavimento flexible y aplicación de la técnica Whitetopping se requiere el conocimiento de las siguientes definiciones tales como:

PAVIMENTO: Definición y su clasificación.

Para el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos (2014, p. 21) lo define como “Estructura conformada por capas tales como la subbase, base y rodadura; cimentada sobre la subrasante de la travesía para soportar y resistir las cargas provenientes de los vehículos, teniendo como fin el incremento de las condiciones de seguridad y bienestar del tránsito”. Asimismo, los clasifica de la siguiente manera:

- A. Pavimento Flexible:** estructura conformada por una capa de rodadura constituida con material bituminoso, aquella capa que soporta la carga originada por los vehículos, transmitiendo dicha carga a la base y subbase, conocidas como capas granulares.
- B. Pavimento Semirrígido:** conformado por láminas asfálticas de espesor total bituminoso; aunque se considera también a la infraestructura conformada por carpeta asfáltica sobre un suelo o cimiento mejorado con cemento o sobre base tratada con cal. Finalmente, los pavimentos adoquinados se encuentran dentro de los tipos de pavimentos rígidos.

C. Pavimento Rígido: conocido como pavimento hidráulico, está compuesto por una losa de concreto hidráulico (presentando en ocasiones los aceros de refuerzos) construida sobre una capa granular (base o subbase), y debajo de dicha capa, se encuentra la subrasante, se debe tener en cuenta que el pavimento hidráulico no consiente la deformación en sus capas inferiores.

EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO: Viga Benkelman y Estudio de Mecánica de Suelos.

Medida de la Deflexión de un Pavimento flexible empleando la Viga Benkelman:

Según el MTC E 1002, su objetivo es determinar la deflexión recuperable y la curva de recuperación elasto- retardada de un pavimento flexible, producida por una carga estática, es decir, mide la deformación producida en la superficie del pavimento existente por la aplicación de una carga normalizada.

Mediante la deflexión es posible evaluar el debilitamiento progresivo de la estructura debido al requerimiento del tránsito que lo emplea, donde la deflexión es la deformación elástica que sufre un pavimento bajo la acción de una carga rodante normalizada. El equipo mecánico que se utiliza para este ensayo es la Viga Benkelman de brazo simple o doble, equipo que mide los desplazamientos verticales de un punto de contacto situado entre las ruedas duales del eje de carga, para una presión de inflado en los neumáticos de 80 psi y una carga de 8.2 t en el eje posterior del camión. La superficie de pavimento a medir mediante este método debe estar seca y libre de suciedad o material suelto que, bajo tránsito normal, será removido.

Estudio de Mecánica de Suelos:

Para el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos (2014, p. 35) “los estudios de mecánica de suelo [...] determinan la característica de los suelos con el fin de diseñar correctamente el paquete estructural de un pavimento.”

A. Calicata:

Según el Glosario del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008, p. 13) afirma que las calicatas “son excavaciones superficiales que se realizan en el terreno de estudio, al fin de observar los diferentes estratos ubicados en distinta profundidad del suelo.”

B. Granulometría:

Para el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos (2014, p. 36) “al tamizar (según la especificación técnica) el agregado, se obtendrá los diferentes tamaños teniendo como fin la determinación de las proporciones de los distintos elementos constituyentes, clasificando en relación al tamaño.”

C. Límites de Atterberg:

Del Manual de Suelos y Pavimentos (2014, p. 42), menciona que los límites de Atterberg buscan establecer los comportamientos del suelo con relación al contenido de humedad, definiéndose el límite correspondiente para los tres estados de consistencia según su humedad, además se puede presentar el suelo de la siguiente manera: líquido, plástico o sólido. La cohesión se mide de acuerdo a:

- Límite Líquido (LL), “se da en el momento cuando el suelo se puede moldear, debido a que pasa de un estado a otro: semilíquido al plástico.”
- Límite Plástico (LP), “se da en el momento cuando el suelo se puede quebrar, debido a que pasa de un estado a otro: plástico al semisólido.”

D. Densidad y Humedad:

Para el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 45) se menciona que “las humedades naturales son las características primordiales del suelo; debido a que sus resistencias de los suelos de subrasante, se encuentran asociadas directamente con las condiciones de humedad que presenta cada tipo de suelo”.

E. Clasificación SUCS:

Según el Dr. Lorenzo Borselli (2017, p. 38) señala que el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) tiene por objetivo clasificar los diferentes tipos de suelo, así como, describir sus tamaños y texturas de las partículas del suelo. Además, se simboliza con dos letras donde la primera representa los componentes del suelo, mientras que la segunda letra determina las curvas de granulometría.

F. California Bearing Ratio (CBR):

Del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 157), menciona que “son pruebas de penetraciones para determinar la característica mecánica de un suelo”.

ESTUDIO DE TRÁFICO: Cargas de Transitabilidad.

Para el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 74) “El estudio de tráfico debe brindar la averiguación del índice medio diario anual para cada tramo vial de la materia estudiada. Es preferible para ello que los términos de referencia de cada estudio faciliten la filiación de los tramos homogéneos.”

A. Índice medio diario (IMD). Por su parte, el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para la construcción (2014, p. 73) se menciona que el estudio de tráfico “Debe brindar la averiguación del índice medio diario anual para cada tramo vial de la materia estudiada. Es preferible para ello que los términos de referencia de cada estudio faciliten la filiación de los tramos homogéneos.”

B. ESAL. Del Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 149) dice que las “cargas de tránsito vehicular ejercidas sobre el pavimento, están expresadas en ESALs, (Equivalent Single Axle Loads) 18-kip o 80-kN o 8.2 t, donde el presente Manual lo identifica como Ejes Equivalentes (EE). La sumatorias de ESALs durante el ciclo de diseño es referida como (W18) o ESALD, en el presente Manual se catalogan como Número de Repeticiones de EE de 8.2 t”.

RESISTENCIA DEL CONCRETO: Diseño de Mezcla y Rotura de Probetas.

Diseño de Mezcla:

Según el Ingeniero Jesús David Osorio, especialista en Gerencia de Calidad y Gerencia de Proyectos, Colombia, señala que el concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la cantidad de material cementante. Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles. O en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en la característica más importante por tema de durabilidad.

Rotura de Probeta:

Según el NTP 339.034 – Ensayo de Compresión en Probetas Cilíndricas de concreto (2015) establece que la rotura de probeta “es un ensayo que tiene por objetivo obtener la máxima resistencia a la compresión de un testigo de concreto frente a una carga aplicada axialmente.”

TÉCNICA DEL WHITETOPPING

Es una técnica de intervención, entre ellas, la rehabilitación del pavimento, tanto para pavimentos rígidos como flexibles. El Whitetopping denominado carpeta blanca, se encuentra conformado por una capa de hormigón de cemento portland, construido sobre pavimentos existentes. Una sobrecapa de concreto sobre un pavimento rígido tiene por finalidad mejorar la condición funcional e incrementar la capacidad estructural del pavimento.

Según la Guía para capas de refuerzo con Hormigón (2014) dentro del Whitetopping existen dos alternativas de rehabilitación.

- **Opción de Capa de Refuerzo Adherido:** Se aplica en pavimentos existentes de excelentes condiciones estructurales, descartando deformaciones superficiales, haciendo que el pavimento existente junto al nuevo refuerzo actúe como un solo pavimento monolítico. Se caracteriza por ser de mantenimiento preventivo o rehabilitación menor, donde las capas de refuerzo con hormigón adherido son parcialmente delgadas de un espesor de 2- 6 pulgadas. **(Ver Figura 54 – Anexo 3.5)**
- **Opción de Capa de Refuerzo No Adherido:** Se aplican en pavimentos existentes deteriorados, siendo una rehabilitación mayor o menor. Trabajan de manera independiente el pavimento existente deteriorado con la capa de refuerzo no adherido. **(Ver Figura 55 – Anexo 3.5)**

Según su espesor de la capa de refuerzo, se clasifica de la siguiente manera:

- A. Whitetopping Convencional (CWT):** el recubrimiento de hormigón presenta un espesor mayor o igual a 20 cm (8 pulgadas).
- B. Whitetopping Delgados (TWT):** el recubrimiento de hormigón debe ser más de 10cm (4 pulgadas) y menos de 20 cm (8 pulgadas) de espesor.

C. Whitetopping Ultradelgados (UWT): recubrimiento de hormigón con un espesor de 5 cm (2 pulgadas) y menos de 10 cm (4 pulgadas).

De acuerdo a los tipos de intervenciones tenemos:

A. Mantenimiento Preventivo: Este mantenimiento tiene como finalidad alargar la vida útil de un pavimento rígido, brindándole condiciones excelentes al paquete estructural, donde la capa de refuerzo de concreto adherido varía entre 5 cm a 10 cm.

B. Rehabilitación Menor: Como su nombre lo dice esta intervención se utiliza en pavimentos que no presentan fallas estructurales mayores, con el fin de recuperar la capacidad estructural del mismo, donde el espesor de refuerzo de concreto adherido o no adherido se encuentra en un intervalo de 10 cm a 20 cm.

C. Rehabilitación Mayor: Este tipo de intervención se emplea en pavimentos totalmente deteriorados, ya que, se busca mejorar el paquete estructural del mismo, donde el espesor de refuerzo de concreto no adherido es mayor o igual de 20 cm.

Según Rasmussen (2005) establece que antes de la aplicación de la técnica Whitetopping para evitar la aparición de fallas en el sistema se debe hacer una reparación al pavimento existente para proporcionar una uniformidad necesaria. Por ejemplo, una falla en la subrasante localizada debajo del pavimento (asfalto, rígido o mixto), puede llegar a producir la ruptura de la losa de hormigón en la última instancia de la aplicación del sistema.

Según Han (2005) establece que la reparación del pavimento para la técnica Whitetopping deben ser mínimas para así facilitar un soporte uniforme. En algunos de los casos es necesario tener hasta reparaciones de drenajes.

Según American Concrete Pavement Association (1998) señala que en caso para el diseño de la técnica Whitetopping delgado o ultra delgado se debe perforar el pavimento para mayor adherencia entre los materiales.

Diseño del Whitetopping:

Según Han (2005) establece que para el diseño de los pavimentos con la técnica Whitetopping se debe tener en cuenta la elección del hormigón que se utilizara, así como el espesor, la tipología y las distancias entre las juntas. Si la consideración se realiza con respecto a la adherencia o la no adherencia entre el hormigón y el asfalto (flexible o rígido), se tendría presente el tráfico, los efectos térmicos y la fatiga que padecen los materiales.

Diseño de Juntas:

Según la Guía para capas de refuerzo con Hormigón (2014), se debe priorizar formar una estructura monolítica es decir el pavimento existente debe coincidir con los refuerzos adheridos, tipo, disposición y ancho de las juntas para eliminar así la reflexión de grietas asegurando que las dos capas se muevan conjuntamente, ayudándolas a mantener adheridas. Aquí las dimensiones del diseño de juntas transversales deben tener una profundidad de 13mm (0.5 pulgadas). (Ver tabla 27 – Anexo 3.5)

DISEÑO POR AASHTO 93:

Para el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (2014, p. 130) La Metodología AASHTO de 1993 es el “procedimiento basado en modelos que se empleara para el cálculo de espesores en función al desempeño del pavimento, las cargas vehiculares y la resistencia de la subrasante , en donde se identificaran y determinaran los espesores de cada capa de la estructura que conforma el pavimento , las cuales soportaran las cargas vehiculares teniendo una aceptable serviciabilidad durante su periodo de diseño. Para determinar el diseño de este pavimento se utiliza la siguiente formula:

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{S_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0.25}} \right]} \right] \quad (03)$$

Donde:

W18 = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.

ZR = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R.

S0 = Desvío estándar de todas las variables.

D = Espesor de la losa del pavimento en pulgadas.

ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.

Pt = Serviciabilidad final.

Cs = Módulo de rotura del concreto en psi.

J = Coeficiente de transferencia de carga.

Cd = Coeficiente de drenaje.

Ec = Módulo de elasticidad del concreto, en Psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en Pci (psi/pulg).

Variables de Diseño:

- A. Variables de tiempo:** Es aquella variable que analiza el periodo y vida útil de la vía desde el inicio de su operación, hasta el momento que requiera intervenirla. Para los periodos de análisis recomendados se debe saber la clasificación de la vía.
- B. Transito:** Es aquella variable proyectada por el método AASHTO para resistir un determinado número de cargas, esta se encuentra formada por vehículos de diferentes tipos y peso, los cuales pueden llegar a producir deformaciones y fallas en el pavimento.
- C. Confiabilidad:** Viene ser el comportamiento adecuado debe tener el pavimento durante su periodo de diseño y vida útil brindando un confort y seguridad a los transeúntes. Para el nivel de serviciabilidad debe priorizar el grado de importancia de la carretera es decir hay que estudiar el uso deseado de la vía observando si el nivel de confiabilidad es alto o mínimo debido al rápido desgaste que experimenta la estructura y por otro lado también se tiene que considerar optimizar el espesor del pavimento el cual asegure el costo total más bajo, balanceando los costó iniciales y los costos de mantenimiento.
- D. Desviación Estándar:** Es aquella variable que une el proceso constructivo junto a la inestabilidad inherente de los materiales, con el objetivo de asegurar el paquete estructural del pavimento para que tenga un adecuado comportamiento durante eu vida útil .

Criterios de Comportamiento:

Serviciabilidad: Este criterio se encarga de medir el comportamiento del pavimento procurando que este brinde una excelente garantía y confort. En el diseño estructural se debe considerar determinar el índice de serviciabilidad inicial (P_0) y el índice de serviciabilidad

final (P_t), donde la importancia de la vialidad se considera de acuerdo a su clasificación para la vida útil y diseño del pavimento.

Donde el desgaste de serviciabilidad se determina con la diferencia entre el índice inicial y terminal.

$$(\Delta PSI) = P_0 - P_t \quad (07)$$

Propiedades de los Materiales:

- A. Módulo de reacción de la subrasante (k):** Este componente da la percepción de cuánto se asienta la subrasante al momento de aplicar el esfuerzo de compresión, su valor es estimado generalmente por la correlación con el ensayo relación al (CBR) o pruebas de valores R. Donde se concluye que las alteraciones normales no afectan los espesores del pavimento.
- B. Módulo de rotura de concreto:** Es un ensayo significativo que se encarga de verificar el agrietamiento por fatiga, este módulo es solicitado por el proceso de diseño que se establece después de 28 días.
- C. Módulo de elasticidad de concreto:** Este módulo señala la distribución y rigidez de las cargas de la losa del pavimento, es decir es el vínculo entre la deformación y tensión, mientras que en un pavimento de concreto armado, el módulo de elasticidad es el que rigiere las tensiones con la ayuda de la contracción del concreto y la expansión térmica.

Características Estructurales:

- A. Drenaje:** Es uno de los elementos más importantes del pavimento, por ende, AASHTO proporciona valores recomendados los cuales necesitan de las propiedades de las capas del pavimento para así liberar el agua en función al intervalo del periodo donde el paquete estructural se ve expuesto a la humedad cercana a la saturación.
- B. Transferencia de carga:** son rangos que se desarrollan a partir del análisis mecánico de esfuerzos y de la práctica, donde al intensificarse las cargas de tráfico. El valor de J aumenta debido a las repeticiones de cargas.
- C. Perdida de soporte:** Es la pérdida eventual de soporte procedente del deterioro de la subbase que pueden surgir de vacíos en el pavimento.

1.4. Formulación del problema.

Problema General

¿De qué manera la aplicación de la técnica Whitetopping mejora las condiciones de transitabilidad vehicular del pavimento flexible en el C.P. Mallares – C.P. Samán – Sullana - Piura, 2018?

Problemas Específicos

¿Cuál es el estado del pavimento existente para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C.P Samán – Sullana – Piura, 2018?

¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018?

¿Cuáles son las cargas de transitabilidad vehicular para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018?

¿Cuál es la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura , 2018?

¿Cuál es el espesor del recubrimiento para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018?

1.5. Justificación del estudio.

La presente investigación se *justifica técnicamente* porque se basa en los lineamientos del cumplimiento de normativas y principios empleados para la evaluación de los pavimentos existentes a través del método de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga Benkelman (MTC E1002), además del manual AASHTO 93 y la Guía para capas de refuerzo de hormigón establecido por el manual ACPA (1998) para determinar el diseño de la técnica del Whitetopping. De la misma manera esta investigación se *justifica prácticamente* porque se estima mejorar la calidad de los pavimentos para una mejor transitabilidad, contrarrestando su deterioro y evitando así gastos excedentes al momento de darle un mantenimiento rutinario o rehabilitación, tratando de que responda adecuadamente la aplicación de la nueva técnica. Además, este trabajo de investigación se *justifica socioeconómicamente* porque es una nueva alternativa apropiada para afrontar el problema del deterioro de los pavimentos, tratando de obtener un adecuado funcionamiento y

transitabilidad, sin perjudicar a los transeúntes, ni a los transportistas, además de prolongar la vida útil, evitando los mantenimientos rutinarios y estando al alcance de las inversiones para proyectos públicos. Finalmente, esta investigación presenta una *justificación metodológica* porque el estudio servirá como guía para los futuros tesisistas e investigadores del rubro de la ingeniería, llenando el vacío en el conocimiento de esta nueva técnica de rehabilitación.

1.6. Hipótesis.

Hipótesis General.

La aplicación de la técnica Whitetopping mejora las condiciones de transitabilidad vehicular del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana, Piura, 2018.

Hipótesis Específicas.

Es posible determinar el estado del pavimento existente para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Se podría determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Es posible determinar las cargas de transitabilidad vehicular para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Se podría determinar la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Es posible determinar el espesor del recubrimiento para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

1.7. Objetivos.

Objetivo General.

Aplicar la técnica de Whitetopping en la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Objetivos Específicos.

Determinar el estado del pavimento existente para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Determinar las cargas de transitabilidad vehicular para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Determinar la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.

Determinar el espesor del recubrimiento para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C. P Samán – Sullana – Piura, 2018.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación.

Diseño de Investigación

Esta investigación tiene un diseño pre experimental pues no existe del todo la manipulación de variable, éstas mismas se observan y se representan tal como se muestran en su ambiente natural.

Tipo de Investigación

Esta investigación es de tipo aplicada en campo y laboratorio debido a que pretende dar una solución al deterioro que sufren los pavimentos flexibles a través de la recolección de datos mediante actividades independientes.

Nivel de Investigación

Por lo tanto, la presente investigación tiene un nivel explicativo ya que se enfoca en responder las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales y en las condiciones que se manifiestan.

Enfoque

Por lo tanto, presenta un enfoque cuantitativo debido a que los datos que se obtendrán en campo serán necesarios codificarlos y procesarlos a una matriz de datos en las Hojas de Excel validadas con el fin de cumplir los objetivos planteados.

2.2. Variables, operacionalización.

Por lo tanto, para esta investigación, se desarrolló dos variables:

Variable 1: Evaluación del pavimento flexible. (Independiente)

Variable 2: Whitetopping. (Dependiente)

Tabla 01. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE : Evaluación del Pavimento Flexible	Se define como proceso que determina las condiciones de un pavimento existente mediante la inspección visual, donde se identificarán las clases, severidad y cantidades de fallas encontradas. (Vásquez Varela, 2002, p. 15)	ESTADO DEL PAVIMENTO EXISTENTE	Son las condiciones de operación en las que se encuentra la superficie del pavimento evaluado. (Sánchez Jenny, 2017, p. 35)	Medida de la deflexión de un pavimento flexible empleando la Viga Benkelman. (MTC E 1002) IMD. ESAL.	Razón
		PROPIEDADES FÍSICAS	Con el propósito de definir las propiedades físicas de cada suelo muestreado y estimar su comportamiento	Calicata. (MTC - Manual de Carreteras: SGGP, 2014, p. 26) Análisis Granulométrico por Tamizado. (MTC E 107) Contenido de Humedad. (MTC E 108)	Nominal Nominal Razón

	<p>bajo diversas condiciones, es necesario efectuar varias pruebas. Al respecto se encuentran normalizadas cierto número de pruebas cuyos nombres identifican las características que determinan</p> <p><i>(Montejo, 2002, p62)</i></p>	<p>Límites de Atterberg: Límite Plástica. <i>(MTC E 111)</i> y Límite Líquido. <i>(MTC E 110)</i></p> <p>Clasificación SUCS. <i>(ASTM D 2487)</i></p>	<p>Razón</p> <p>Nominal</p>
<p>PROPIEDADES MECÁNICAS</p>	<p>Las propiedades mecánicas de un suelo permiten al ingeniero llegar a un diseño de la obra civil en la etapa de</p>	<p>Proctor Modificado. <i>(MTC E 115)</i></p> <p>California Bearing Ratio - CBR. <i>(MTC E 132)</i></p>	<p>Razón</p>

producen los
vehículos sobre el
pavimento.

*(Rengifo, 2014, p.
14).*

RESISTENCIA
DEL CONCRETO

Se define como la
capacidad para
soportar una carga
por unidad de área,
y se expresa en
términos de
esfuerzo,
generalmente en
kg/cm², MPa y con
alguna frecuencia
en libras por
pulgadas cuadrada
(psi). *(Chang C.,
2015, p. 30)*

Diseño de Mezcla.

Razón

Rotura de probeta. *(MTC E 704)*

ESPESOR DEL
RECUBRIMIENTO

El espesor de la losa del Whitetopping es una característica importante del sistema global del pavimento. Como resultado, la selección del espesor debe equilibrar una serie de factores, incluyendo la carga esperada del tráfico, la resistencia y rigidez del pavimento existente y las propiedades del hormigón.
(Rasmussen, 2005)

AASHTO 93.

Razón

Fuente: Elaboración propia, 2018.

2.3. Población y muestra.

Población

Entonces, esta investigación se delimitó la población de estudio entre C.P Mallares – C.P Samán.

Muestra

Por lo tanto, la muestra de estudio fue en el tramo ubicado entre la progresiva 0+000 Km – 1+000 Km del centro poblado de Mallares – centro poblado de Samán de la provincia de Sullana, departamento Piura.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Para determinar el primer objetivo correspondiente al estado del pavimento existente, como técnica científica se llevó a cabo la exploración y observación en campo, al igual que, el análisis documental, donde se utilizó la ficha técnica (**Ver Figura 24, 25, 26, 27 – Anexo 3.1**) de acuerdo a los ensayos de laboratorio como instrumentos para la evaluación del pavimento, siendo aprobadas y validadas por el Ingeniero Roberto Elías Castro Aguirre, con Código de CIP N° 88077, profesional encargado del Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

Para determinar el segundo objetivo correspondiente a las propiedades físicas y mecánicas del suelo, se llevó a cabo como técnica científica la exploración y observación en campo, debido, a que las muestras obtenidas fueron llevadas a condiciones relativamente controladas por el investigador como es el Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC, donde se utilizaron como instrumentos las fichas técnicas (**Ver Informe 02 – Anexo 3.2**) que fueron validadas y aprobadas por el Ingeniero Roberto Elías Castro Aguirre, con Código de CIP N° 88077, profesional encargado del Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

Para determinar el tercer objetivo correspondiente a las cargas de transitabilidad, se utilizó como técnica científica la observación en campo, por lo tanto, el instrumento fue la ficha técnica donde clasifica a los vehículos según sus ejes (**Ver Figura 29, 30, 31, 32, 33, 34 y 35 – Anexo 3.3**), siendo validada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC).

Para determinar el cuarto objetivo correspondiente a la resistencia del concreto se llevó a cabo la técnica científica de análisis documental y observación en campo, donde su instrumento fueron las fichas técnicas (**Ver Figura 46 y 47 – Anexo 3.4**) validadas y aprobadas por el Ingeniero Roberto Elías Castro Aguirre, con Código de CIP N° 88077, profesional encargado del Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

Para determinar el quinto objetivo correspondiente al espesor del recubrimiento se empleó como técnica científica el análisis documental. Como instrumento se utilizó plantillas de Excel donde se emplea la metodología AASHTO 93 y monogramas, validados por la metodología AASHTO 93 y el Manual de Carretera 2013, con el cual se obtuvo el espesor del recubrimiento de la muestra de estudio.

Tabla 02. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO	LOGRO
Determinar el estado del pavimento existente para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Pavimento flexible del C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	- Exploración y Observación en campo. - Análisis documental.	Ficha técnica de acuerdo a los ensayos de laboratorio.	Se determinó el estado del pavimento existente para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C. P Samán – Sullana – Piura, 2018.
Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Terreno de fundación del C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Exploración y Observación en campo.	Fichas técnicas de acuerdo a los ensayos de laboratorio.	Se determinó el Contenido de Humedad, límite líquido, límite plástico, granulometría, clasificación por SUCS, Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR).

Determinar las cargas de transitabilidad vehicular para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Vehículos que circulan en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Observación en campo	Fichas de conteo vehicular del MTC	Se determinó la cantidad de vehículos que circulan por la muestra de estudio.
Determinar la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Diseño de mezclas que se realizó en laboratorio.	Análisis documental y observación en campo.	Fichas Técnicas de laboratorio.	Se determinó la resistencia del concreto para la muestra de estudio.
Determinar el espesor del recubrimiento para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Del C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Análisis documental	Plantilla de Excel con aplicación del Método AASHTO 93.	Se determinó el espesor del recubrimiento para la muestra de estudio.

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

2.4. Métodos de análisis de datos.

Para el primer objetivo correspondiente a determinar el estado del pavimento existente, como técnicas científicas se utilizó la exploración y observación en campo, y también, el análisis documental; donde se identificó los tipos de fallas encontradas en el pavimento existente, los cuales se usaron herramientas manuales (cinta métrica, wincha, regla de aluminio, yeso, brochas y cinta delimitadora) para su respectiva medición de cada una de ellas, asimismo se empleó la viga Benkelman (*MTC E 1002*) para ver la deformación o deflexión que sufre el pavimento bajo la acción de una carga rodante normalizada, este dispositivo mecánico se encuentra sujeto a un camión donde su eje trasero pesó en la balanza 8,175 kg igualmente distribuidos en sus ruedas duales y estando equipado con cámaras neumáticas (infladas a 5,6 kg/cm (80 libras por pulgada cuadrada)).

Para el segundo objetivo correspondiente a determinar las propiedades físicas y mecánica de suelos, se llevó a cabo como técnica científica la exploración y observación en campo, en el cual, para esta investigación se realizaron cinco calicatas en las progresivas 0+015, 0+265, 0+515, 0+765 y 1+100; donde cada calicata tenía 1.50 metros del nivel rasante, para lo cual se usaron herramientas manuales (palana, pico, wincha, sacos negros y equipos de protección personal), donde se encontraron diferentes estratos en cada una de las calicatas (5) realizadas siendo llevadas al Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC, donde se realizaron los siguientes ensayos de: Análisis Granulométrico por Tamizado. (*MTC E 107*), Contenido de Humedad. (*MTC E 108*), Límites de Atterberg: Límite Plástica. (*MTC E 111*) y Límite Líquido. (*MTC E 110*), Clasificación SUCS. (*ASTM D 2487*), Proctor Modificado. (*MTC E 115*), California Bearing Ratio - CBR. (*MTC E 132*).

Para el tercer objetivo correspondiente a determinar las cargas de transitabilidad, se utilizó la técnica científica de la observación en campo para determinar las cargas de transitabilidad vehicular en la zona de estudio usando las fichas técnicas para el conteo vehicular brindadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC); donde se llevó a cabo el conteo vehicular durante 7 días (en periodos aleatorios durante el día), tomando 2 estaciones; posteriormente, se procesaron los datos recogidos en campo usando el software Microsoft Excel 2017 para determinar el IMD (Índice Medio Diario); donde finalmente se calculó el Numero de Repeticiones de Ejes Equivalentes.

Para el cuarto objetivo correspondiente a determinar la resistencia del concreto, se empleó la técnica científica de análisis documental y observación en campo, para esto, los datos obtenidos en el estudio de suelos se procesaron en hojas de cálculo del software aplicativo Microsoft Excel 2017 para obtener la dosificación del concreto, posteriormente, se realizaron 09 probetas de acuerdo a la dosificación encontrada en el laboratorio , para esto se empleó moldes metálicos cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura rígidos, indeformables y no absorbentes. Después, dichas probetas se introdujeron en la tina de curado por 28 días, donde luego se realizó su respectivo rompimiento en la Prensa Hidráulica donde se verifico su fuerza de resistencia a la compresión promedia (F'_{cr}) por un periodo de 3 rangos (7 – 14 – 28 días); finalmente dichos valores se procesaron en las hojas de cálculo del software aplicativo Microsoft Excel 2017 donde se obtuvo la fuerza de resistencia a la compresión del concreto (F'_c).

Para el quinto objetivo correspondiente a determinar el espesor de recubrimiento, se llevó acabo la técnica científica de análisis documental para determinar el espesor del recubrimiento, para lo cual se emplearon hojas de cálculo en el software aplicativo Microsoft Excel 2017 donde se utilizó la metodología AASHTO 93.

2.5. Aspectos éticos.

Es nuestra obligación como futuros ingenieros, contribuir al desarrollo y bienestar humano, promoviendo y defendiendo la integridad de nuestra profesión, comprometidos para alcanzar el prestigio y calidad de los trabajos con ética, transparencia y responsabilidad. En la presente investigación, las autoras manifiestan su compromiso de mantener respeto a la veracidad de la información, así como la obtención de éstas a través de fuentes confiables, manipulando técnicas e instrumentos que se utilizaron y fueron necesarias para analizar los indicadores que nos ayudaron a cumplir los objetivos específicos.

III. RESULTADOS.

3.1. Estado del Pavimento existente.

Como primer objetivo de esta investigación tenemos “DETERMINAR EL ESTADO DEL PAVIMENTO EXISTENTE PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES – C. P SAMÁN – SULLANA – PIURA, 2018.” y para determinar el estado se tuvo que realizar la evaluación de deflectometría mediante las deflexiones con el equipo de Viga Benkelman.

Procedimiento de la evaluación:

- Primero se tomó las lecturas del primer dial cada 25 cm por carril, luego se tuvo en cuenta su factor de conversión de viga el cual es 4.0, además se tenía temperaturas ambientales y de suelo las cuales eran 28°C y 30°C respectivamente como se muestra en el (**Ver Figura 24, 25, 26 y 27 - Anexo 3.1**)
- Después de tener estos datos se pasó a determinar los parámetros de evaluación, donde el D_0 viene ser el factor de corrección el cual se obtiene del producto entre el factor de conversión de la viga con la última lectura del primer dial L-100 cm, así mismo determinamos el valor de D_{25} que viene a ser la diferencia de la última lectura del primer dial con la lectura de la longitud a los 25 cm multiplicada por su factor de conversión de la viga, ya obtenido esos factores se procede a determinar el radio de curvatura de la línea elástica de la deflexión con la siguiente ecuación:

$$R_c = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})} \quad (4)$$

Donde:

- R_c : Radio de curvatura, en metros, sin decimales.
- D_0 : Deflexión en el centro de impacto, en 1/100 mm y sin decimales.
- D_{25} : Deflexión a 0,20 m aproximadamente, en 1/100 mm y sin decimales.

Ya obtenida la información, pasamos a determinar el valor característico de las deflexiones, con la siguiente formula:

Nota: Se está considerado como fórmula el valor Característico descrito en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014-MTC/14, Ítem 12.4.6. Evaluación Estructural por Deflexiones.

$$D_c = X + 1.645 * S \quad (5)$$

Donde:

- D_c = Deflexión característica.
- X = promedio de la deflexión característica.
- $Z = 1.645$ (*Según manual de Carreteras: Suelos y Pavimentos, R.D. N°10-2014-MTC/14*)
- S = Desviación Estándar.

Y por último se determina el Valor de la Deflexión Admisible para verificar la capacidad estructural del pavimento, donde la fórmula más usada es la del Conrrevial:

$$D_{\text{Admisible}} = (1.15/N)^{0.25} \quad (6)$$

Como:

- $D_{\text{Admisible}}$ = Deflexión Admisibles del Pavimento.
- N = Numero de Ejes equivalentes.

Para ello se debe tener en cuenta el Índice Medio Diario Anual el cual a través de nuestro estudio de tráfico nos arrojado 1410 vehículos, donde en la “**Tabla 03**”, se han determinado las tasas de crecimiento en base a la información oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI.

Tabla 03. *Tasa de crecimiento promedio anual.*

Periodo	Ligeros (%)	Pesados (%)
2018 - 2038	3.76%	96.24%

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

Pasando a calcular el tráfico de diseño, el cual se determinó por el número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el periodo 2018 – 2038.

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día - carril}} \times Fca \times 365] \quad (7)$$

$$EE_{\text{día - carril}} = IMDp_i \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i \quad (8)$$

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad (9)$$

Tabla 04. Número de ejes equivalentes.

Tipos de vehículos	Imd - proyectado	Fd	Fc	Fvp (total unitario)	Fp	Ee día-carril	Comprobación
Camión 2E (C2)	18.97	0.50	1.00	4.50	1.22	52.11	663,240.18
Camión 3E(C3)	14.23	0.50	1.00	3.28	1.22	28.51	362,783.04
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	15.41	0.50	1.00	6.52	1.22	61.33	780,490.72
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	14.23	0.50	1.00	6.21	1.22	53.89	685,861.33
TOTAL						195.83	2,492,375.27

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Según la “**Tabla 04**”, se muestra el tráfico obtenido de la aplicación de la “**Fórmula 7**” para el periodo de diseño de 20 años.

Una vez teniendo ya el ESAL reemplazamos datos en la “**Fórmula 6**”:

$$D_{adm} = (1.15/N)^{0.25} = (1.15/0.25)^{0.25} = 1,46$$

$$D_{Admisible} = 146 (1/100mm) = 1460 \mu m$$

Evaluación estructural de la zona de estudio.

Hemos subdividido nuestra zona de estudio de 5 sectores, para mejor manejo de la información los cuales cada uno abarca una distancia de 200 metros, siendo nuestra progresiva inicial 0+000km y como progresiva final 1+000km, una vez obtenidas los factores de corrección se saca un promedio de cada 200 metros, para luego ver cuál es su desviación estándar y aplicar la fórmula de la deflexión característica, y con ello ver si cumple que la comparación de la deflexión característica es menos a la admisible.

Tabla 05. Valor de la Deflexión Admisible, desde el Km 0+000 – Km 1+000 – Carril derecho.

Sector	Progr. Inicial (km)	Progr. Final (km)	Deflexión (D0) Promedio (um)	Desviación Estándar	Valor deflexión característico (95% de Confiabilidad)		Deflexión Admisible (1/100mm)	Comparación (D _{Caract} < D _{adm})
					(um)	(1/100 mm)		
1	0+000	0+200	34.5	9.78	47.0	4.70	146	CUMPLE
2	0+200	0+400	55.4	7.41	64.9	6.49	146	CUMPLE
3	0+400	0+600	52.0	12.09	67.5	6.75	146	CUMPLE
4	0+600	0+800	43.0	11.66	58.0	5.80	146	CUMPLE
5	0+800	1+000	29.5	11.51	44.3	4.43	146	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “Tabla 05”, se aprecian los parámetros estadísticos como resultado de la sectorización por diferencias acumuladas (sectores Homogéneos), en las que se puede visualizar, para el cálculo del valor característico, presenta que los valores de la deflexión características versus la deflexión admisible presentan siempre esta condición ($D_{Característica} < D_{Admisible}$), por tanto, el tramo cumple. Además, se observa que nuestra zona de estudio ha sido dividida, tomado una distancia cada 200 metros para el carril derecho.

Tabla 06. Valor de la Deflexión Admisible, desde el Km 0+000 – Km 1+000 – Carril izquierdo.

Sector	Progr. Inicial (km)	Progr. Final (km)	Deflexión (d0) promedio (um)	Desviación estándar	Valor deflexión característico (95% de confiabilidad)		Deflexión Admisible (1/100mm)	Comparación (D _{Caract} < D _{adm})
					(um)	(1/100 mm)		
1	0+000	0+200	32.5	13.25	49.5	4.95	146	CUMPLE
2	0+200	0+400	50.5	13.08	67.3	6.73	146	CUMPLE
3	0+400	0+600	50.2	14.00	68.2	6.82	146	CUMPLE
4	0+600	0+800	43.0	16.17	63.7	6.37	146	CUMPLE
5	0+800	1+000	29.5	22.63	58.5	5.85	146	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 06**”, se aprecian los parámetros estadísticos como resultado de la sectorización por diferencias acumuladas (sectores Homogéneos), en las que se puede visualizar, para el cálculo del valor característico, presenta que los valores de la deflexión características versus la deflexión admisible presentan siempre esta condición ($D_{\text{Característica}} < D_{\text{Admisible}}$), por tanto, el tramo cumple. Además, se observa que nuestra zona de estudio ha sido dividida, tomado una distancia cada 200 metros para el carril izquierdo.

Finalmente, según la “**Figura 28**” (Ver Anexo 3.1), al tener valores de deflexión característicos inferiores al admisible, no se encuentran fallas de origen estructural, pero si superficiales en la carpeta asfáltica, por lo que se recomienda corregir las fallas de Origen Superficiales, a través del trabajo de renovación superficial o rehabilitación menor, debido a que en nuestra zona de estudio existe sectores críticos puntales como el Km 0+350 al Km 0+825 donde encontramos fallas superficiales como hundimientos, piel de cocodrilo, baches, grietas , desprendimiento de asfalto.

3.2. Propiedades físicas y mecánicas del suelo.

De acuerdo al segundo objetivo de esta investigación el cual fue: “DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P DE MALLARES – C.P SAMÁN – SULLANA – PIURA, 2018”, según la “**Tabla 07**”, se realizaron 5 calicatas encontrándose dos muestras en cada una de ellas, las cuales fueron sometidas a ensayos obteniendo el análisis granulométrico, contenido de humedad, Limite Líquido, Limite Plástico, Compactación de Proctor Modificado, Máxima densidad seca y California Bearing Ratio (CBR).

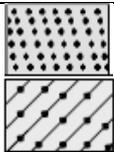
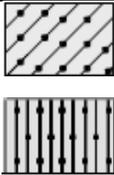
Tabla 07. *Detalles de Calicatas.*

CALICATA	PROGRESIVA (KM)	CENTRO POBLADO	PROFUNDIDAD	Nº MUESTRA
C - 1	0+015	Mallares – Samán	1.50	2
C - 2	0+265	Mallares – Samán	1.50	2
C - 3	0+515	Mallares – Samán	1.50	2
C - 4	0+765	Mallares – Samán	1.50	2
C - 5	1+000	Mallares – Samán	1.50	2

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

Interpretación: En la “**Tabla 07**” se detalla la cantidad de las calicatas que se realizaron en la zona de estudio que abarca una longitud de 1+000 km, donde cada calicata tiene una profundidad de 1.50 metros con un área de 1m², encontrándose 2 tipos de muestras en cada calicata.

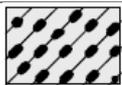
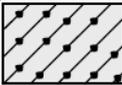
Tabla 08. Perfil estratigráfico de Calicata 01.

MALLARES-SAMÁN - CALICATA C-01				
Progresiva: 0+015 km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.05	0.50	SP-SC		Estrato conformado por arena mal graduada con arena arcillosa, ligeramente húmedo.
0.50	1.50	SC-SM		Suelo arenoso con presencia de limo y arcilla, de color amarillento y con buena humedad.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 08**” podemos apreciar el perfil estratigráfico de la Calicata 01 la cual se realizó en la progresiva 0+015 Km, donde se encontró dos estratos, la primera conformada por arena mal graduada con arena arcillosa y el segundo arena con presencia de limo y arcilla caracterizada por un color amarillento.

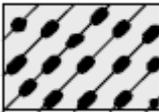
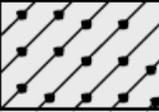
Tabla 09. Perfil estratigráfico de Calicata 02.

MALLARES – SAMAN - CALICATA C-2				
Progresiva: 0+265Km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.05	0.40	GC		Estrato conformado por grava arcillosa compactada, ligeramente húmedo
0.40	1.50	SC		Suelo arenoso arcilloso, con poca grava, de color beige oscuro con buena humedad.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 09**” podemos apreciar el perfil estratigráfico de la Calicata 02 la cual se realizó en la progresiva 0+265 Km, donde se encontró dos estratos, la primera conformada por grava arcillosa compactada y el segundo arena arcillosa con poca grava, caracterizada por un color beigs oscuro.

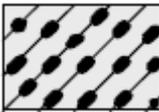
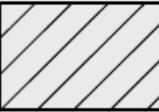
Tabla 10. Perfil estratigráfico de Calicata 03.

MALLARES – SAMAN - CALICATA C-3				
Progresiva: 0+515km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.04	0.40	GC		Estrato conformado por grava arcillosa compactada, ligeramente húmedo.
0.40	1.50	SC		Suelo arenoso arcilloso, con poca grava, de color beigs oscuro con buena humedad.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 10**” podemos apreciar el perfil estratigráfico de la Calicata 03 la cual se realizó en la progresiva 0+515 Km, donde se encontró dos estratos, la primera conformada por grava arcillosa compactada y el segundo arena arcillosa con poca grava, caracterizada por un color beigs oscuro.

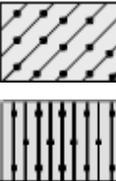
Tabla 11. Perfil estratigráfico de Calicata 04.

MALLARES – SAMAN - CALICATA C-4				
Progresiva:00+675 Km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.00	0.50	GC - GM		Estrato conformado por grava arcillosa y limosa compactada, ligeramente húmedo.
0.50	1.50	CL		Suelo arcilloso inorgánico de baja plasticidad, de color beigs oscuro, con buena humedad, semi compactado.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 11**” podemos apreciar el perfil estratigráfico de la Calicata 04 la cual se realizó en la progresiva 00+675 Km, donde se encontró dos estratos, la primera conformada por grava arcillosa y limosa compactada y el segundo arcilla inorgánica de baja plasticidad, caracterizada por un color beigs oscuro, semi compactada.

Tabla 12. Perfil estratigráfico de Calicata 05.

MALLARES – SAMAN - CALICATA C-5				
Progresiva: 1+000Km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.05	0.50	SC		Estrato conformado por arena arcillosa, ligeramente húmedo.
0.50	1.50	SC - SM		Suelo arenoso con presencia de limo y arcilla, de color amarillento y con buena humedad.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 12**” podemos apreciar el perfil estratigráfico de la Calicata 05 la cual se realizó en la progresiva 1 +000 Km, donde se encontró dos estratos, la primera conformada por arena arcillosa y el segundo arena con presencia de limo y arcilla, caracterizada por un color amarillento.

Análisis Granulométrico:

Se realizó el ensayo granulométrico de las cinco calicatas, con el fin de determinar la cantidad en porcentaje (%) de grava y arena que representan dichas muestras, así mismo identificar el tipo de suelo.

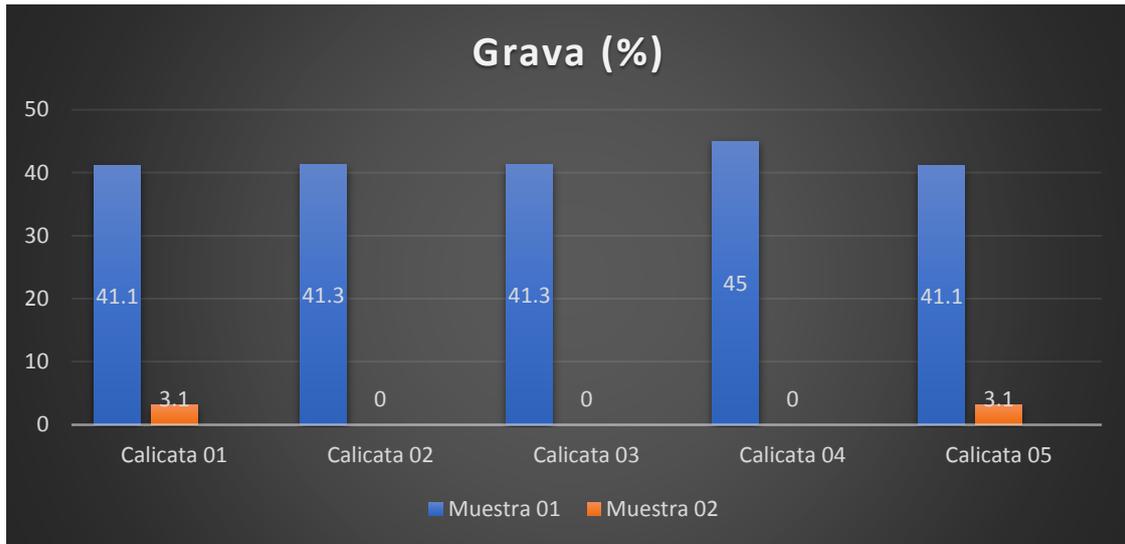


Figura 01. Contenido de Gravas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la primera muestra de las calicatas se observa mayor presencia de gravas, una de ellas es en la calicata 4 con un 45%, ubicada en la progresiva 0+765, representando el 21% más de piedra que las otras calicatas obtenidas; mientras que en la segunda muestra de las calicatas se observa escasas de gravas solo se encuentra presencia de un 3.1% en las calicatas 01 y 05.

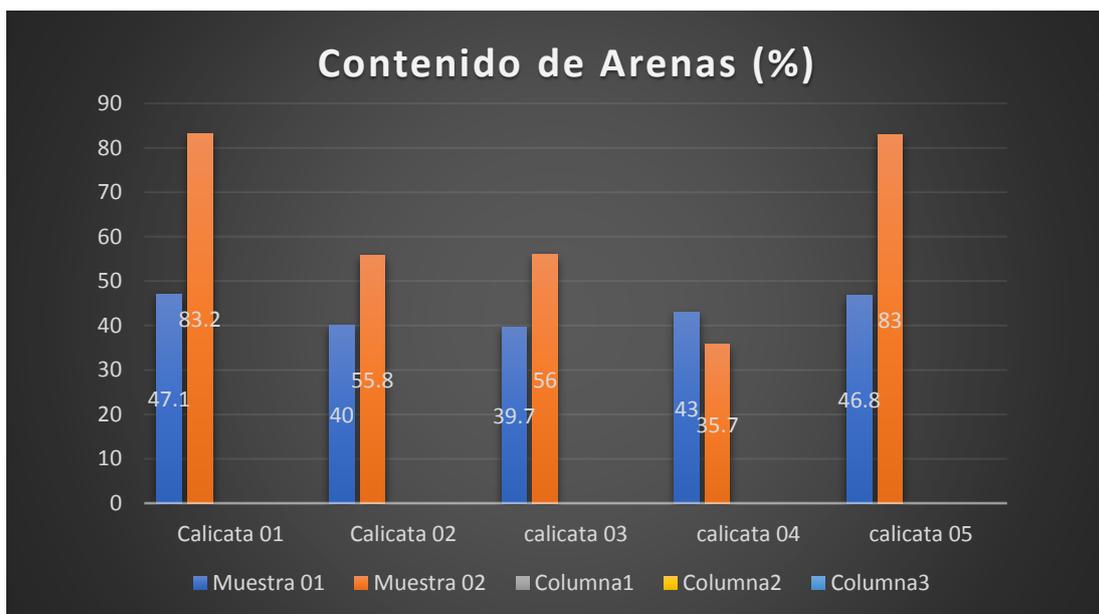


Figura 02. Contenido de Arenas.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la primera muestra de las cinco calicatas se observa mayor presencia de arenas en la calicata 01 con un 47,1%, la cual se ubica en la progresiva 0+015, representando el 22 % más de arena que el resto de las calicatas, mientras que en la segunda muestra también se tiene mayor presencia de arenas en la calicata 01 con un 83,2%, representando un 27% más de arena que el resto de las calicatas.

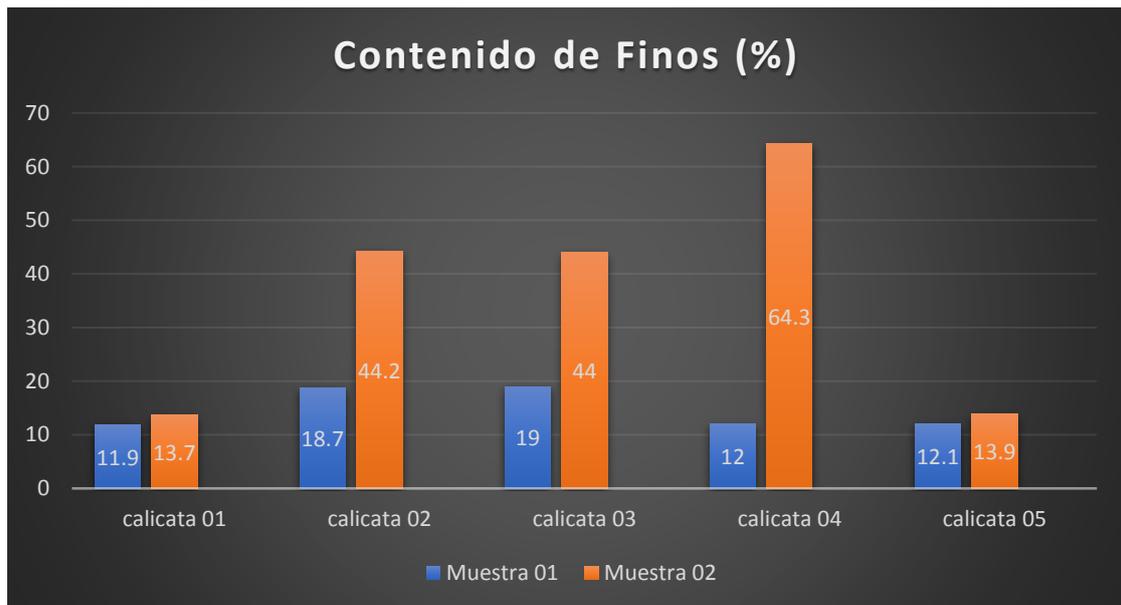


Figura 03. *Contenido de Finos.*

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

Interpretación: En la primera muestra de las calicatas se observa mayor presencia de finos en la calicata 3 con un 19%, ubicada en la progresiva 0+515, representando el 26% de finos más que las otras calicatas obtenidas; mientras que en la segunda muestra se observa mayor presencia de finos especialmente en la calicata 04 con un 64,3%, la cual está ubicada en la progresiva 0+765 la cual representa un 36% de finos más que las otras.

Finalmente, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se determinó que el suelo de fundación de estudio del tramo del C.P Mallares – C.P Samán, tras las muestras obtenidas están en función de arenas y finos, en un promedio de 55.25% para arenas y 42.70% para finos de las cinco calicatas obtenidas para esta muestra, por lo tanto, se clasifica el suelo en tipo **SC –SM como Arena Arcillosa y Arena Limosa.**

Contenido de Humedad Natural

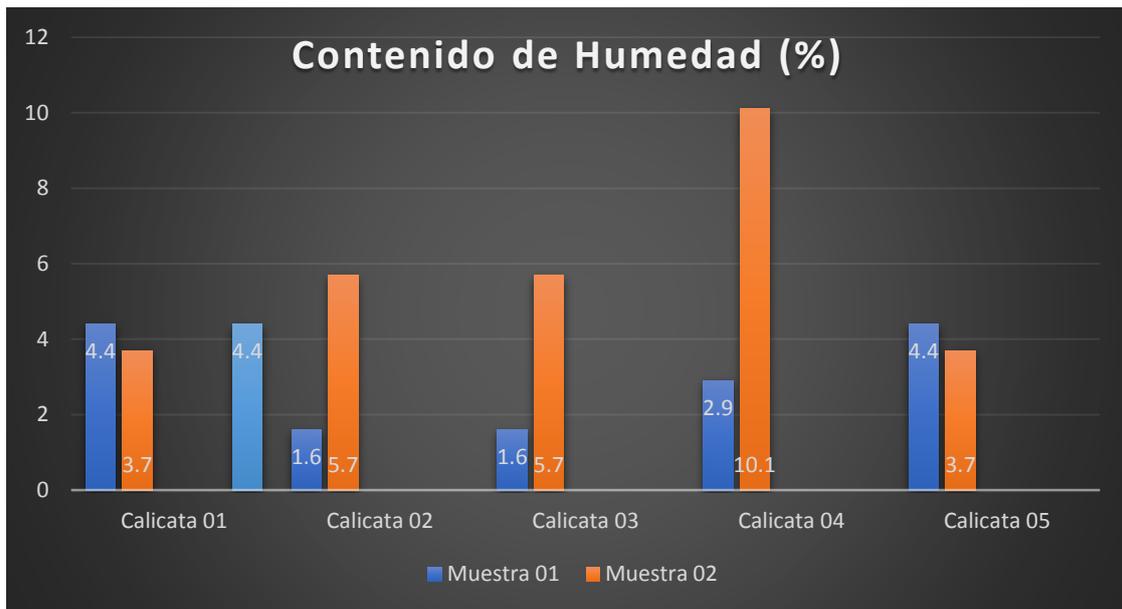


Figura 04. *Contenido de Humedad.*

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

Interpretación: En la primera muestra de las calicatas se observa mayor contenido de humedad en la calicata 01 y 05 con un 4,4% encontrándose en las progresivas 0+015 y 1+000, mientras que en la segunda muestra el mayor contenido de humedad es en la calicata 04 con un 10,1% ubicada en la progresiva 0+765 km.

Finalmente, en la muestra 01 de las calicatas hay menos contenido de humedad que en la muestra 02 debido a que se tiene como material al afirmado que actúa como base por donde van a transitar los vehículos y en la cual trabajara en compresión en función de dichas cargas de transitabilidad, por ende, dicha muestra debe tener un contenido de humedad mucho menor que las demás capas como es el caso de la muestra 02 donde se tiene un terreno de fundación.

Límites de Consistencia

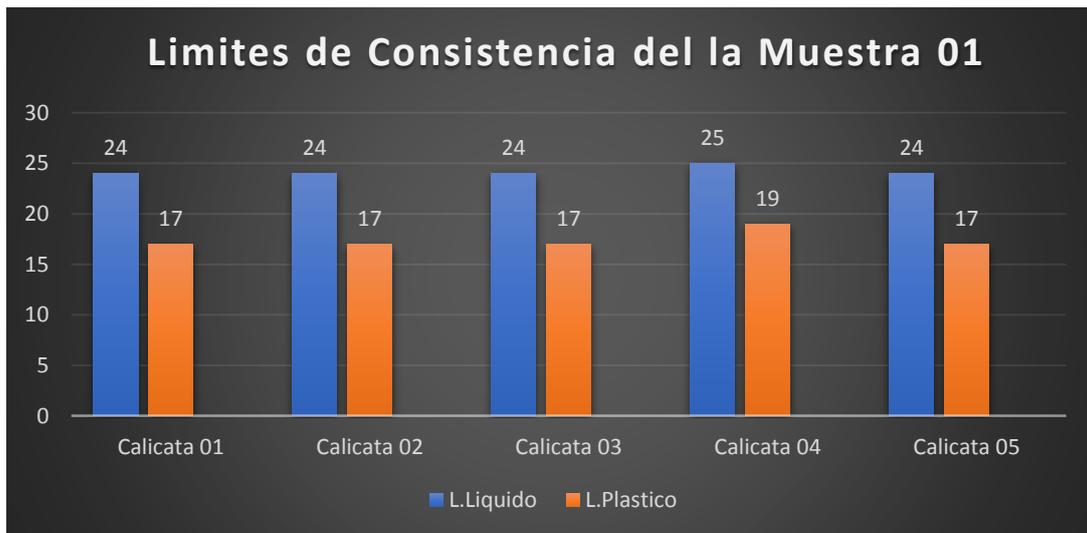


Figura 05. Límites de consistencia de la Muestra 01.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la muestra 01 de las calicatas se tiene dos tipos de límites de consistencia: el límite líquido y límite plástico cuyos valores máximos son 25 y 19 respectivamente encontrados en la calicata 04 de la progresiva 0+765 Km.

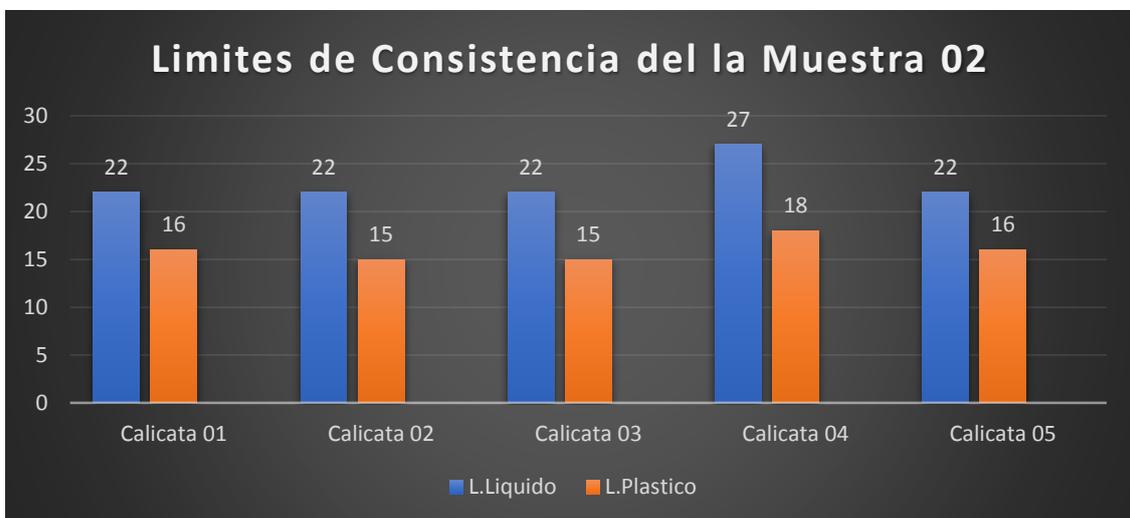


Figura 06. Límites de consistencia de la Muestra 02.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la muestra 02 de las calicatas se tiene dos tipos de límites de consistencia: el límite líquido y límite plástico cuyos valores máximos son 27 y 18 respectivamente encontrados en la calicata 04 de la progresiva 0+765Km.

Compactación del Proctor Modificado

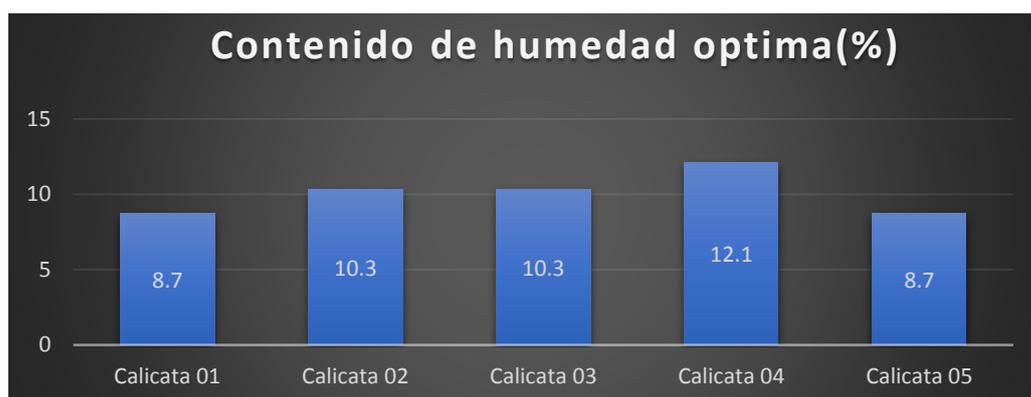


Figura 07. *Contenido de humedad óptima (%).*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: De la muestra 02 de las calicatas realizadas se obtiene que la calicata 4, posee un contenido de humedad óptima de 12,1 %, siendo la más alta equivaliendo al 24% del total de las demás calicatas, esto se debe a que esta se encuentra ubicada cerca un pequeño canal y muy aparte que el material q se encuentra es arcilla inorgánica de baja plasticidad los cuales se caracterizan por tener siempre una mayor cantidad de humedad óptima.

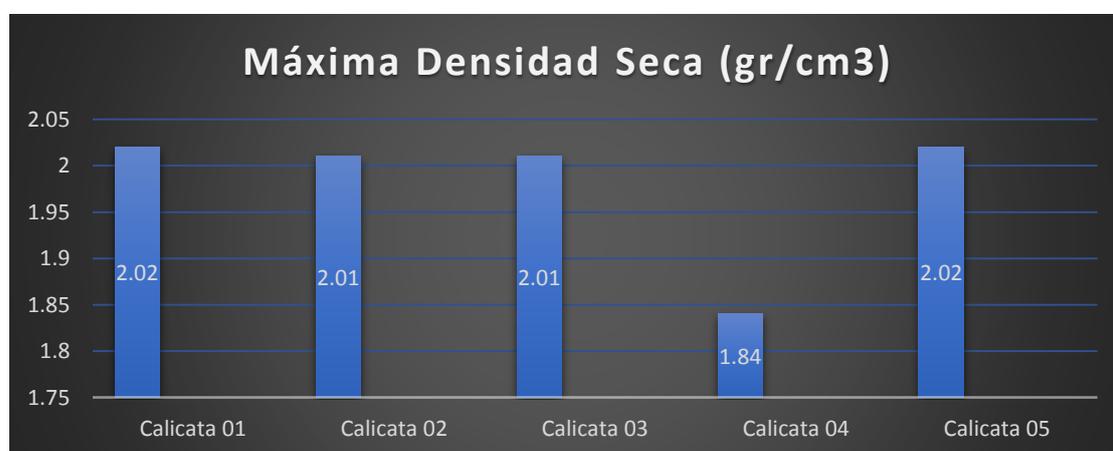


Figura 08. *Máxima densidad seca (gr/cm³)*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: La máxima densidad seca la presenta la calicata 01 y 05, con 2.02 (gr/cm³), ubicadas en las progresivas 0+015 y 1+000 respectivamente, la cual representa juntas en un 52 % la mayor densidad con respecto a las otras muestras obtenidas de menor densidad.

Relación de Capacidad de Soporte de CBR

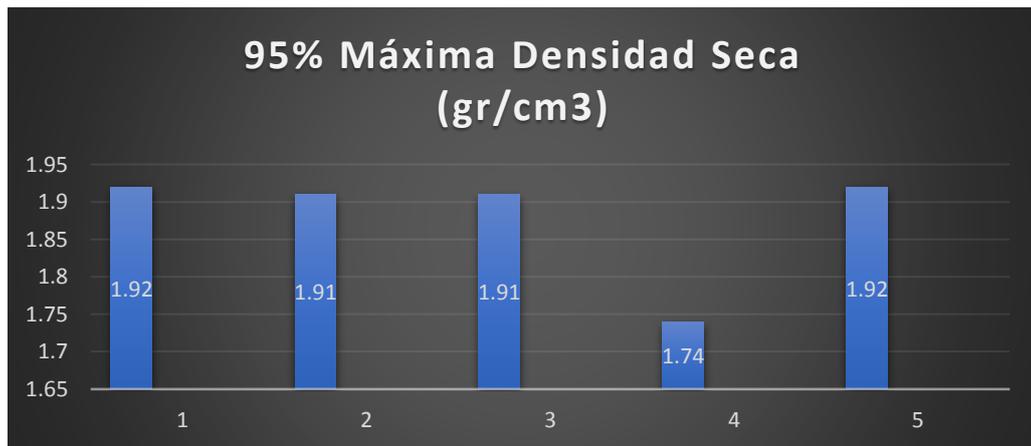


Figura 09. Máximas densidades secas al 95%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: La máxima densidad seca la presenta la calicata 01 y 05, con (1,92 gr/cm³), ubicadas en las progresivas 0+015 y 1+000 respectivamente, la cual representa juntas un 52% una mayor densidad al 95% con respecto a las otras muestras obtenidas de menor densidad.

Finalmente, para el diseño estructural del pavimento es necesario encontrar el porcentaje de California Bearing Ratio (CBR) del suelo de fundación, el cual se reemplazará en los módulos de resiliencia para cálculo de la estructura del pavimento.

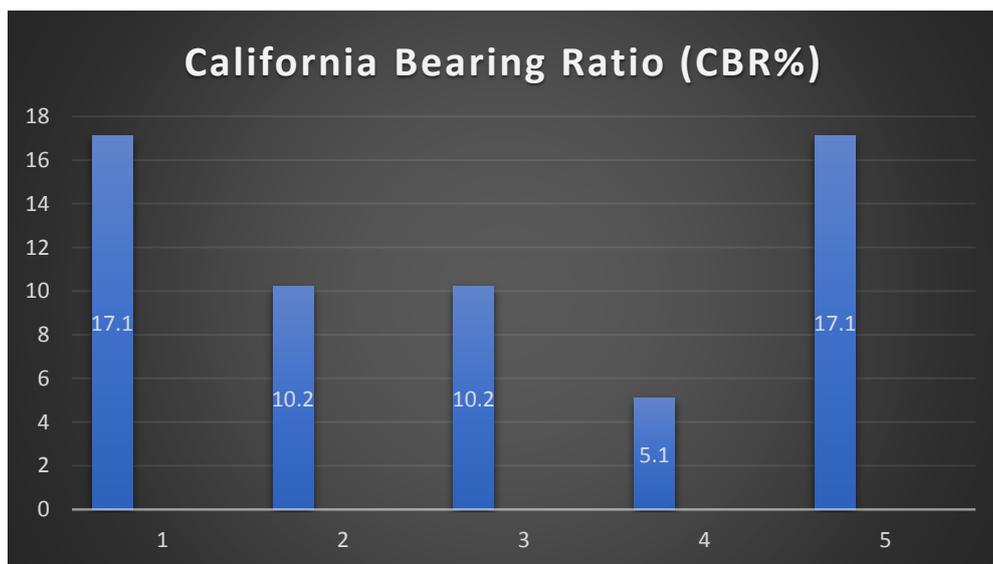


Figura 10. California Bearing Ratio (CBR) obtenidos.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: De la segunda muestra de las cinco calicatas se obtuvo un California Bearing Ratio (CBR) del 5.1 % ubicado en la progresiva 0+765, siendo el más bajo y en la calicata 1 y 5 se obtuvo un 17.1 %, ubicados en la progresivas 0+000 y 1+000, siendo el mayor California Bearing Ratio (CBR) obtenido en los ensayos.

$$CBR (prom.) = \frac{17.1\%+10.2\%+10.2\%+5.1\%+17.1}{5} \quad (1)$$

$$CBR (prom.) = 11.94\% \quad (2)$$

Finalmente, se eligió como dato de California Bearing Ratio (CBR) el promedio del resultado de las cuatro muestras obtenidas en la zona de estudio del terreno de fundación, el cual fue de 11.94 % para la elaboración del Diseño estructural del Pavimento para la técnica Whitetopping.

En la “**Figura 11**” se presenta el resumen de los resultados del laboratorio de suelos de las 5 calicatas, ubicadas en las progresivas 0+015, 0+265,0+515,0+765,1+000. En las cuales se ha evaluado Contenidos de Humedades (%), Granulometrías (SUCS), Gravas (%), Arenas (%), Finos (%), Límites Líquidos y Plásticos (%), Máximas Densidades secas (%) y California Bearing Ratio (CBR’s).

CALICATAS	C-01		C-02		C-03		C-04		C-05	
	M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02	M-01	M-02
GRANULOMETRIA (SUCS)	SP - SC	SC - SM	GC	SC	GC	SC	GC-GM	CL	SC	SC - SM
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA(%)	-	8.7	-	10.3	-	10.3	-	12.1	-	8.7
GRAVA (%)	41.1	3.1	41.3	0	41.3	0	45.0	0	41.1	3.1
ARENA (%)	47.1	83.2	40.0	55.8	39.7	56.0	43.0	35.7	46.8	83.0
FINOS (%)	11.9	13.7	18.7	44.2	19.0	44.0	12.0	64.3	12.1	13.9
LIMITE LIQUIDO (%)	24	22	24	22	24	22	25	27	24	22
LIMITE PLASTICO (%)	17	16	17	15	17	15	19	18	17	16
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	-	2.02	-	2.01	-	2.01	-	1.84	-	2.02
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	-	1.92	-	1.91	-	1.91	-	1.74	-	1.92
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR%)	-	17.1	-	10.2	-	10.2	-	5.1	-	17.1
CLASIFICACION AASHTO	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-4(1)	A-2-4(0)	A-4(1)	A-1-b(0)	A-4(1)	A-2-4(0)	A-2-4(0)

Figura 11. Resumen de resultados de laboratorio de suelos.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: Para el diseño de la técnica del Whitetopping se tomó en consideración el estudio de cinco calicatas, donde se encontraron en cada una dos muestras, la primera conformada por afirmado y la segunda por suelo de fundación donde se determinó que para las primeras muestras de las 5 calicatas según el indicador de granulometría predomina la clasificación de SUCS un GC (Grava Arcillosa) y según AASHTO A-2-4 (0), del mismo

modo para el indicador de límite líquido ha arrojado un 24% y como límite plástico un 17%, con índice de plasticidad de 7%.

Para las segundas muestras de las cinco calicatas se determinó que según el indicador de granulometría predomina la clasificación de SUCS un SC –SM (Arena Arcillosa y Arena Limosa) y según AASHTO A-4(1), Del mismo modo para el indicador de límite líquido se consideró el máximo valor obtenido de las muestras el cual es 27 % y un límite plástico de 18 % con índice de plasticidad 9%, además se obtuvo un indicador de densidad máxima seca de 2.02 gr/cm³ con un porcentaje de humedad óptima de 12.1% y por último el indicador del CBR se obtuvo como resultado promedio 12%. **(Ver Informe 02 – Anexo 3.2)**

3.3. Estudio de tráfico.

De acuerdo al tercer objetivo de esta investigación el cual es : “DETERMINAR LAS CARGAS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR PARA LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P DE MALLARES – C.P SAMÁN – SULLANA – PIURA, 2018”, según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) en el Manual de Carreteras se ha tenido que realizar un conteo vehicular de 24 horas , 7 días de la semana, en la semana del día lunes 10 de setiembre hasta día domingo 16 de setiembre del 2018 entre el Centro Poblado Mallares – Centro Poblado Samán.

Tabla 13. *Estudio de Tráfico.*

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Mototaxis	588	655	653	652	650	620	327
Automóvil	277	348	345	340	336	317	190
Station Wagon	335	400	398	391	385	380	251
Pick Up	25	50	47	44	38	36	15
Panel	4	7	5	4	2	2	0
Rural combi	7	15	13	11	9	10	2
Camión 2E (C2)	18	24	18	16	14	13	9
Camión 3E(C3)	10	16	14	14	12	11	6
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	8	18	16	15	13	11	7
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	10	15	13	12	12	10	8
TOTAL	183.14	221.14	217.43	214.14	210.14	201.43	116.43

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

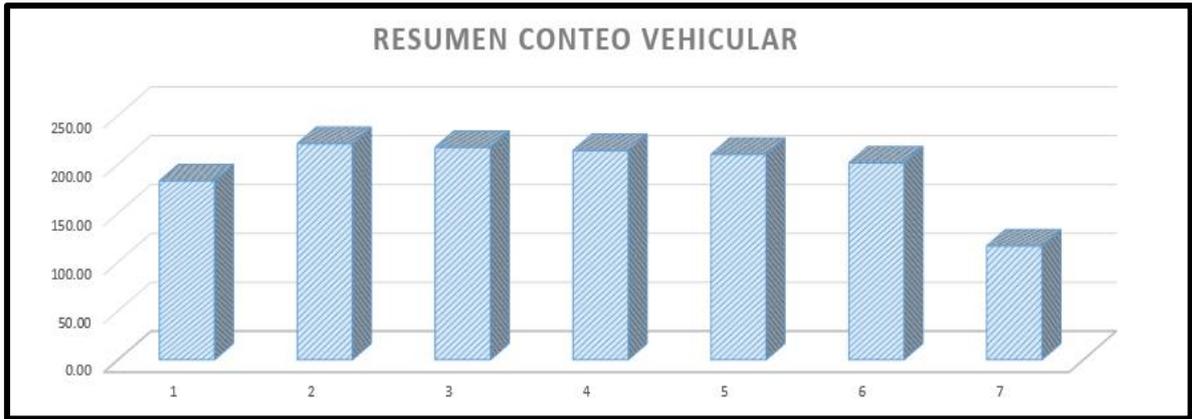


Figura 12. Número de Vehículos por día (v/d).

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: Como se puede apreciar en la “Tabla 13” y “Figura 12” muestra los resultados de tráfico realizado en la semana donde tuvimos 2 estaciones la primera en el punto de inicio del tramo en la progresiva 0+000 y la segunda en la progresiva 1+000, las cuales nos indican que el día de mayor flujo de vehículos se dio el día Martes 11 de Septiembre del 2018, cuyos datos preliminares nos ayudaron para calcular el Índice Medio Diario (IMD).

Es necesario conocer los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercana al camino., como referencia se tomó el peaje Piura-Sullana. (Ver figura 33 y 34 – Anexo 3.3)

Tabla 14. Factor de corrección de vehículos.

F.C.E. Vehículos ligeros:	1.034053
F.C.E. Vehículos pesados:	1.029725

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Para determinar el Índice Medio Anual (IDMa) primero se debe conocer el Índice Medio Semanal (IMDs) para el cual se aplicará la siguiente ecuación para un conteo de 7 días.

$$IMD(s) = \sum Vi / 7 \quad (1)$$

$$IMD(a) = IMDs * FC \quad (2)$$

Donde:

IMD(s) = Índice Medio Diario Semanal.

IMD(a) = Índice Medio Anual.

$\sum Vi =$ Volumen Vehicular de cada uno de los días de conteo. (Total de Semana).

FC = Factores de Corrección Estacional.

Tabla 15. Índice medio anual del tráfico vehicular actual.

Tipo de Vehículo	TOTAL	IMDS	FC	IMDa
	SEMANA			
Mototaxis	4,145.00	592.14	1.034053	612.00
Automovil	2,153.00	307.57	1.034053	318.00
Station Wagon	2,540.00	362.86	1.034053	375.00
Pick Up	255.00	36.43	1.034053	38.00
Panel	24.00	3.43	1.034053	4.00
Rural combi	67.00	9.57	1.034053	10.00
Camión 2E (C2)	112.00	16.00	1.029725	16.00
Camión 3E (C3)	83.00	11.86	1.029725	12.00
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	88.00	12.57	1.029725	13.00
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	80.00	11.43	1.029725	12.00
TOTAL	9,547.00	1,363.86	-	1,410.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: Como se puede observar en la “Tabla 15” se muestra los datos calculados mediante la ecuación 01 y 02 para determinar el Índice Medio Semana (IMDs) y Anual (IMDa) respectivamente por cada tipo de vehículo tanto para liviano como para pesado, dando como resultado **1,410.00 EE** actual.

Análisis de la demanda vehicular: Aquí se evalúa la cantidad de vehículos que circula por la zona de estudio para hacer una distribución de porcentajes de vehículos pesados y ligeros.

- a. Demanda Actual: se muestran la cantidad de vehículos distribuida en porcentajes según la “Tabla 16”

Tabla 16. Distribución del Tráfico Vehicular Actual.

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo		
Tipo de Vehículo	IMDa	Distribución (%)
Mototaxis	612.00	43.40
Automovil	318.00	22.55
Station Wagon	375.00	26.60
Pick Up	38.00	2.70
Panel	4.00	0.28
Rural combi	10.00	0.71
Camión 2E (C2)	16.00	1.13
Camión 3E(C3)	12.00	0.85
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	13.00	0.92
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	12.00	0.85
IMD	1,410.00	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.



Figura 13. Porcentaje del Tráfico actual por tipo de vehículo.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Tabla 17. Porcentaje del tráfico vehicular al año por tipo de vehículo.

LIVIANOS	96.24 %
PESADOS	3.76 %
TOTAL	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 16**” se observa los porcentajes de cada tipo de vehículo que circula por el tramo de estudio, donde el porcentaje menor es 0.28% que pertenece a los paneles y el porcentaje mayor es de 43.4% que les pertenece a los mototaxis, de la misma manera podemos decir que según la “**Figura 13**” y la “**Tabla 17**” el 94,24% corresponde a los vehículos livianos y el 3,76% a los vehículos pesados.

ESAL

- **Demanda Proyectada:** Es aquella proyección de la cantidad de vehículos en un futuro de 20 años para pavimentos rígidos según el Manual de Carreteras EG-2013.
- **Ejes Equivalentes:** Para el cálculo de los EE (proyectados), se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas por tipo de eje en la “**Tabla 18**”, para determinar las toneladas ejercidas de cada eje de vehículo pesado, utilizado para el diseño estructural del pavimento rígido.

(P = peso real por eje en toneladas).

Tabla 18. *Ejes equivalentes por tipo de vehículo pesado.*

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EES.2 TN)
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$

Fuente: *Elaboración propia, 2018, en base a los datos de la Guía AASHTO 93.*

Aplicando las fórmulas brindadas en la “**Tabla 18**”, obtendremos el peso unitario de cada tipo de vehículo pesado desde el “Camión 2E” hasta Semi Trayler 2S3 (T2S3), las cuales se representan en la “**Tabla 19**”.

Tabla 19. Relación de carga por eje (vehículos pesados).

TIPOS DE VEHÍCULOS	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			TOTAL UNITARIO
		1	2	3	
Camión 2E (C2)	1.27	3.24			4.50
Camión 3E(C3)	1.27	2.02			3.28
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	1.27	3.24	2.02		6.52
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	1.27	3.24	1.71		6.21

Fuente: Elaboración propia, 2018, en base a los datos de la Guía AASHTO 93.

Transito proyectado. Es la cantidad por cada tipo de vehículos calculados por un periodo de diseño de 20 años mediante datos estadísticos como la tasa de crecimiento anual de la población para vehículos ligeros y el producto bruto interno para vehículos pesados.

$$T_n = T_o(1 + r)^{(n-1)} \quad (3)$$

Donde:

- T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.
- T_o = Tránsito actual (año base) en vehículo por día .
- N = año futuro de proyección.
- r = tasa anual de crecimiento de tránsito.

Tasa de Crecimiento por Región en % (PIURA)

La tasa de crecimiento poblacional se denota “r”, cuyo valor en el año 2014 fue 0.9% tal como se muestra en el anexo 03 descrito en la tabla 10. Asimismo, la tasa de crecimiento anual del Producto Bruto Interno se representa con PBI, cuyo valor en el año 2014 fue 5.5% tal como se muestra en la “Figura 38 – Anexo 3.3”. Finalmente, el periodo de diseño establecido en la Norma EG-2013 es 20 años.

Tabla 20. *Demanda Proyectada (20 años) – Índice Medio Diario.*

TIPOS DE VEHÍCULOS	IMDa	Tn (Proyectado)	Distribucion (%)
Mototaxis	612.00	725.58	43.40
Automoviles	318.00	377.02	22.55
Station Wagon	375.00	444.59	26.60
Pick Up	38.00	45.05	2.70
Panel	4.00	4.74	0.28
Rural Combi	10.00	11.86	0.71
Camión 2E (C2)	16.00	18.97	1.13
Camión 3E(C3)	12.00	14.23	0.85
Semi Trayler 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	13.00	15.41	0.92
Semi Trayler 2S3 (T2S3)	12.00	14.23	0.85
TOTAL	1,410.00	1,671.67	100.00
VEHICULOS LIGEROS			96.24
VEHICULOS PESADOS			3.76

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “Tabla 20” se puede observar la demanda proyectada en 20 años (según el manual de carreteras) donde el total de vehículos aumento en 262, teniendo un IMD proyectado de 1,671.67 vehículos por día, por lo que el porcentaje de vehículos ligeros en 20 años de proyección es 96.24% y el porcentaje de los vehículos pesados es 3.76%.

Factor de crecimiento acumulado

Corresponde al porcentaje de incremento de vehículos ligeros o pesados según la clasificación del Manual de Carreteras 2013.

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r} \quad (4)$$

Tabla 21. *Factor de crecimiento acumulado.*

CLASIFICACION DE VEHICULOS	FACTOR DE CRECIMIENTO ACUMULADO
Fca. LIVIANOS=	21.81
Fca. PESADOS=	34.87

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la “**Tabla 21**” se muestra los factores acumulados según la clasificación de vehículos aplicando la ecuación 4. Teniendo así un factor de crecimiento para vehículos ligeros de 21.81 y 34.87 para vehículos pesados. Para el Para el cálculo del ESAL o Número de Ejes Equivalente se utiliza el factor de crecimiento de vehículos pesados debido a que generan mayor carga destructiva en la estructura del pavimento.

ESAL o Número de Ejes Equivalentes:

$$EE_{día-carril} = IMD_{PI} * F_D * F_C * F_{VPI} * F_{PI} \tag{5}$$

Donde:

- IMD_{pi} = Índice Medio Diario Proyectado Según el Tipo de Vehículo.
- F_d = 0.50 Factor Direccional para dos sentidos con un carril por sentido (**Ver Figura 40 – Anexo 3.3**).
- F_c = 1.00 Factor Carril de Diseño para dos sentidos con un carril por sentido (**Ver Figura 40 – Anexo 3.3**).
- F_{vpi} = Factor de Vehículo según sus Ejes Equivalentes (**Ver Figura 41 y 42 – Anexo 3.3**).
- F_{pi} = 1 Factor de Presión de Neumáticos, según EG-2013, p. 84.

Tabla 22. *Ejes Equivalentes día – carril.*

Tipo de Vehículo	EE _{día-carril}	Distribución (%)
Camión 2E (C2)	52.11	26.61
Camión 3E (C3)	28.51	14.56
Semi Trayler (T2S1/T2S2)	61.33	31.32
Semi Trayler (T2S3)	53.89	27.52
TOTAL	195.84	100.00

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 22**” se muestran la cantidad de ejes equivalentes por cada vehículo pesado aplicando la ecuación 5 determinando un total de 196 Ejes Equivalentes por día. No se considera a los vehículos cuya clasificación sean ligeros debido a que no representan ninguna carga destructiva en el pavimento.

Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8,2 tn:

Mediante la presente formula se obtuvo en Numero de repeticiones de Ejes Equivalentes o ESAL durante un año.

$$\text{Nrep de } EE_{8,2tn} = \sum[(EE_{\text{día-carril}} * Fca * 365)] \quad (6)$$

Donde:

- Nrep de $EE_{8,2tn}$: Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes o ESAL.
- $EE_{(\text{día-carril})}$: Ejes equivalentes día Carril.
- Fca.: Factor de crecimiento acumulado de vehículos pesados.

$$\text{Nrep de } EE_{8,2tn} = 2'492,375.27 \text{ EE.} \quad (7)$$

Interpretación: Respecto al indicador de composición del tráfico que circula el tramo de estudio se encontró que está compuesto mayormente por vehículos ligeros que por vehículos pesados. Del mismo modo con el indicador del Índice Medio Diario (IMD) proyectado a un periodo de diseños de 20 años en pavimentos rígidos según el manual de carreteras se tiene, el número de vehículos que circula por la avenida en estudio es de 1672 vehículos por día, lo que indica que el 96.24% del total de vehículos está compuesto por ligeros y el 3.76% por vehículos pesados. Asimismo, para el indicador del ESAL tenemos que el número de repeticiones de ejes equivalentes en un periodo de diseño de 20 años es **2'492,375.27 EE**. Por lo tanto, según la Norma EG-2013 clasifica según sus repeticiones acumuladas de ejes equivalentes como una vía de tráfico pesado tipo T_{P6} ($>1'500,000 \text{ EE} \leq 3'000,000 \text{ EE}$), tal como se muestra en la **figura 45 – Anexo 3.3**.

3.4. Resistencia del Concreto.

Asimismo, como cuarto objetivo se tiene “DETERMINAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN EL C.P MALLARES – C.P SAMÁN – SULLANA – PIURA, 2018”, para ello se ha tenido en cuenta un Diseño de Mezcla con una fuerza de compresión de 280 Kg/ cm² a través del método ACI (Comité 211):

Como primer paso para un diseño de mezcla, se calcula la resistencia promedio por medio de la “Tabla 23”.

Tabla 23. Resistencia promedio.

F’c	F’cr
Menos de 210	F’c + 70
210 a 350	F’c + 84
Sobre 350	F’c + 98

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Por lo tanto, para una resistencia de diseño de 280 Kg/cm², se considera el factor de 84 Kg/cm², obteniendo una resistencia en compresión promedio requerida de 364 Kg/cm².

Luego de hallar la resistencia promedio, continuamos con la “Tabla 24”, donde al tener un F’cr = 364 Kg/cm², vamos a interpolar de la siguiente manera:

Tabla 24. Relación Agua/ Cemento por resistencia.

F’c (Kg/cm²)	RELACIÓN A/C EN PESO	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

350 -----0.48
 364 -----x
 400 -----0.43

$$\frac{400 - 350}{400 - 364} = \frac{0.43 - 0.48}{0.43 - x} \quad (1)$$

$$\frac{50}{36} = \frac{-0.05}{0.43 - x} \quad (2)$$

$$X = 0.466 = 0.47 \quad (3)$$

Donde obtenemos que nuestra relación agua/ cemento es 0.47 aproximadamente según el método del ACI.

Puesto que no ha sido considerado la incorporación de aire en el diseño, se procede a obtener el porcentaje de aire atrapado, según la “**Tabla 25**”.

Tabla 25. Contenido de aire atrapado.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/8”	3.0 %
1/2”	2.5 %
3/4”	2.0 %
1”	1.5 %
1 1/2”	1.0 %
2”	0.5 %
3”	0.3 %
6”	0.2 %

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Donde, al tener como tamaño máximo nominal 3/4” del agregado grueso, se va a tener 2.0% de aire atrapado en la mezcla.

Para obtener el volumen unitario de agua, se ha considerado realizar el diseño de mezcla con una consistencia plástica con el fin de garantizar la trabajabilidad del concreto, teniéndose un asentamiento de 1” a 2”.

ASENTAMIENTO PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS		
Tipo De Estructuras	Asentamiento (Pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3”	1”
Cimentaciones simples y calzaduras	3”	1”
Vigas y muros armados	4”	1”
Columnas	4”	1”
Muros, pavimentos y losas	3”	1”
Concreto ciclópeo	2”	1”

Figura 14. Asentamiento para diversos tipos de estructuras.

Fuente: Método del ACI 211.

Entonces, para la determinación del volumen unitario de agua, se ha considerado la siguiente “**Figura 15**” establecida por el ACI 211:

Agua en l/m3, para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada.								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

Figura 15. Asentamiento para diversos tipos de estructuras.

Fuente: Método del ACI 211.

Se debe tener en cuenta que al incrementar el volumen de agua y al tener una relación A/C de 0.47, vamos a tener más cemento, por lo que se tomó en cuenta un asentamiento de 2”.

Considerando este criterio, entonces tenemos en cuenta la relación de $A/C = 0.50$ (aproximación del 0.47).

$$\frac{A}{C} = 0.50 \quad (1)$$

$$\frac{190}{C} = 0.50 \quad (2)$$

$$C = 380 \text{ Kg/cm}^3 \quad (1)$$

Entonces el Factor cemento que es igual a Contenido del cemento (C)/ Peso de la bolsa Cemento:

$$\frac{380 \text{ Kg/cm}^3}{42.5 \text{ Kg/cm}^3} = 8.94 \text{ Bolsas} \quad (1)$$

Luego de hallar el factor cemento, obtenemos el volumen absoluto de agregados, obteniendo que:

$$1\text{m}^3 - \sum \text{Vol Cemento} + \text{Vol Agua} + \text{Vol Aire} \quad (1)$$

Donde:

- Vol. Cemento = $380 \text{ Kg/cm}^3 / 2980 \text{ Kg/cm}^3 = 0.128$
- Vol. Agua = $190 \text{ lt/m}^3 / 1000 = 0.190$
- Vol. Aire = $2\% = 0.020$

Reemplazando los datos en la fórmula 1, se obtiene que el volumen absoluto de agregados es 0.662 m³. Entonces obtenemos que la relación de agregado grueso es 58% y para el fino es 42% en la mezcla, donde:

$$\text{Fino} = 0.662 \text{ m}^3 * 42\% = 0.278 \text{ m}^3 * 2650 \text{ Kg/cm}^3 = 737.3 \text{ Kg/cm}^3$$

$$\text{Grueso} = 0.662 \text{ m}^3 * 58\% = 0.384 \text{ m}^3 * 2656 \text{ Kg/cm}^3 = 1020.5 \text{ Kg/cm}^3$$

Para obtener los datos corregidos de los pesos de los elementos de la mezcla, reemplazamos los datos obtenidos anteriormente en la siguiente “**Tabla 26**”:

Tabla 26. Pesos de los elementos Kg/cm³ de la mezcla.

Elementos	Secos	Corregidos
Cemento	380.0	380.0
Agr. fino	737.3	758.0
Agr. grueso	1020.5	1037.9

Agua	190.0	169.4
Colada kg/m ³	2327.9	2345.3

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Donde:

- Agr. Grueso = $1020.5 * (1 + (\% \text{Humedad Natural}/100)) = 1020.5 * (1 + 1.70/100) = 1037.9 \text{ Kg/cm}^3$.
- Agr. Fino = $737.3 * (1 + (\% \text{Humedad Natural}/100)) = 737.3 * (1 + 2.80/100) = 758.0 \text{ Kg/cm}^3$.
- Agua = $190 - ((\frac{2.80-0.87}{100}) * 737.3) + ((\frac{1.70-1.08}{100}) * 1020.5) = 169.4 \text{ Kg/cm}^3$.

Donde la dosificación en planta/ obra con humedad de acopio es:

En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)
	1	1.995	2.731	0.446
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (lt)
	1	2.1	2.8	19.0

Figura 16. Dosificación del diseño de mezcla.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

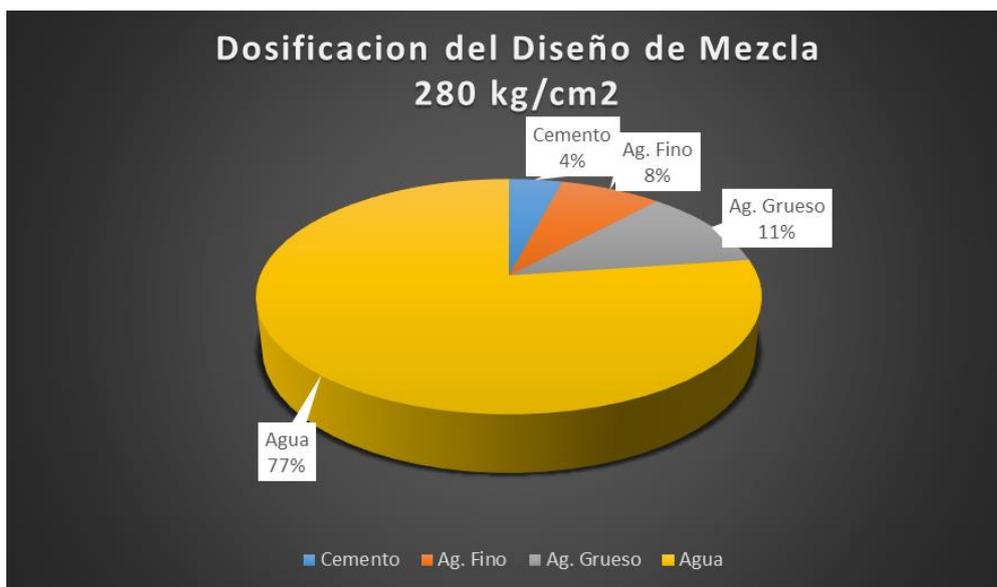


Figura 17. Dosificación del Diseño de Mezcla en Volumen.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En relación al diseño de mezcla de concreto hidráulico con $F'c$ requerido de 280 kg /cm² en la cual su relación de agua cemento está limitada al 0.50, donde tenemos que el volumen por bolsa de cemento es a 1 que viene el ser el 4% de los materiales para emplear en el diseño, el de agregado fino es de 1.9 (pies³) teniendo como porcentaje el 8%, el agregado grueso es de 2.7 (pies³) teniendo un 11% del total y como mayor componente del diseño tenemos el agua con un 77% que viene ser 19.0 litros (**Ver Figura 46 – Anexo 3.4**).

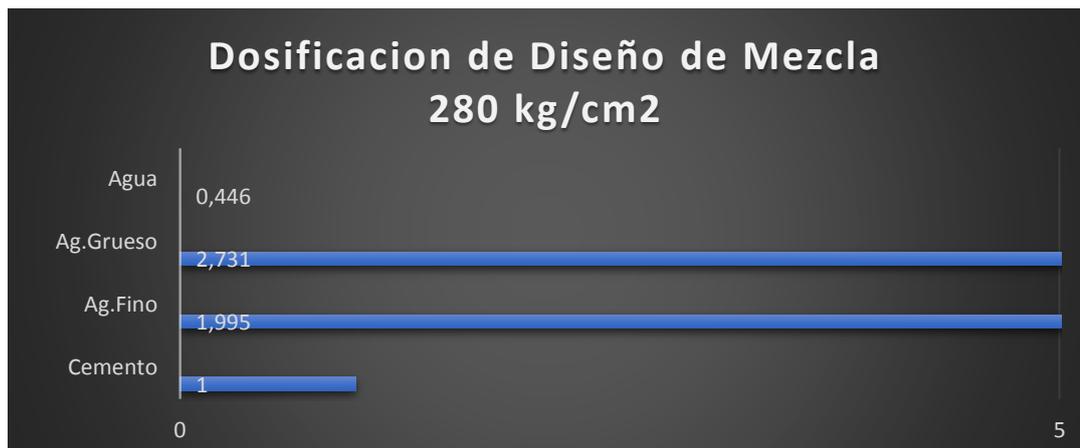


Figura 18. *Dosificación del Diseño de Mezcla en peso.*

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

Interpretación: En relación al diseño de mezcla de concreto hidráulico con $F'c$ requerido de 280 kg /cm² en la cual su relación de agua cemento está limitada al 0.50, tenemos que el peso por Kg de cemento es de 1 Kg, en agregados finos es de 1,995 (Kg), como componente máximo tenemos el agregado grueso con 2,731(Kg) y como mínimo componente tenemos un 0,446(lt) de agua, esta dosificación se da tanto en planta como en obra.

Después de haber conseguido nuestras dosificaciones del Diseño de Mezcla, se procedió a realizar el moldeado de testigos para corroborar los datos obtenidos en dicho diseño. Según la norma ASTM C31 nos indica que debemos utilizar cilindros formados con un diámetro 15 cm por una altura de 30 cm, para ello primero se prepara el concreto, luego se verifica y corrobora el slump se procederá al moldeado de los testigos de concreto.

Tabla 27. Resistencia de las probetas de Concreto.

PROBETAS	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/ cm2)	DÍAS
P - 01	236	7
P - 02	238	7
P - 03	236	7
P - 04	260	14
P - 05	264	14
P - 06	265	14
P - 07	287	28
P - 08	287	28
P - 09	287	28

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: Según la “Tabla 27”, se tomaron 9 testigos, los cuales fueron sometidos a compresión durante los 7, 14 y 28 días (3 testigos por cada rango), donde se obtuvo que en el último día la resistencia máxima promedio de los testigos fueron $F'c = 287 \text{ Kg/cm}^2$, es decir, mayor a la resistencia del diseño solicitado $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

3.5. Espesor del Concreto.

Asimismo, como último objetivo tenemos: “DETERMINAR EL ESPESOR DEL RECUBRIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN EL C.P MALLARES – C.P SAMÁN – SULLANA – PIURA, 2018”, para ello primero se determinará los espesores del paquete estructural, mediante la metodología AASHTO 93, donde se empleó la ecuación fundamental de diseño de estructuras de pavimentos donde se obtuvo lo siguiente:

$$\text{Log } W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{S_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{k} \right]^{0.25}} \right]} \right] \quad (1)$$

Donde:

- W_{18} = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas: Del Índice Medio diario (IMD) y el cálculo de ejes equivalentes que se resultó **2'492,375. 27 EE o 2.5E+06.**
- Z_R = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada, para una confiabilidad R. Según la Norma Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, donde se establece los parámetros según la cantidad de Ejes Equivalentes tal como se muestra en la **Figura 48 – Anexo 3.5.** Para un tráfico T_{P6} se tiene un nivel de confiabilidad R de 85 % y una desviación estándar normal Z_R de -1.036.
- S_0 = Desvío estándar de todas las variables. Según la Norma Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos se encuentra en un rango de 0.30 a 0.40, de donde se obtuvo un S_0 de 0.38.
- D = Espesor de la losa del pavimento en pulgadas. Calculada según los monogramas establecidos de la Metodología AASHTO 93, tal como se muestra en la **Figura 20 y 21,** de donde se obtuvo 7 pulg.
- ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño es igual a 1.80 según la Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos para un tráfico tipo T_{P6} .
- P_t = Serviciabilidad final es igual a 2.50 según la Norma Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos para un tráfico tipo T_{P6} .
- PI = Índice de serviciabilidad inicial es igual a 4.30 según la Norma Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos para un tráfico tipo T_{P6} .
- C_s o M_r = Módulo de rotura del concreto en PSI, la resistencia de compresión del concreto F'_c según la norma “Manual de Carretera” Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, se encuentra en función al número de Repeticiones de Ejes Equivalentes en un rango de $\leq 5'000,000$ donde establece un $F'_c=280$ kg/cm² tal como se muestra en el

Figura 50 – Anexo 3.5. El M_r se correlaciona con el módulo de compresión ($f'c$) del concreto mediante la siguiente regresión.

$$M_r = a\sqrt{f'c} \text{ valores en } kg/cm^2 \text{ según el ACI 363} \quad (2)$$

Donde los valores “a” varían entre 1.99 y 3.18.

$$M_r = 2.58 \sqrt{280} = 43.17 \text{ kg/cm}^2 \approx 614 \text{ PSI} \quad (3)$$

E_c = Módulo de elasticidad del concreto, en PSI, está definido con la siguiente ecuación.

$$f'c = 280 \frac{kg}{cm^2} = 3983 \text{ PSI} \quad (4)$$

$$E = 57,000x(f'c)^{0.5}; (f'c \text{ en PSI}) \quad (5)$$

$$E = 57000x(3983)^{0.5} = 3.60E + 06 \text{ Psi} \quad (6)$$

J = Coeficiente de transferencia de carga según la Norma Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, establece que, para una losa de concreto hidráulico con pasadores el J sea igual a 2.8.

C_d = Coeficiente de drenaje es igual a 1.00 para pavimentos rígidos según la Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en PCI (Psi/pulg). El cálculo se muestra en la “**Figura 54**” – **Anexo 3.5.**, donde se determinó un k de 58 PSI.

Periodo de diseño: 20 años para pavimentos rígidos según el “Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos.

A continuación, en la “**Tabla 28**” se muestra el resumen de los parámetros de la ecuación 1 fundamental del diseño de pavimentos rígidos según la metodología AASHTO 93, luego se han hallado los valores de cada término justificándose debidamente.

Tabla 28. *Resumen de las variables de la ecuación fundamental para el diseño del pavimento rígido según AASHTO 93.*

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD	FUENTE
Número de ejes equivalentes W_{18}	2.5E+06	EE	
Periodo de diseño	20	Años	
Confiabilidad (R)	85	%	Ver figura 48 – Anexo 3.5
Desviación estándar normal (Z_r)	-1.036		Ver figura 48 – Anexo 3.5
Índice de serviciabilidad combinada o total (S_o)	0.38		MTC
Índice de serviciabilidad inicial (P_i)	4.30		Ver figura 49– Anexo 3.5
Índice de serviciabilidad final (P_T)	2.50		Ver figura 49– Anexo 3.5
Diferencial de serviciabilidad (Δ PSI)	1.80		Ver figura 49– Anexo 3.5
Resistencia a la compresión del concreto (F'_c)	280	Kg/cm ²	Ver figura 50– Anexo 3.5
Módulo de elasticidad del concreto (E_c)	3.60E+06	PSI	Ecuación 4 – Página 70
Módulo de ruptura del concreto (S_c) (M_r)	614	PSI	Ecuación 2 – Página 70
CBR de la subrasante	11.9	%	Figura 10
Módulo de reacción de la subrasante (k)	12 466.40	Pci	Ver figura 54– Anexo 3.5
Espesor de la subbase	6	pulg	Ver figura 54– Anexo 3.5
Módulo de reacción efectivo (k_{efect})	58	Pci	Ver figura 54– Anexo 3.5
Coefficiente de transferencia de carga (J)	2.8		Ver figura 51– Anexo 3.5
Coefficiente de drenaje (Cd)	1.00		

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

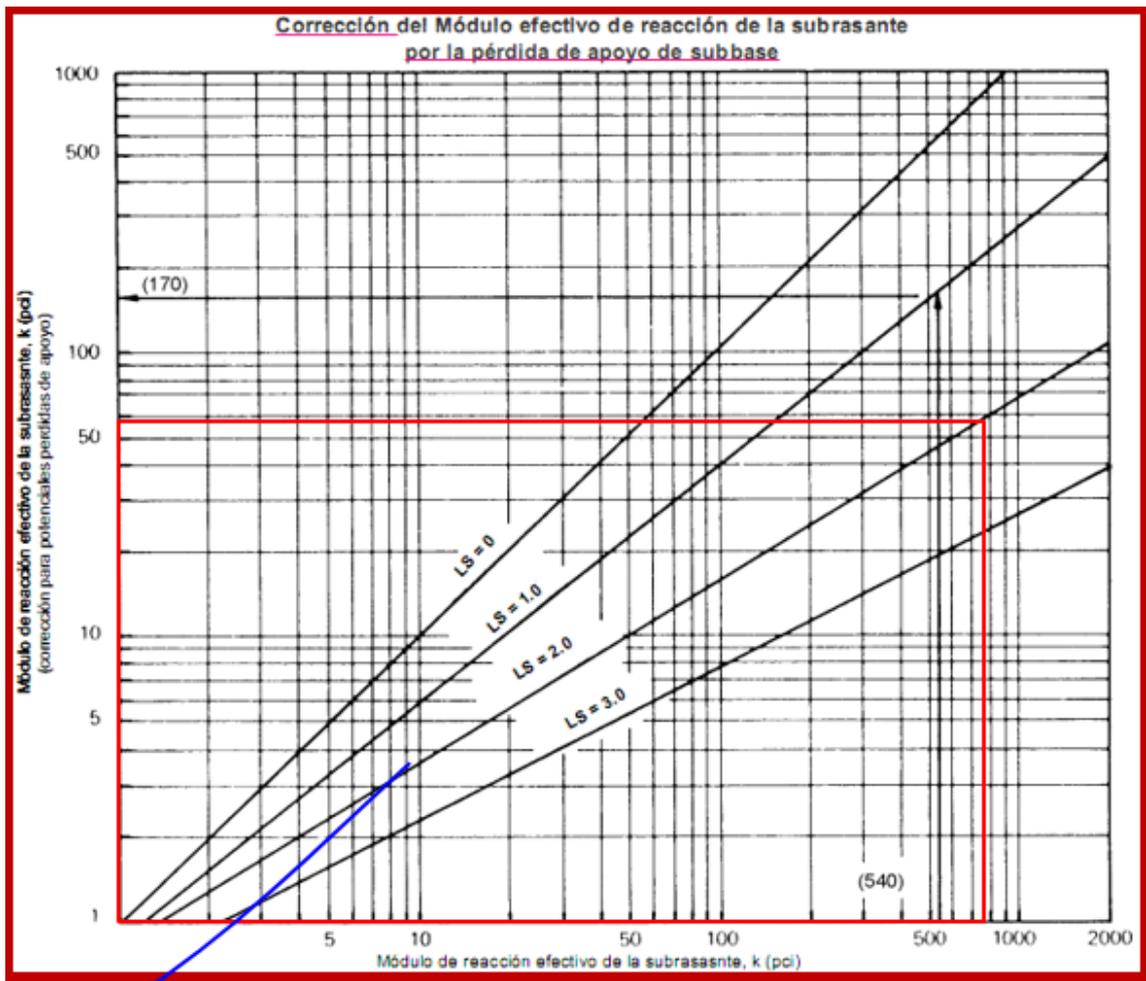


Figura 19. *Módulo de reacción de la subrasante (K).*

Fuente: Elaboración propia, 2018.

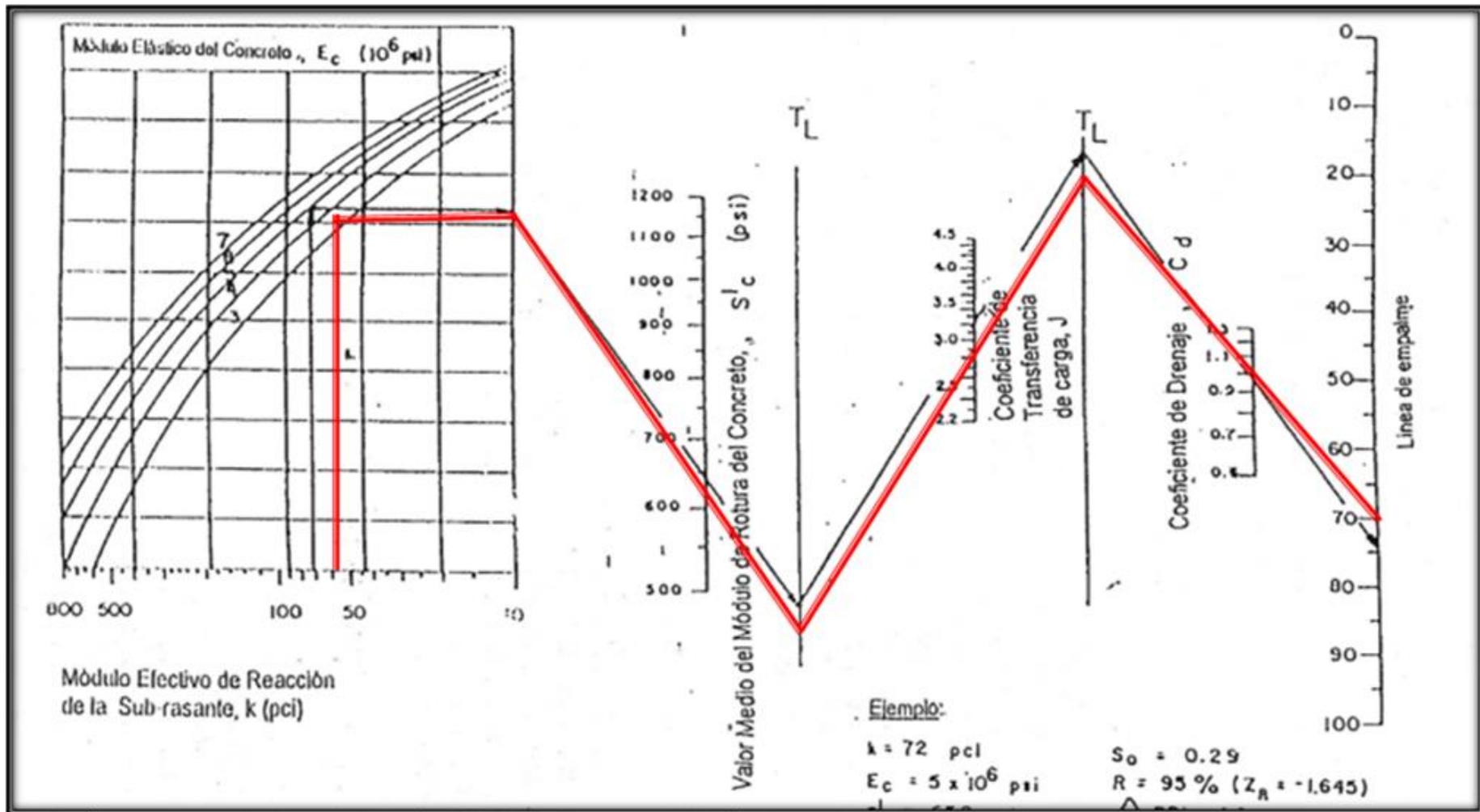


Figura 20. Monogramas de la metodología AASHTO, para el diseño de pavimentos rígidos.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

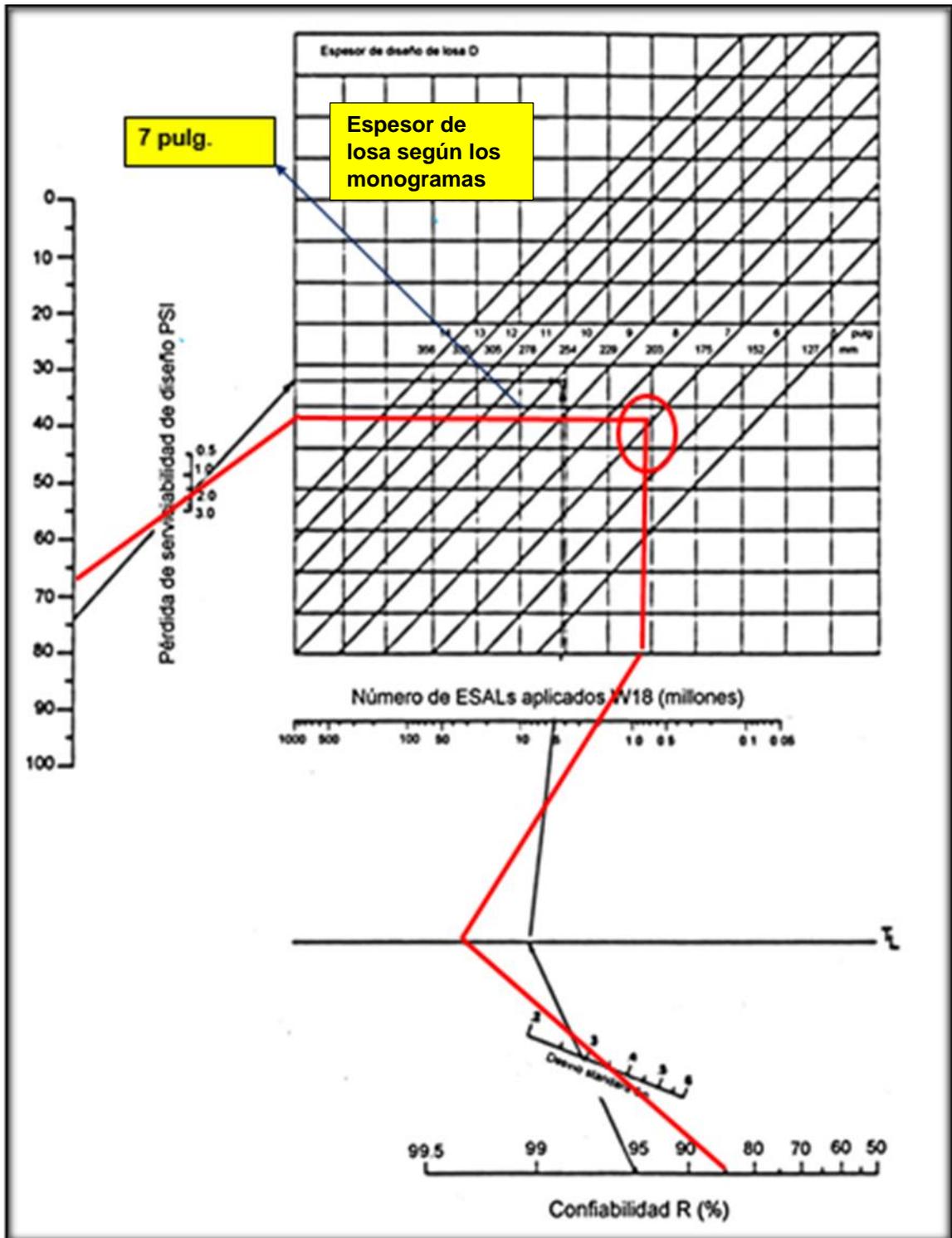


Figura 21. Monogramas de la metodología AASHTO, para el diseño de pavimentos rígidos.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Cálculo del espesor de la losa y verificación mediante la ecuación establecida por la metodología AASHTO 93. (Ver Ecuación 3)

Datos:

- $W_{18} = 2.5 * 10^6$
- $Z_R = - 1.036$
- $S_o = 0.35$
- $\Delta PSI = 1.80$
- $P_t = 2.50$
- $S_C = 614 \text{ PSI}$
- $J = 2.8$
- $C_D = 1.00$
- $E_C = 3.6 \times 10^6 \text{ PSI}$
- $K = 58 \text{ PSI}$

A continuación, se procede a reemplazar los valores de las variables de la ecuación fundamental del diseño de pavimentos rígidos con el espesor encontrado en la “Figura 22” ($D = 7$ pulg), para realizar su respectiva verificación mediante método de iteraciones. Se obtuvo el siguiente resultado.

$$6.39 \approx 6.25 \text{ (si cumple)}$$

Interpretación: El logaritmo del W_{18} de la ecuación 12 es 6.39 que debe ser igual o parecido al número obtenido en la igualdad de la ecuación reemplazando los valores de las variables, obteniendo así un valor de 6.25, que relativamente varía en 0.14 lo que me indica que el espesor encontrado en la “Figura 22” es correcto.

Tabla 29. Espesores del paquete estructural del pavimento rígido.

Capa	H final (pulg)	H final (cm)
Losa de Concreto	7	17.78
Base	6	15.24

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: En la “**Tabla 29**” se muestran los espesores del paquete estructural del pavimento rígido donde se obtuvo una losa de concreto de 7 pulgadas con una base de 6 pulgadas. Estos espesores cumplen con las condiciones mínimas establecidas en el Manual de Carreteras Manual de Carretera: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, para una vía clasificada como Tp6 según el número de ejes equivalentes.

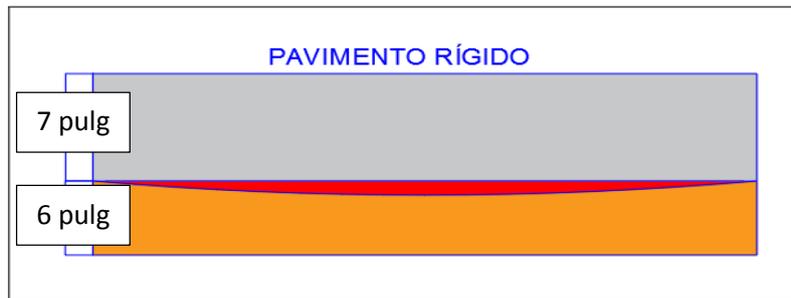


Figura 22. *Detalle de los espesores del paquete estructural del pavimento rígido.*
Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

Diseño de juntas transversales de dilatación.

$$D = \frac{1}{8} E_{\text{LOSA}} \tag{7}$$

Donde:

- E_{LOSA} : Espesor de la losa = 9 pulg.
- D: Diámetro de la barra (acero liso Tipo Dowels)

$$D = \frac{1}{8} \times 7 = 0.875 \text{ pulg.} \cong 2.22 \text{ cm.} \tag{8}$$

Se utilizará barra de fierro liso de 1” de diámetro.

$$b = 2 \times \left(\frac{\pi \times d^2}{4 \times p \times \mu} \times \sigma_t \right) \tag{9}$$

Donde:

- b = longitud de la barra
- p = perímetro de la barra

- μ = adherencia entre el concreto y el acero. Según la metodología AASHTO 93 se usa 29.0 kg/cm².
- d = diámetro del pasador en cm.
- σ_T = esfuerzo de trabajo a tensión del acero empleado como pasador en kg/cm² según metodología AASHTO 93 se toma 0.67Fy (0.67 x 4200 = 2814).

$$b = 2 \times \left(\frac{\pi \times 2.86^2}{4 \times 8 \times 29} \times 2814 \right) \quad (10)$$

El espaciamiento de los pasadores será de acuerdo a lo especificado en la “**Figura 23**” donde nos indica que en una losa de 15 a 20 cm deben de ir espaciados a 30 cm.

RANGO DE ESPESOR DE LOSA (MM)	DIÁMETRO		LONGITUD DEL PASADOR O DOWELLS (MM)	SEPARACIÓN ENTRE PASADORES (MM)
	MM	PULGADA		
150 - 200	25	1"	410	300
200 - 300	32	1 ¼"	460	300
300 - 430	38	1 ½"	510	380

Figura 23. Diámetro y longitudes recomendados en pasadores.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Interpretación: Respecto al indicador de la base se ha obtenido mediante la metodología AASHTO 93 con los monogramas establecidos por la metodología y verificado con la ecuación fundamental de diseño de pavimento rígido, obteniendo un resultado de 6 pulg. Del mismo modo para el indicador de losa de concreto se determinó un espesor de 7 pulg. Por último el indicador de pasadores se obtuvo que estarán compuestos por barras de acero liso de 1 pulg. con un esfuerzo a fluencia de $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ con una longitud de 0.50 m espaciadas a 0.30 m.

IV. DISCUSIÓN.

Expuesto el análisis sobre los resultados obtenidos en la presente investigación, se procede a la discusión en relación a las teorías relacionadas que han sido desarrolladas anteriormente, así como los trabajos previos que han sido elaborados en función de las variables que se están investigando, la discusión será evaluada en relación y orden de cada objetivo de la presente investigación.

Respecto al primer objetivo el cual es: Determinar el estado del pavimento flexible del C.P Mallares – C.P Samán – Sullana – Piura, 2018.

(BALAREZO ZAPATA, 2017) logro determinar el estado del pavimento en el que se encontraba el pavimento flexible de la Universidad de Piura con la finalidad de saber si dicho pavimento se encontraba en buenas condiciones y si requería alguna intervención para que garantice una buena serviciabilidad y esto lo hizo a través de la evaluación de la viga de Benkelman, obteniendo que la deflexión característica es menor que la admisible, dando como resultado que dicho pavimento presentaba fallas superficiales mandando un grado de intervención el cual es un mantenimiento. En el caso de la presente investigación seguimos el procedimiento de la misma técnica donde obtuvimos que la deflexión característica de nuestra zona de estudio era mucho menor que la admisible, lo que cumplía con las condiciones de comparación de dichas deflexiones, donde al final obtuvimos que nuestro pavimento se encontraba regulares condiciones debido a que solo se encontró fallas superficiales y basándonos al “Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – R.D.N° 10-2014-MTC/14 categorizamos que nuestra zona de estudio necesitaba una intervención superficial o rehabilitación menor debido a las fallas encontradas como son hundimientos, piel de cocodrilo, baches, grietas , desprendimiento de asfalto.

Respecto al segundo objetivo el cual es: Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C.P Samán – Sullana – Piura, 2018.

(RENGIFO, 2014) logro determinar mediante el estudio de mecánica de suelos que la subrasante o terreno de fundación era una arcilla de baja plasticidad CL según SUCS o A-6(9) según AASHTO, con un índice de plasticidad de 12, un porcentaje pasante de la malla 200 de casi 84% y un valor de CBR de 7% lo que indica una subrasante mala según el manual

de carreteras. Mientras que en el estudio de mecánica de suelos de la presente investigación se obtuvo según SUCS clasifica a la subrasante o suelo de fundación SC – SM (Arena Arcillosa y Arena Limosa) y según AASHTO A-4(1), De los límites de Atterbeng se determinó un límite líquido de 27%, un límite plástico 18% y un índice de plasticidad de 9%. Con una densidad máxima seca de 2.02 gr/cm³, con un porcentaje de humedad óptima de 12.1% y un CBR de 11.9%, lo que indica un suelo con una subrasante buena, según el “Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – R.D. N° 10-2014-MTC/14.

Respecto al tercer objetivo el cual es: Determinar las cargas de transitabilidad vehicular para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C.P Samán – Sullana – Piura, 2018.

(VALDIVIESO GRADOS, 2015) logro determinar para su investigación un ESAL de 6.96 + 10⁷ EE para el diseño del pavimento rígido, lo cual nos indica un tránsito con valores muy altos para dicha vía en estudio, lo que conlleva a mayores espesores del pavimento. Mientras que en la presente investigación se determinó un ESAL de 2.5E+06 para un periodo de diseño de 20 años, donde la Norma EG-2013 clasifica según sus repeticiones acumuladas de ejes equivalentes como una vía de tráfico pesado tipo TP6.

Respecto al cuarto objetivo el cual es: Determinar la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C.P Samán – Sullana – Piura, 2018.

(LLANOVARCED CORONEL, 2014) logro determinar la resistencia del concreto a través de la dosificación de su mezcla de concreto donde obtuvo entre el 7 al 15% del volumen total del concreto en cemento, el 15% de agua y el 64% en agregados obteniendo así una masa homogénea que cumpla con la resistencia para la cual será utilizada. Mientras que en presente trabajo de investigación también se ha tenido presente realizar un diseño de mezcla de concreto hidráulico con F’c =280 Kg/cm² donde se obtuvo un 4% de cemento, 19% en agregados y un 77% de agua del volumen total del concreto y con esto podemos decir que obtendremos la resistencia adecuada.

Respecto al quinto objetivo el cual es: Determinar la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C.P Samán – Sullana – Piura, 2018.

(RUZ ORTIZ, 2006) logro dar a conocer la técnica Whitetopping como solución viable para la rehabilitación de pavimentos asfálticos que se encontraban en deterioro, y para determinar el espesor de dicha técnica aplico AASHTO 93 donde tuvo como resultado una capa de 10 cm equivalente a 4 pulgadas que al clasificarlo dentro de los tipos de Whitetopping le dio como sugerencia utilizar una capa de refuerzo ultradelgada dándole un mantenimiento preventivo a su superficie existente. Mientras que en el presente trabajo de investigación también hemos aplicado AASHTO 93 para determinar el espesor de la capa de refuerzo el cual nos arrojó 7 pulgadas que al clasificarlo nos dio un refuerzo delgado y para ello a nuestro pavimento existente debe tener como intervención una rehabilitación menor.

V. CONCLUSIONES.

1. De acuerdo con la evaluación del pavimento existente a través del método: Medida de la deflexión de un pavimento flexible empleando la viga de Benkelman, obtuvimos que los valores de su deflexión característica son inferiores al admisible, donde mayor presencia de deflexiones se tuvo entre las progresivas Km 0+350 al 0+825 donde se encontró fallas superficiales como hundimientos, piel de cocodrilo, baches, grietas, desprendimiento de asfalto que a través de la clasificación según el “Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – R.D.N° 10-2014-MTC/14 clasifica a dichas fallas en superficiales donde se recomienda corregirlas a través de la intervención de la renovación superficial o rehabilitación menor.
2. De acuerdo con el estudio de mecánica de suelos se identificó las propiedades físicas y mecánicas del suelo obteniendo una subrasante según SUCS **SC-SM** (Arcillas Arcillosa y Arena Limosa). Y según AASHTO A-4 (1). Con un contenido de humedad natural de 10.1% y un CBR promedio de 11.9% de las cinco calicatas que se realizaron en situ, teniendo así una subrasante buena la cual es sustentada también a través de la metodología de AASHTO 93 obteniendo un módulo de resiliente de 12 466.40 ayudándonos así a encontrar el espesor adecuado para aplicar nuestra técnica. También se concluyó que en nuestra segunda muestra de la calicata 4 se tuvo un déficit en el suelo ya que se obtuvo un CBR de 5% debido a que se tenía un suelo arcilloso, para ello debemos estabilizar esa parte del terreno para que llegue a óptimas condiciones mediante cal.
3. De acuerdo al estudio de tráfico se realizó dos estaciones de conteo vehicular una para cada dirección, las cuales estaban ubicadas en la progresiva 0+000 km del C.P.Mallares y la otra en 1+000km C.P.Saman respectivamente donde se obtuvo un ESAL o número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de **2'492,375.27 EE o 2.5×10^6 EE**, para un periodo de diseño de 20 años a más.

4. De acuerdo al diseño de mezcla de concreto de $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ se obtuvo que para llegar a su dosificación se tuvo que emplear un 4% de cemento, 19% en agregados y un 77% de agua del volumen total del concreto para que luego de ello poder realizar los ensayos de rotura de probetas y así encontrar la máxima resistencia la cual es 287 Kg/cm^2 (Resistencia del Testigo).

5. Según los monogramas y la ecuación fundamental del diseño de pavimentos rígidos establecida por la metodología AASHTO 93 se determinó un espesor de losa de concreto de 7 pulgadas con una resistencia a la compresión $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y pasadores de 1 pulgadas de acero liso con una longitud de 0.50 m espaciadas a 0.30 m. Además que dicho paquete estructural también consta con una base de 6" que equivale a 15.24 cm.

VI. RECOMENDACIONES.

- 1 Al momento del diseño de mezcla debemos tener en cuenta la relación agua/ cemento, debido a que muchas veces el aumento del agua hace que utilicemos más bolsas de cemento, por lo que no resulta económico para un proyecto, sin embargo, sin dejar que nuestra mezcla carezca de resistencia alguna.
- 2 El estudio de tráfico es un factor importante en el diseño del espesor del pavimento, pues con la presencia de una nueva capeta de rodadura, aumenta la Transitabilidad vehicular, ejerciendo nuevas cargas sobre el pavimento; lo cual el índice medio anual crecerá, por ello se recomienda realizar un análisis minucioso, del tipo de cargas a transitar y el volumen representado; para un nuevo periodo de diseño entre el centro poblado Mallaes y el centro poblado Samán.
- 3 Se debe tener en cuenta que la técnica Whitetopping se aplica en capas de rodadura existentes con un espesor mínimo de 5 cm, además, la técnica del Whitetopping requiere para que sea viable su utilización, que los daños de la estructura existente sean superficiales, por cuanto ésta servirá de soporte.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. 1993. *AASHTO - Guide for Design of Pavement Structures*. Washington : Washington, DC, 1993. Vol. II. ISBN: 1-56051-055-2.

AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. 2014. *Guide to Concrete Overlays: Sustainable solutions for Resurfacing and rehabilitating existing pavements*. Tercera. Washington : s.n., 2014.

BALAREZO ZAPATA, JAVIER. 2017. *Evaluación Estructural usando Viga Benkelman aplicada a un pavimento*. Piura : Universidad de Piura, 2017.

CONZA CCOPA, DANTE GREGORY. 2016. *Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca*. Juliaca : s.n., 2016.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, ROBERTO. 2014. *Metodología de la Investigación*. México : McGRAW-HILL, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

LLANOVARCED CORONEL, MIGUEL. 2014. *Utilización del método Whitetopping Ultra delgado para rehabilitación de pavimentos asfálticos tramo La Paz - Cotapata*. La Paz : s.n., 2014.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES (MTC). 2014. *"Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" - Sección Suelos y Pavimentos*. Perú : s.n., 2014.

—. **2016.** *Reglamento Nacional de Vehículos*. Perú : s.n., 2016.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO . 2010. *Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma CE. 010 "Pavimentos Urbanos"*. Lima : s.n., 2010.

MORALES OLIVARES, JAVIER PAÚL. 2005. *Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo*. Piura : s.n., 2005.

ORELL PINO, EDUARDO ENRIQUE. 2009. *Rehabilitación de pavimentos asfálticos con capas delgadas de hormigón "Whitetopping"*. Valdivia : s.n., 2009.

RENGIFO, KIMIKO. 2014. *Diseño de los Pavimentos de la Nueva Carretera Panamericana Norte en el tramo de Huacho a Pativilca (Km 188 a 189).* Lima: Pontificia Universal Católica del Perú : s.n., 2014. pág. 88 pp.

RODRÍGUEZ VELÁSQUEZ, EDGAR DANIEL. 2009. *Cálculo del Índice de Condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, Distrito de Castilla.* Piura : s.n., 2009.

RUZ ORTIZ, JAVIER EDUARDO. 2006. *Aplicación en Chile de pavimentos delgados de hormigón.* Santiago de Chile : s.n., 2006.

VALDIVIESO GRADOS, RAÚL W. 2015. *Mejoramiento de la Avenida José Gabriel Condorcanqui del Distrito de La Esperanza - Trujillo - La Libertad.* La Libertad : s.n., 2015.

VÁSQUEZ VARELA, LUIS RICARDO. 2002. *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras .* Manizales - Colombia : s.n., 2002.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

Tabla 30. *Matriz de Consistencia.*

TÍTULO	PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	METEDOLOGÍA	VARIABLES/ DIMENSIONES	POBLACIÓN Y MUESTRA
Aplicación de la técnica Whitetopping en la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana– Piura, 2018.	<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿De qué manera la aplicación de la técnica Whitetopping mejora las condiciones de transitabilidad vehicular del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018?</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La aplicación de la técnica Whitetopping mejora las condiciones de transitabilidad vehicular del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Aplicar la técnica Whitetopping en la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C. P Samán – Sullana– Piura, 2018.</p>	<p>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</p> <p>Esta investigación tuvo un diseño pre experimental.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Esta investigación fue de tipo aplicada en campo y laboratorio.</p>	<p>V.INEPENDIENTE</p> <p>Evaluación del Pavimento Flexible.</p> <p>Dimensiones</p> <p>Estado del pavimento existente.</p> <p>Propiedades Físicas.</p> <p>Propiedades Mecánicas.</p>	<p>POBLACIÓN</p> <p>El tramo entre el C.P Mallares y C .P Samán en Sullana</p>
	<p>PROBLEMA ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuál es el estado del pavimento existente para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura,2018.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <p>Es posible determinar el estado del pavimento existente para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar el estado del pavimento existente para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.</p>	<p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</p> <p>La presente investigación tuvo un nivel explicativo.</p>	<p>V.DEPENDIENTE</p> <p>Whitetopping.</p> <p>Dimensiones</p> <p>Estudio de Tráfico.</p> <p>Resistencia del Concreto.</p>	<p>MUESTRA</p> <p>Fue en el tramo ubicado entre la progresiva 0+000 Km – 1+000 Km del centro poblado de Mallares – centro poblado de Samán de la</p>

			ENFOQUE	Espesor recubrimiento.	del provincia de Sullana, departamento Piura.
¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018?	Se podría determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo para la evaluación del pavimento flexible en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo.		
¿Cuáles son las cargas de transitabilidad vehicular para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018?	Es posible determinar las cargas de transitabilidad vehicular para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Determinar las cargas de transitabilidad vehicular para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.			

¿Cuál es la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018?	Se podría determinar la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Determinar la resistencia del concreto para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.
---	---	---

¿Cuál es el espesor del recubrimiento para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018?	Es posible determinar el espesor del recubrimiento para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.	Determinar el espesor del recubrimiento para la aplicación de la técnica Whitetopping en el C.P Mallares – C .P Samán – Sullana – Piura, 2018.
--	---	--

Fuente: *Elaboración propia, 2018.*

ANEXO 02: INSTRUMENTOS Y MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.

ANEXO 2.1. Estado del Pavimento Existente.

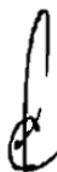
Informe 01. *Evaluación estructural por Deflectometria.*



**CONSTRUCTORA
C & CJM S.A.C**

“APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES – C.P SAMAN – SULLANA – PIURA, 2018”

EVALUACION DE DEFLECTOMETRIA



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077





INDICE

- 1.- MEMORIA DESRIPTIVA
 - 1.1 GENERALIDADES
 - 1.2 OBJETIVOS
- 2.- METODOLOGÍA
 - 2.1 PERSONAL Y EQUIPOS EMPLEADOS
 - 2.2 TRABAJOS DE CAMPO
3. PARÁMETROS ESTRUCTURALES DE DEFLECTOMETRÍA
 - 3.1- CORRECCIÓN POR TEMPERATURA
 - 3.2- CORRECCIÓN POR CARGA
 - 3.3- RADIO DE CURVATURA
4. DETERMINACIÓN DE SECTORES HOMOGÉNEOS Y CÁLCULO DE PARÁMETROS PROMEDIO POR SECTOR
5. VALOR CARACTERÍSTICO DE LAS DEFLEXIONES
- 6.- VALOR DE LA DEFLEXION ADMISIBLE
- 7.- ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA)
8. EVALUACIÓN ESTRUCTURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO
9. ANALISIS COMBINADO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



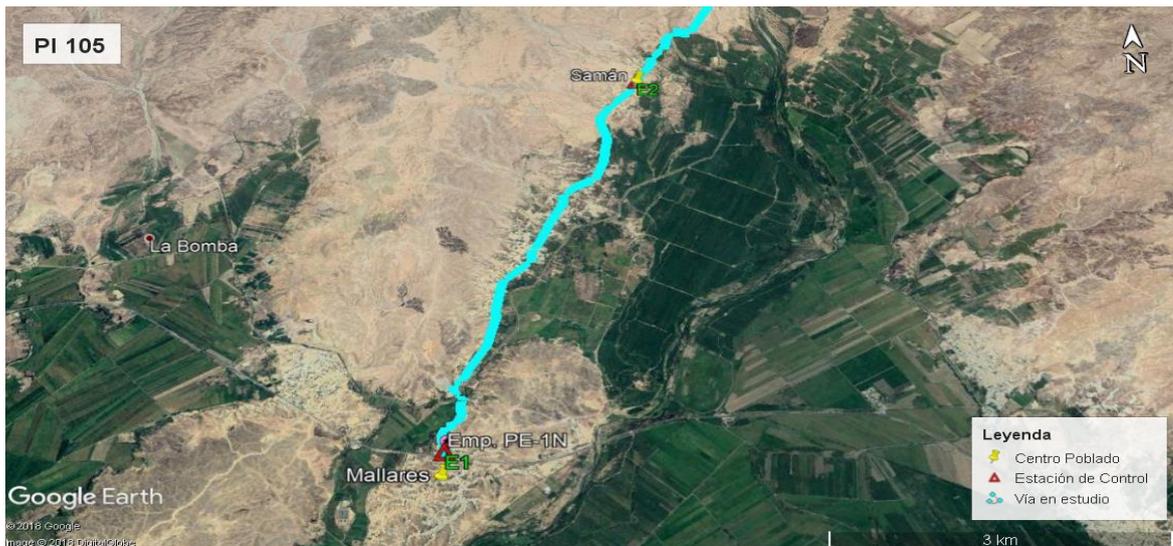
1. MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1. GENERALIDADES

El proyecto: “APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES – C.P SAMAN – SULLANA – PIURA, 2018”, es una vía de gran importancia para el desarrollo de actividades económicas – sociales.

La situación actual en que se encuentra esta vía es regular, donde el estado superficial del pavimento existente se encuentra con presencia de daños en la capa asfáltica de rodadura. El presente estudio de evaluación de deflectometría comprende el tramo de Mallares-Samán de una longitud 1+000 km, perteneciente a los Distritos de Marcavelica - Provincias de Sullana - Departamento de Piura.

Imagen N °1 - Mapa Ubicación: Tramo (Mallares – Samán)



Fuente: Google Earth.

1.2. OBJETIVOS

Realizar la Evaluación de deflectometría del pavimento del Sub Tramo “**Mallares-Samán**” del proyecto: “Aplicación de la técnica Whitetopping en la Evaluación del Pavimento Flexible en el C.P Mallares – C.P Samán – Sullana – Piura, 2018”, mediante la medición de Deflexiones con el equipo


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



“Viga Benkelman”, Recolectando de datos en campo, para el posterior procesamiento y presentación de resultados.

2. METODOLOGIA

La evaluación en el pavimento con equipo de Viga Benkelman, que determina la deflexión recuperable y la curva de recuperación elasto-retardada de un pavimento flexible, producida por una carga estática. A tal fin se utiliza un camión donde la carga, tamaño de las cubiertas, espaciado entre ruedas duales y presión de inflado están normalizadas.

Una regla Benkelman con su correspondiente flexímetro (al 0,01 mm y recorrido 12 mm) y

Un camión para ensayo con las siguientes características:

El eje trasero pesará en balanza 8,175 kg igualmente distribuidos en sus ruedas duales y estará equipado con cámaras neumáticas, y las cubiertas deberán ser 10,00" x 20"; 12 telas e infladas a 5,6 kg/cm (80 libras por pulgada cuadrada). La distancia entre los puntos medios de la banda de rodamiento de ambos neumáticos de cada rueda dual debe ser 32 cm.

La determinación de la Curva de Recuperación Elasto-Retardada, se pone en marcha el cronómetro exactamente en el instante en que comienza a avanzar el camión y se lee el flexímetro a intervalos de 5 s registrándose todas las lecturas hasta que dos lecturas separadas por un lapso de 60 s no difieran en más de 0,01 mm. Cuando se cumple esta condición, se da por finalizada la recuperación correspondiendo la última lectura de la Deflexión Recuperable.

La deflexión producto de la aplicación de una carga estática que produce deflexiones imperceptibles para el ojo humano, pero que son registradas por los relojes de dial medidor (flexímetro de 0.01m) debidamente colocados a una distancia especificadas.



Roberto Elias Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



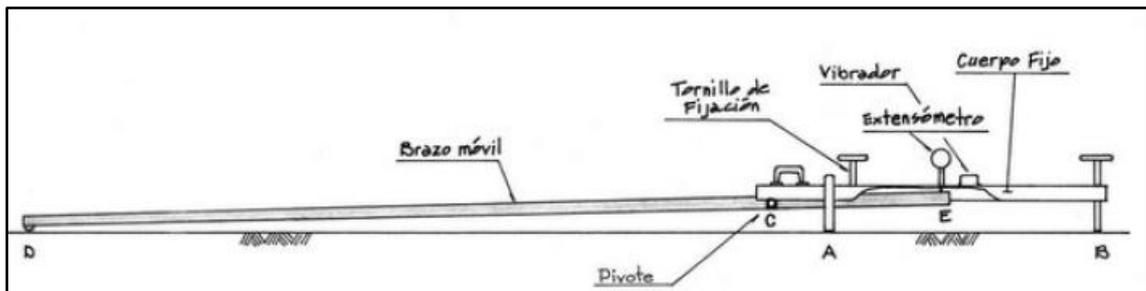
Figura N°01



Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077

Figura N°02: Equipo Viga Benkelman



Fuente: Autor

2.1. PERSONAL Y EQUIPOS EMPLEADOS.

La evaluación de la deflectometría estuvo conformada por un técnico especializado y 01 ayudante y 02 Vigías seguridad y el conductor con experiencia en manejar el Camión. El técnico es el encargado de todos los aspectos relacionados con las mediciones.



Figura N° 1 : Equipo Viga Benkelman en proceso de evaluación del pavimento



Fuente: Fotografías Propias.

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077

2.2. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de Campo se han realizado por el método No Destructivo mediante la determinación de las Deflexiones usando el equipo denominado Viga Benkelman: tal como se establece en el **“Manual de Carreteras: Sección Suelos y Pavimentos”, Capítulo XII-Pavimentos Flexibles, Ítem 12.4.6 Evaluación Estructural por Deflectometría”** que indica que las mediciones de la deflexión se efectuara según lo especificado en el Manual de Materiales del MTC –EM-2016 y según lo descrito en el ASSTHO T-256-01.

La evaluación se efectuó haciendo paradas para realizar mediciones cada 25 metros por calzada, el proceso de evaluación se inicia luego de la instalación de equipo; y el punto de pavimento a ser ensayado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal al camino. Dicho punto será localizado a una distancia prefijada del borde del pavimento, y la rueda dual externa deberá ser colocada sobre el punto seleccionado quedando éste ubicado entre ambas llantas. Se coloca la regla sobre el pavimento, detrás del camión perpendicularmente al eje de carga de modo que la punta de prueba coincida con el punto de ensayo y la regla no roce con las cubiertas de la rueda dual y el flexímetro se ajusta de modo tal que el vástago tenga un

recorrido libre comprendido entre 4 y 6 mm, establecida la lectura inicial en cero, se hace avanzar suave y lentamente el camión hasta una distancia de 4 m aproximadamente. Y se realiza la determinación de la Deflexión Recuperable, se lee el flexímetro cada 60 segundos, golpeándolo suavemente con un lápiz y cuando dos lecturas sucesivas no difieren en más de 0,01 mm se da por finalizada la recuperación del pavimento, registrándose la última lectura observada (L). Se apaga el vibrador y traba la regla, dando por finalizada la determinación de la Deflexión Recuperable.

Imagen N° 4: Medición de Deflexiones en los diferentes Sectores del tramo



Fuente: Fotografías Propias



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077




3. PARAMETROS ESTRUCTURALES DE DEFLECTOMETRIA

3.1. CORRECCION POR TEMPERATURA

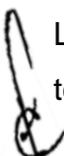
Los factores principales que influyen en las deflexiones son la temperatura, la condición estructural de las capas de pavimento, la magnitud de la carga aplicada sobre el pavimento, etc.

En el caso de la temperatura la corrección se hace multiplicando las mediciones efectuadas en campo por un factor denominado “**Factor de corrección por temperatura**”, se han hecho diferentes estudios con respecto a ese parámetro con diversos resultados pero que en común nos indican la tendencia de que a menor temperatura en campo se debe corregir con un factor mayor que 1.00 y por el contrario cuando en la medición en campo la temperatura es alta se debe de corregir por un factor con valor menor que 1.00.

El concepto de la corrección por temperatura se debe a que las mediciones se pueden realizar en un mismo lugar a diferentes temperaturas de pavimento, es decir en un mismo punto se pueden tener diferentes medidas de deflexión en función a la temperatura, a menor temperatura el pavimento se comportará más rígido por lo cual tendremos deflexiones menores, mientras que a mayor temperatura el comportamiento del pavimento será más blando; por así decirlo, por lo cual las deflexiones serán mayores.

La guía AASHTO contempla este comportamiento físico por lo cual realizo diversas pruebas y ensayos; dando como resultado ecuaciones y tablas de ajuste. Para el análisis que se realiza utilizaremos las fórmulas de **la Guía AASHTO (Guide for Design of Pavement Structures 1993)**.

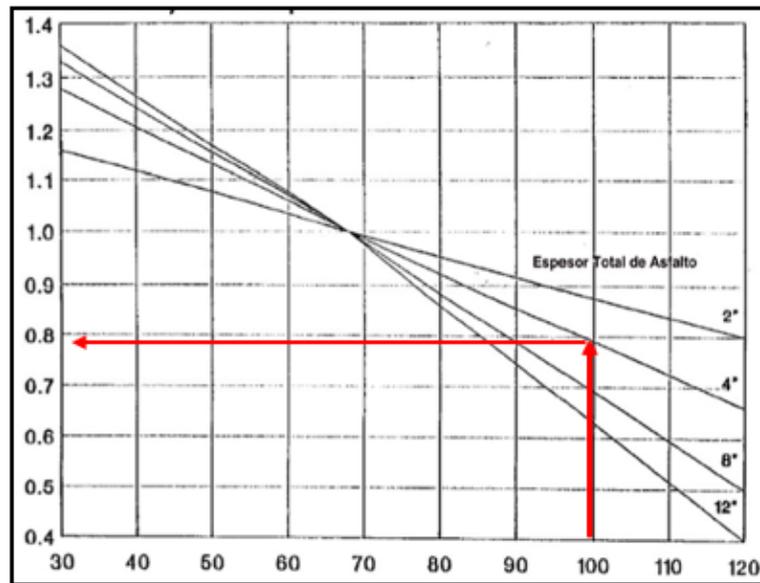
Las deflexiones en el centro de la placa de carga (d_0) se corrigen a una temperatura de 20°C (aprox. 68°F), la guía indica dos situaciones para esta


Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



corrección, una es cuando existe una base granular o base tratada con asfalto y la otra si tiene una base granular tratada con cemento y/o puzolana.

Figura N° 5: Gráfica para Corrección de Temperatura



Fuente: Manual AASHTO 93

En la Figura N° 5 se muestra el procedimiento para la corrección por temperatura, un ejemplo de la forma del uso de está, sería el siguiente; para una carpeta asfáltica de 4" de espesor, de la que se registró en campo a la hora de realizar la medición de la deflexión una temperatura de 98 °F (36.6 °C), el factor de corrección para d0 sería de 0.79, es decir la temperatura corregida para esta deflexión sería 77.40 ° F (25.2 °C).

3.2. CORRECCION POR CARGA

En cuanto a la corrección por carga, este término se entiende como un factor para llevar las mediciones (deflexiones) a uno estándar, se tiene la siguiente ecuación como factor de corrección recomendada por **Guía AASHTO (Guide for Design of Pavement Structures 1993)**:

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



$$\Delta_{ir} = \Delta_i * \left(\frac{P_r}{P} \right)$$

Donde:

Δ_{ir} = Deflexión corregida a la carga de referencia de 40 KN

Δ_i = Deflexión medida en el campo si la carga es mayor o menor a la especificada.

P_r = Carga de referencia. (40 KN)

P = Carga actuante en el ensayo.

3.3. RADIO DE CURVATURA

El radio de curvatura de la línea elástica de Deflexión es una característica de fundamental importancia, que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas; el mismo tiene en cuenta las unidades y la distancia entre el punto central y el segundo punto de medida (0.25 m).

$$R_c = \frac{3125}{(D_0 - D_{25})}$$

Donde:

R_c : Radio de curvatura, en metros, sin decimales.

D_0 : Deflexión en el centro de impacto, en 1/100 mm y sin decimales.

D_{25} : Deflexión a 0,20 m aproximadamente, en 1/100 mm y sin decimales.


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

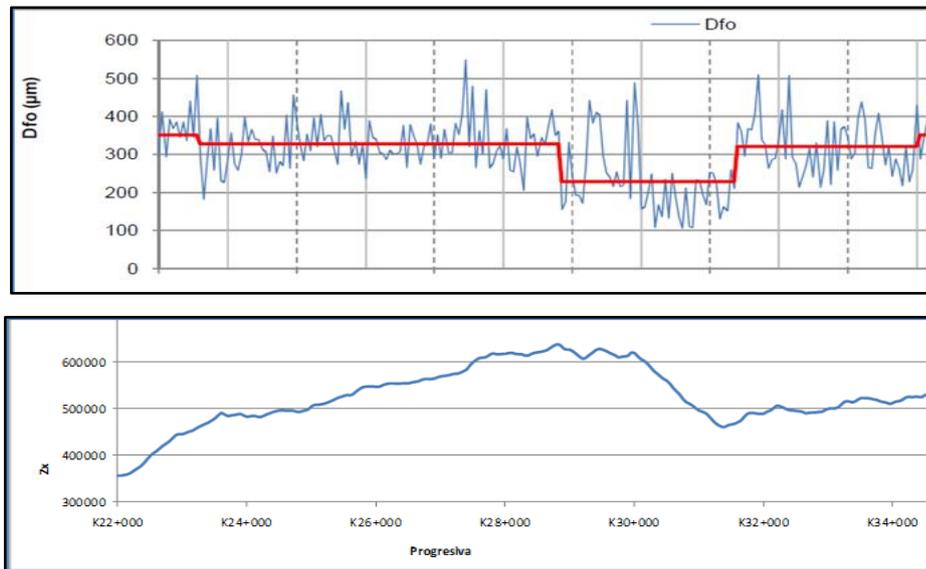
4. DETERMINACION DE SECTORES HOMOGENEOS Y CALCULO DE PARAMETROS PROMEDIO POR SECTOR.

El método de Diferencias Finitas Acumuladas presentado en la **Guía AASHTO (Guide for Design of Pavement Structures 1993)** permite delimitar unidades homogéneas de un tramo vial, a partir de la superposición de variables medidas en campo, tales como tipo de pavimento, IRI, deflexión central, número estructural, Ahuellamiento, índice de fallas, suelo de fundación, entre otros.



La Tramificación del corredor se realizó mediante el procedimiento de diferencias finitas acumuladas, cuyo principio básico parte del hecho matemático que cuando la variable Z_x (Diferencia entre el área bajo la curva de respuesta a cualquier distancia y el área total desarrollada por la respuesta promedio de todo el proyecto hasta la misma distancia), se grafica como función de la distancia a lo largo del proyecto, los límites de los tramos homogéneos ocurren en los puntos donde cambia la pendiente de la línea que representa la variación de Z_x con la longitud.

Figura N° 6: Ejemplo de Sectorización



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico de Z_x correspondiente a la variable Dfo . Las líneas azules representan el límite de los sectores homogéneos. Con base en la superposición de las variables se determinó la sectorización respectiva y se realizó un procesamiento estadístico de la información, obteniéndose los valores promedio de los resultados para cada uno de los sectores homogéneos determinados. El resumen de estos sectores y valores se mostrarán en cada tramo.

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077





En los anexos se detallan los resultados de las deflexiones, y la sectorización de los mismos.

5. VALOR CARACTERISTICO DE LAS DEFLEXIONES.

Para cada sección homogénea se estima un valor representativo de las deflexiones, llamada deflexión característica que bajo la premisa de que la variación normal de las deflexiones toma como valor D_c , que se define de la siguiente manera.

$$D_c = X + Z \times S$$

Donde:

D_c = Deflexión característica (micrones)

X = promedio de la deflexión característica (micrones)

Z = Variable en función a la importancia de la carretera.

S = Desviación Estándar (micrones).

Nota: Se está considerado como fórmula el valor Característico descrito en el **“Manual de Carreteras” Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos - R.D. N° 10-2014-MTC/14, Ítem 12.4.6. Evaluación Estructural por Deflexiones**

$$D_c = X + 1.645 * S$$

Donde:

D_c = Deflexión característica

X = promedio de la deflexión característica

$Z = 1.645$ (según manual de Carreteras: Suelos y Pavimentos, R.D. N°10-2014-MTC/14)

S = Desviación Estándar

6. VALOR DE LA DEFLEXION ADMISIBLE

La estructura típica del pavimento en nuestro medio está formada por carpeta asfáltica y capas de material seleccionado colocadas sobre subrasante compactadas y subrasante natural, el objetivo es distribuir las cargas provenientes del tránsito, de manera que las presiones verticales a nivel de fundación sean menores a las admisibles por la estructura del pavimento.

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



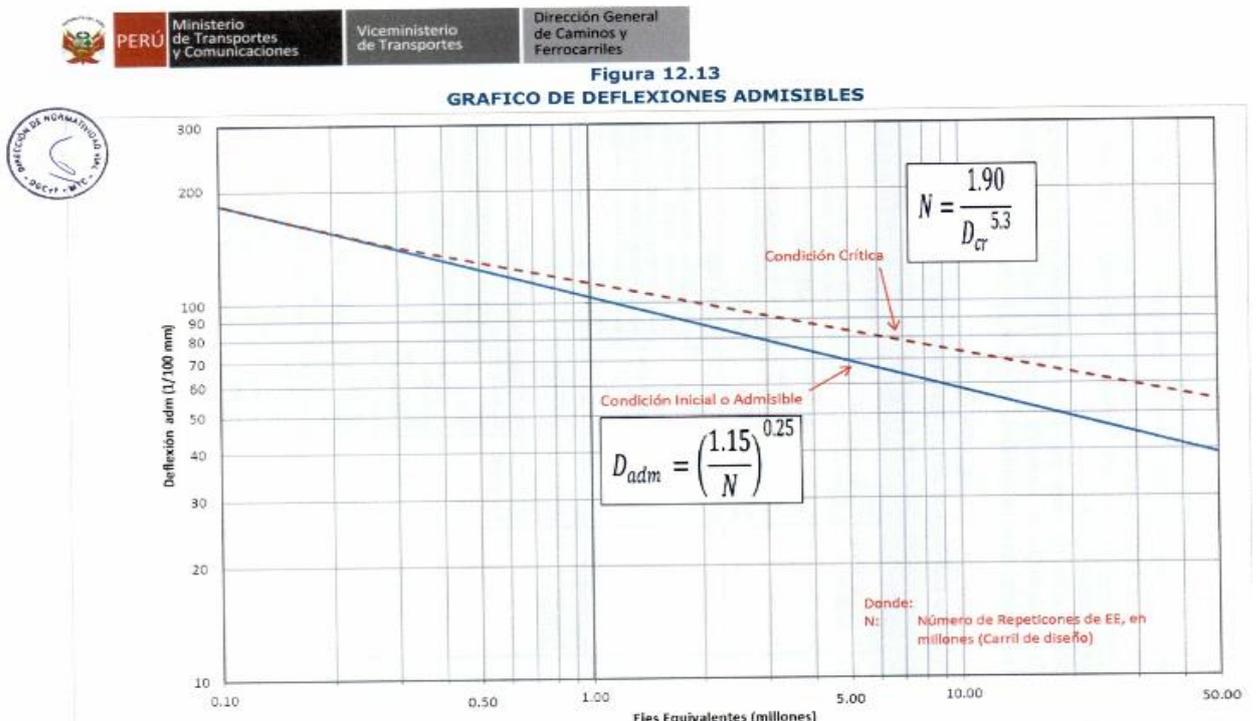
La deflexión es un patrón utilizado para verificar la capacidad estructural de un pavimento. La deflexión admisible, la fórmula más usada es la de **CONRREVIAL**:

$$D_{\text{Admisible}} = (1.15/N)^{0.25}$$

Como:

$D_{\text{Admisible}} = \text{Deflexión Admisibles del Pavimento}$

$N = \text{Numero de Ejes equivalentes}$



7. ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL(IMDA)

7.1. Resultados en tramo: Mallares – Samán

El Índice Medio Diario Anual en la zona de estudio es de 1410 vehículos. En el Cuadro N°01 “Tasas de Crecimiento Promedio Anual”, se han determinado las tasas de crecimiento en base a la información oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI.

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



CUADRO N° 01:
TASAS DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL

PERIODO	Ligeros (%)	Pesados (%)
2018 -2038	3.76%	96.24%

Fuente: Elaboración Propia

7.2. Calculo del Trafico de Diseño

Con datos proporcionados en el Estudio de Trafico se determinó el número acumulado de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 toneladas en el periodo 2018-2038, el cual se obtiene por las fórmulas.

$$Nrep\ de\ EE_{8.2m} = \sum [EE_{dia-carril} \times Fca \times 365]$$

$$EE_{dia-carril} = IMDp_i \times Fd \times Fc \times Fvp_i \times Fp_i$$

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

En el Cuadro N°02 “Numero de Ejes Equivalentes”, se muestra el trafico obtenido de la aplicación de la fórmula del N.rep. de EE 8.2Tn para el periodo de diseño de 20 años

Roberto Elias Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077

CUADRO N° 02:
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES

TIPOS DE VEHICULOS	IMD - Proyectado	Fd	Fc	Fvp (Total Unitario)	Fp	EE dia-carril	COMPROBACION
Camión 2E (C2)	18.97	0.50	1.00	4.50	1.22	52.11	653,240.18
Camión 3E (C3)	14.23	0.50	1.00	3.28	1.22	28.51	362,783.04
Semi Traylor 2S1/2S2 (T2S1/T2S2)	15.41	0.50	1.00	6.52	1.22	61.33	780,490.72
Semi Traylor 2S3 (T2S3)	14.23	0.50	1.00	6.21	1.22	53.89	685,861.33
					TOTAL	195.83	2,492,375.27

Fuente: Elaboración Propia



CUADRO N° 03:

NUMERO DE EJES EQUIVALENTES DE CARGA

Tramo	Trafico Total (ESAL 20 AÑOS)
Mallares – Samán	2 492,375

Fuente: Elaboración Propia

$$D_{\text{Admisible}} = (1.15/N)^{0.25}$$

Como:

 $D_{\text{Admisible}} = \text{Deflexión Admisibles del Pavimento CONRREVIAL:}$
 $N = \text{Numero de Ejes equivalentes}$

$$D_{\text{Admisible}} = (1.15/0.25)^{0.25}$$

$$D_{\text{Admisible}} = 146 (1/100\text{mm}) = 1460 \mu\text{m}$$

8. EVALUACION ESTRUCTURAL DE LA ZONA DE ESTUDIO.

La evaluación se da en el tramo Mallares - Samán, cuyo punto de inicio corresponde desde el Km 00+000 hasta el Km 01+000, donde se obtiene con el procesamiento de los datos recolectados en campo y la información proporcionada por el consultor, los equipos y metodología usadas para el análisis se describen en los párrafos anteriores del ítem 2.0.

Para el análisis de los parámetros se describen en el ítem 3.2 de los cuales se obtuvieron los datos de las deflexiones corregidas a una temperatura corregida de 20°C.


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Tabla N°01. Valor de la Deflexión Admisible, desde el "Km 00+000 – Km 01+000- Carril derecho

CARRIL DERECHO								
SECTOR	PROGR. INICIAL (Km)	PROGR. FINAL (Km)	Deflexión (D0) PROMEDIO (um)	Desviación Estandar	VALOR DEFLEXIÓN CARACTERISTICO (95% de Confiabilidad) $X+1.645*S$		Deflexión Admisible (1/100mm) D adm = $(1.15/N)^{0.25}$	Comparación (D _{Caract} < D _{adm})
					(um)	(1/100 mm)		
1	0+000	0+200	34.5	9.78	50.6	5.06	146	CUMPLE
2	0+200	0+400	55.4	7.41	67.6	6.76	146	CUMPLE
3	0+400	0+600	52.0	12.09	71.9	7.19	146	CUMPLE
4	0+600	0+800	43.0	11.66	62.2	6.22	146	CUMPLE
5	0+800	1+000	29.5	11.51	48.4	4.84	146	CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla N° 01, se aprecian los parámetros estadísticos como resultado de la sectorización por diferencias acumuladas (sectores Homogéneos), en las que se puede visualizar, para el cálculo del valor característico, presenta que los valores de la deflexión características versus la deflexión admisible presenta siempre esta condición ($D_{Característica} < D_{Admisible}$), por tanto, el tramo cumple. Además, se observa que nuestra zona de estudio ha sido dividida, tomado una distancia cada 200 metros.

Tabla N°02. Valor de la Deflexión Admisible, desde el "Km 00+000 – Km 01+000- Carril izquierdo

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077

CARRIL IZQUIERDO								
SECTOR	PROGR. INICIAL (Km)	PROGR. FINAL (Km)	Deflexión (D0) PROMEDIO (um)	Desviación Estandar	VALOR DEFLEXIÓN CARACTERISTICO (95% de Confiabilidad) $X+1.645*S$		Deflexión Admisible (1/100mm) D adm = $(1.15/N)^{0.25}$	Comparación (D _{Caract} < D _{adm})
					(um)	(1/100 mm)		
1	0+000	0+200	32.5	13.25	54.3	5.43	146	CUMPLE
2	0+200	0+400	50.5	13.08	72.0	7.20	146	CUMPLE
3	0+400	0+600	50.2	14.00	73.3	7.33	146	CUMPLE
4	0+600	0+800	43.0	16.17	69.6	6.96	146	CUMPLE
5	0+800	1+000	29.5	22.63	66.7	6.67	146	CUMPLE

En la Tabla N° 02, se aprecian los parámetros estadísticos como resultado de la sectorización por diferencias acumuladas (sectores Homogéneos), en las que se puede visualizar, para el cálculo del valor característico, presenta que los valores de la deflexión características versus la deflexión admisible presenta siempre esta condición ($D_{Característica} < D_{Admisible}$), por tanto, el tramo cumple. Además, se



observa que nuestra zona de estudio ha sido dividida, tomado una distancia cada 200 metros.

9. ANALISIS COMBINADO DE LOS RESULTADOS DE LA EVALUACION.

Se ha realizado el análisis de acuerdo al **cuadro 12.23** descrito en el “Manual de Carreteras “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – R.D.N° 10-2014-MTC/14, obteniéndose valores Deflexión características, Inferior al Admisible, no hay fallas de origen estructural, pero si se encuentran fallas superficiales de la carpeta asfáltica, por lo que se recomienda corregir las fallas de Origen Superficiales, a través del trabajo de renovación superficial o rehabilitación menor, debido a que en nuestra zona de estudio existe sectores críticos puntales como el Km 0+350 al 0+825 donde encontramos fallas superficiales como hundimientos, piel de cocodrilo, baches, grietas , desprendimiento de asfalto.

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



Ensayo a través de la Viga Benkelman.

 CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Telf: 073-501000 Cel: 973-199772 Movistar - Cel: 986279811 Claro Dirección: Calle Arequipa # 303 Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com onsultgeopav@gmail.com														
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN MTC E 1002 - ASTM D 4695														
OBRA : APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES - C.P SAMAN - SULLANA - PIURA , 2018 TRAMO : Km. 00+000 Km. 01+000 CARRIL : Derecho FECHA : 13/10/2018 CERTIFICADO : ASF_V_00.000 - 01.000														
CARGA EJE : 4100 KG PRESIÓN : 80 PSI FACTOR DE CONVERSIÓN : Indicado FACTOR ESTACIONAL : 1 DEFLEXIÓN ADMISIBLE :														
REGISTRO DE CAMPO A NIVEL DE ASFALTO EXISTENTE														
Fecha	Progresiva (km)	LECTURAS DEL PRIMER DIAL						FACTOR DE CONVER. DE VIGA	TEMPERATURAS		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN			OBS.
		L-0 cm	L-25 cm	L-50 cm	L-75 cm	L-100 cm	L- 100 cm +		Amb °C	C.A °C	D0 (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	
		(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)							
13/10/18	0+000	0,0	1,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0	28,0	30	12	8	781	
13/10/18	0+025	0,0	3,0	5,0	7,0	8,0	9,0	4,0	28,0	30	36	24	260	
13/10/18	0+050	0,0	2,0	5,0	7,0	8,0	9,0	4,0	28,0	30	36	28	391	
13/10/18	0+075	0,0	2,0	4,0	6,0	7,0	10,0	4,0	28,0	30	40	32	391	
13/10/18	0+100													Baden
13/10/18	0+125	0,0	3,0	4,0	6,0	9,0	10,0	4,0	28,0	30	40	28	260	
13/10/18	0+150	0,0	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+175	0,0	4,0	5,0	7,0	8,0	11,0	4,0	28,0	30	44	28	195	
13/10/18	0+200	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	9,0	4,0	28,0	30	36	32	781	
13/10/18	0+225	0,0	3,0	6,0	10,0	13,0	14,0	4,0	28,0	30	56	44	260	
13/10/18	0+250	0,0	5,0	9,0	12,0	15,0	17,0	4,0	28,0	30	68	48	156	
13/10/18	0+275	0,0	4,0	6,0	7,0	9,0	11,0	4,0	28,0	30	44	28	195	
13/10/18	0+300	0,0	5,0	7,0	8,0	10,0	12,0	4,0	28,0	30	48	28	156	
13/10/18	0+325	0,0	4,0	7,0	10,0	13,0	15,0	4,0	28,0	30	60	44	195	
13/10/18	0+350	0,0	5,0	8,0	11,0	15,0	18,0	4,0	28,0	30	72	52	156	Hundimientos
13/10/18	0+375	0,0	3,0	5,0	7,0	8,0	10,0	4,0	28,0	30	40	28	260	
13/10/18	0+400	0,0	5,0	7,0	8,0	10,0	12,0	4,0	28,0	30	48	28	156	
13/10/18	0+425	0,0	5,0	8,0	10,0	13,0	17,0	4,0	28,0	30	68	48	156	
13/10/18	0+450	0,0	5,0	8,0	11,0	15,0	20,0	4,0	28,0	30	80	60	156	
13/10/18	0+475	0,0	6,0	7,0	10,0	12,0	14,0	4,0	28,0	30	56	32	130	
13/10/18	0+500	0,0	5,0	7,0	8,0	9,0	12,0	4,0	28,0	30	48	28	156	
13/10/18	0+525	0,0	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	4,0	28,0	30	64	48	195	

Figura 24. Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento empleando la viga de Benkelman – Carril

Derecho – 0+000 km – 0+525 km.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

 CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Tef: 073-501000 Cel: 979-199772 Movistar - Cel: 986279811 Claro Direccion : Calle Arequipa # 305 Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com onstultgeopav@gmail.com														
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN MTC E 1002 - ASTM D 4695														
OBRA : APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES - C.P SAMAN - SULLANA - PIURA , 2018 TRAMO : Km. 00+000 Km. 01+000 CARRIL : Derecho FECHA : 13/10/2018 CERTIFICADO : ASF.V_ 00.000 - 01.000														
REGISTRO DE CAMPO A NIVEL DE ASFALTO EXISTENTE														
Fecha	Progresiva (km)	LECTURAS DEL PRIMER DIAL						FACTOR DE CONVER. DE VIGA	TEMPERATURAS		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN			OBS.
		L-0 cm	L-25 cm	L-50 cm	L-75 cm	L-100 cm	L- 100 cm +		Amb	C.A	D0	D25	Rc	
		(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		°C	°C	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(m)	
13/10/18	0+550	0,0	6,0	8,0	10,0	16,0	20,0	4,0	28,0	30	80	56	130	Hundimiento, Fallas
13/10/18	0+575	0,0	3,0	4,0	6,0	8,0	11,0	4,0	28,0	30	44	32	260	
13/10/18	0+600	0,0	2,0	3,0	5,0	6,0	7,0	4,0	28,0	30	28	20	391	
13/10/18	0+625	0,0	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	4,0	28,0	30	60	48	260	
13/10/18	0+650	0,0	5,0	8,0	11,0	14,0	17,0	4,0	28,0	30	68	48	156	
13/10/18	0+675	0,0	4,0	6,0	8,0	9,0	10,0	4,0	28,0	30	40	24	195	
13/10/18	0+700	0,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	4,0	28,0	30	28	16	260	
13/10/18	0+725	0,0	2,0	5,0	7,0	8,0	10,0	4,0	28,0	30	40	32	391	
13/10/18	0+750	0,0	3,0	6,0	8,0	10,0	13,0	4,0	28,0	30	52	40	260	
13/10/18	0+775	0,0	3,0	4,0	6,0	7,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+800	0,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0	28,0	30	24	16	391	
13/10/18	0+825	0,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0	28,0	30	24	16	391	
13/10/18	0+850	0,0	1,0	2,0	3,0	5,0	7,0	4,0	28,0	30	28	24	781	
13/10/18	0+875	0,0	2,0	3,0	4,0	6,0	7,0	4,0	28,0	30	28	20	391	
13/10/18	0+900	0,0	1,0	2,0	4,0	6,0	7,0	4,0	28,0	30	28	24	781	
13/10/18	0+925	0,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0	28,0	30	24	16	391	
13/10/18	0+950	0,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	4,0	28,0	30	28	16	260	
13/10/18	0+975	0,0	2,0	4,0	6,0	7,0	9,0	4,0	28,0	30	36	28	391	
13/10/18	1+000	0,0	3,0	5,0	7,0	8,0	10,0	4,0	28,0	30	40	28	260	

Roberto Elias Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Figura 25. Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento empleando la viga de Benkelman – Carril Derecho – 0+550 km – 1+000 km.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

 CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Tef: 073-501000 Cel: 979-199772 Movistar - Cel: 986279811 Claro Direccion : Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com onsultgeopav@gmail.com														
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN MTC E 1002 - ASTM D 4695														
OBRA : APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES - C.P SAMAN - SULLANA - PIURA , 2018										CARGA EJE : 4100 KG PRESIÓN : 80 PSI FACTOR DE CONVERSIÓN : Indicado FACTOR ESTACIONAL : 1 DEFLEXIÓN ADMISIBLE :				
TRAMO : Km. 00+000 Km. 01+000 CARRIL : Izquierdo FECHA : 13/10/2018 CERTIFICADO : ASF.V_00.000 - 01.000														
REGISTRO DE CAMPO A NIVEL DE ASFALTO EXISTENTE														
Fecha	Progresiva (km)	LECTURAS DEL PRIMER DIAL						FACTOR DE CONVER. DE VIGA	TEMPERATURAS		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN			OBS.
		L-0 cm	L-25 cm	L-50 cm	L-75 cm	L-100 cm	L-100 cm +		Amb	C.A	D0	D25	Rc	
		(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		°C	°C	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(m)	
13/10/18	0+000	0,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	4,0	28,0	30	24	16	391	
13/10/18	0+025	0,0	3,0	4,0	6,0	7,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+050	0,0	2,0	4,0	5,0	6,0	8,0	4,0	28,0	30	32	24	391	
13/10/18	0+075	0,0	2,0	3,0	5,0	7,0	9,0	4,0	28,0	30	36	28	391	
13/10/18	0+100													Baden
13/10/18	0+125	0,0	3,0	5,0	7,0	8,0	9,0	4,0	28,0	30	36	24	260	
13/10/18	0+150	0,0	3,0	4,0	6,0	7,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+175	0,0	2,0	5,0	6,0	8,0	9,0	4,0	28,0	30	36	28	391	
13/10/18	0+200	0,0	2,0	3,0	5,0	6,0	8,0	4,0	28,0	30	32	24	391	
13/10/18	0+225	0,0	3,0	5,0	8,0	10,0	12,0	4,0	28,0	30	48	36	260	
13/10/18	0+250	0,0	4,0	7,0	10,0	12,0	14,0	4,0	28,0	30	56	40	195	
13/10/18	0+275	0,0	3,0	5,0	7,0	8,0	10,0	4,0	28,0	30	40	28	260	
13/10/18	0+300	0,0	3,0	6,0	7,0	8,0	10,0	4,0	28,0	30	40	28	260	
13/10/18	0+325	0,0	4,0	6,0	9,0	12,0	16,0	4,0	28,0	30	64	48	195	
13/10/18	0+350	0,0	4,0	8,0	12,0	14,0	17,0	4,0	28,0	30	68	52	195	Hundimientos
13/10/18	0+375	0,0	3,0	5,0	8,0	9,0	11,0	4,0	28,0	30	44	32	260	
13/10/18	0+400	0,0	4,0	6,0	7,0	9,0	11,0	4,0	28,0	30	44	28	195	
13/10/18	0+425	0,0	5,0	7,0	9,0	14,0	18,0	4,0	28,0	30	72	52	156	
13/10/18	0+450	0,0	4,0	7,0	10,0	13,0	18,0	4,0	28,0	30	72	56	195	
13/10/18	0+475	0,0	5,0	6,0	8,0	11,0	13,0	4,0	28,0	30	52	32	156	
13/10/18	0+500	0,0	4,0	6,0	7,0	10,0	11,0	4,0	28,0	30	52	28	195	
13/10/18	0+525	0,0	3,0	6,0	8,0	12,0	15,0	4,0	28,0	30	52	28	260	

Figura 26. Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento empleando la viga de Benkelman – Carril

Izquierdo – 0+000 km – 0+525 km.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

 CONSULTGEOPAV SAC RUC: 20602407021 Sistema Integral de Geotecnia Suelos y Pavimentos Tef: 073-501000 Cel: 979-199772 Movistar - Cel: 986279811 Claro Dirección : Calle Arequipa # 305 Bellavista - Sullana - Piura Email: geopav_mcastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com onsultgeopav@gmail.com														
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN Y DETERMINACIÓN DEL RADIO DE CURVATURA DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN MTC E 1002 - ASTM D 4695														
OBRA : APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES - C.P SAMAN - SULLANA - PIURA , 2018										CARGA EJE : 4100 KG				
TRAMO : Km. 00+000 Km. 01+000										PRESIÓN : 80 PSI				
CARRIL : Izquierdo										FACTOR DE CONVERSIÓN : Indicado				
FECHA : 13/10/2018										FACTOR ESTACIONAL : 1				
CERTIFICADO : ASF.V_00.000 - 01.000										DEFLEXIÓN ADMISIBLE :				
REGISTRO DE CAMPO A NIVEL DE ASFALTO EXISTENTE														
Fecha	Progresiva (km)	LECTURAS DEL PRIMER DIAL						FACTOR DE CONVER. DE VIGA	TEMPERATURAS		PARÁMETROS DE EVALUACIÓN			OBS.
		L-0 cm	L-25 cm	L-50 cm	L-75 cm	L-100 cm	L- 100 cm +		Amb	C.A	D0	D25	Rc	
		(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		°C	°C	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(m)	
13/10/18	0+550	0,0	4,0	7,0	9,0	14,0	18,0	4,0	28,0	30	72	56	195	Hundimiento, Fallas
13/10/18	0+575	0,0	3,0	5,0	7,0	9,0	12,0	4,0	28,0	30	48	36	260	
13/10/18	0+600	0,0	3,0	4,0	6,0	7,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+625	0,0	3,0	5,0	8,0	11,0	13,0	4,0	28,0	30	52	40	260	
13/10/18	0+650	0,0	4,0	7,0	10,0	13,0	18,0	4,0	28,0	30	72	56	195	
13/10/18	0+675	0,0	4,0	7,0	9,0	11,0	12,0	4,0	28,0	30	48	32	195	
13/10/18	0+700	0,0	3,0	5,0	6,0	7,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+725	0,0	2,0	4,0	8,0	9,0	12,0	4,0	28,0	30	48	40	391	
13/10/18	0+750	0,0	4,0	7,0	9,0	11,0	14,0	4,0	28,0	30	56	40	195	
13/10/18	0+775	0,0	3,0	6,0	7,0	8,0	10,0	4,0	28,0	30	40	28	260	
13/10/18	0+800	0,0	3,0	4,0	6,0	7,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+825	0,0	3,0	5,0	7,0	8,0	9,0	4,0	28,0	30	36	24	260	
13/10/18	0+850	0,0	2,0	3,0	4,0	6,0	7,0	4,0	28,0	30	28	20	391	
13/10/18	0+875	0,0	3,0	4,0	5,0	7,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+900	0,0	1,0	3,0	5,0	6,0	7,0	4,0	28,0	30	28	24	781	
13/10/18	0+925	0,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	4,0	28,0	30	28	16	260	
13/10/18	0+950	0,0	3,0	5,0	6,0	7,0	8,0	4,0	28,0	30	32	20	260	
13/10/18	0+975	0,0	2,0	5,0	7,0	8,0	10,0	4,0	28,0	30	40	32	391	
13/10/18	1+000	0,0	3,0	4,0	6,0	9,0	11,0	4,0	28,0	30	40	32	260	

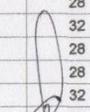

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 88077

Figura 27. Medida de la deflexión y determinación del radio de curvatura de un pavimento empleando la viga de Benkelman – Carril Izquierdo – 0+550 km – 1+000 km.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

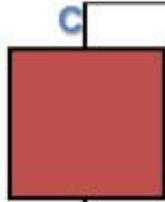
PRIMER PASO	SEGUNDO PASO	TERCER PASO	CUARTO PASO	CASOS
1º La deflexión característica resulta:	SUPERIOR 2º Hay fallas de origen estructural?	NO: Estructura infradiseñada para el tráfico previsto		PRIMER CASO Pavimento necesita con urgencia un refuerzo estructural para resistir el tráfico previsto
		SÍ: 3º Existe una capa débil inmediata debajo de las capas asfálticas?	NO: Las fallas se deben a otra causas	SEGUNDO CASO Este es el paso avanzado del primer caso, cuando no se han tomado a tiempo las medidas necesarias
			SÍ: Radio de curvatura pequeño (menor o igual a 80m)	TERCER CASO Está caracterizado por la presencia de una capa débil subyacente a la asfáltica, que determina que la deformación de esta última bajo cargas no encuentra apoyo suficiente y sea mayor a la que le correspondería en ausencia del espesor débil.
	IGUAL O INFERIOR 2º Hay fallas de origen estructural?	NO: Corregir fallas de origen superficial		
		SÍ: 3º De qué tipo?	Fallas por fatiga (piel de cocodrilo) Radio de curvatura pequeño (menor o igual a 80 m) Capa débil inmediatamente debajo de las asfálticas	TERCER CASO En este caso los radios de curvatura de la línea de deflexión son reducidos y el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo es posible aún con deflexiones admisibles
			Fallas por deformación permanente de la fundación que se traducen en depresiones, ahuellamiento marcado (mayor a 12 mm), ondulaciones, etc	CUARTO CASO Se caracteriza por el desarrollo de deformaciones permanentes, en particular ahuellamiento en la zona de canalización del tráfico, no atribuibles a desplazamientos plásticos de las capas asfálticas por deficiente estabilidad o compactación, es decir que afectan a toda la estructura. Se trata por lo general de pavimentos antiguos que han sido reforzados con capas asfálticas de espesor suficiente para evitar las fallas por fatiga pero insuficientes para compensar la debilidad de la fundación original. En estos casos las medidas de deflexión pueden no ser significativas, aquí lo más importantes es apreciar el valor portante de la fundación y el aporte estructural que aún puede prestar el pavimento original y las capas asfálticas de refuerzo existentes.

Figura 28. Análisis Combinado de los Resultados de la Evaluación.

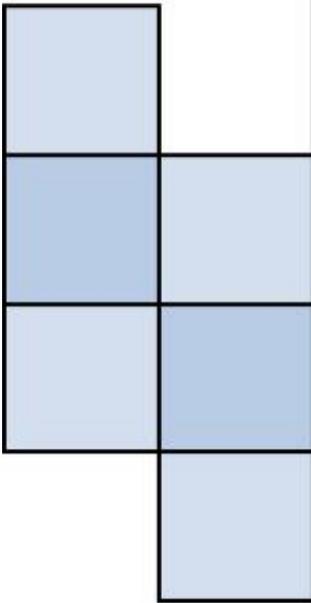
Fuente: Estudio de Rehabilitación de Carreteras en el País – CONREVIAl.

ANEXO 2.2. Propiedades Físicas y Mecánicas del Suelo.

Informe 02. Estudio de Mecánica de Suelos.



ESTUDIO GEOTECNICO Y DE MECANICA DE SUELOS PARA EL PROYECTO: "APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES – C.P SAMAN – SULLANA - PIURA, 2018".



SETIEMBRE- 2018



Roberto Elias Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



INDICE GENERAL

1. GENERALIDADES
 - 1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO
2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO
3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y GEODINAMICA DEL PROYECTO
 - 3.1. GEOLOGIA REGIONAL
 - 3.2. GEOMORFOLOGIA
 - 3.3. GEODINAMICA INTERNA
 - 3.3.1. Sismicidad
 - 3.4. GEODINAMICA EXTERNA
4. METODOLOGIA DEL ESTUDIO
 - 4.1. TRABAJOS DE CAMPO
 - 4.1.1. Excavación de Calicatas
 - 4.2. ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS
5. DETERMINACION DE LOS PERFILES ESTRATIGRAFICOS
6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS "IN SITU" Y DE LABORATORIO
 - 6.1. ANALISIS GRANULOMETRICO
 - 6.2. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL Y LIMITES DE CONSISTENCIA
 - 6.3. COMPACTACION DEL PROCTOR MODIFICADO
 - 6.4. RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR
7. ESTUDIO DE CANTERAS
 - 7.1. AFIRMADOS
 - 7.2. AGREGADOS PARA EL CONCRETO Y CAMA DE ARENA CANTERA SOJO
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
9. BIBLIOGRAFIA



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



1. GENERALIDADES

El presente estudio de Geotécnico y de Mecánica de suelos para el proyecto denominado **“APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES – C.P SAMAN – SULLANA – PIURA, 2018** “ha sido realizada a solicitud de las alumnas de la escuela de Ingeniería Civil del décimo ciclo de la universidad Cesar Vallejo – filial Piura ; ALMEIDA SOLANO , ANGELICA ISABEL y SANTUR MANUEL , GEYLI ELIZABETH , para que forme parte de su estudio y así puedan determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo como gran aporte para la culminación de su proyecto de investigación para la obtención de su título profesional . Como se podrá apreciar el proyecto es integral en el **centro poblado de Mallares – centro poblado Samán.**

Los resultados planteados en el presente informe en donde además se adjuntan los reportes de laboratorio, perfiles estratigráficos, panel fotográfico, etc., que servirán de base para realizar los diseños pertinentes y de esta manera se garanticen la vida útil del proyecto.

1.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El presente informe técnico tiene por objetivo realizar un estudio de suelos para el proyecto **“APLICACIÓN DE LA TECNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P MALLARES-C.P SAMAN – SULLANA – PIURA , 2018”** ; estudio que se ha efectuado por medio de trabajos de exploración de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir el perfil estratigráfico del área de estudio ; así como sus propiedades de esfuerzo y deformación , proporcionándose las condiciones mínimas , capacidad de soporte del suelo y las recomendaciones necesarias.

2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

La zona de influencia de dicho estudio se ubica en el sector C.P Mallares – C.P Samán, del distrito de Marcavelica, Provincia de Sullana, Departamento de Piura. Siendo su accesibilidad por una vía asfaltada la cual es la Panamericana Norte camino Sullana –Talara.

Lugar : C.P MALLARES – C.P SAMAN
 Distrito : MARCAVELICA
 Provincia : SULLANA
 Departamento : PIURA


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Fig. N° 01 UBICACION

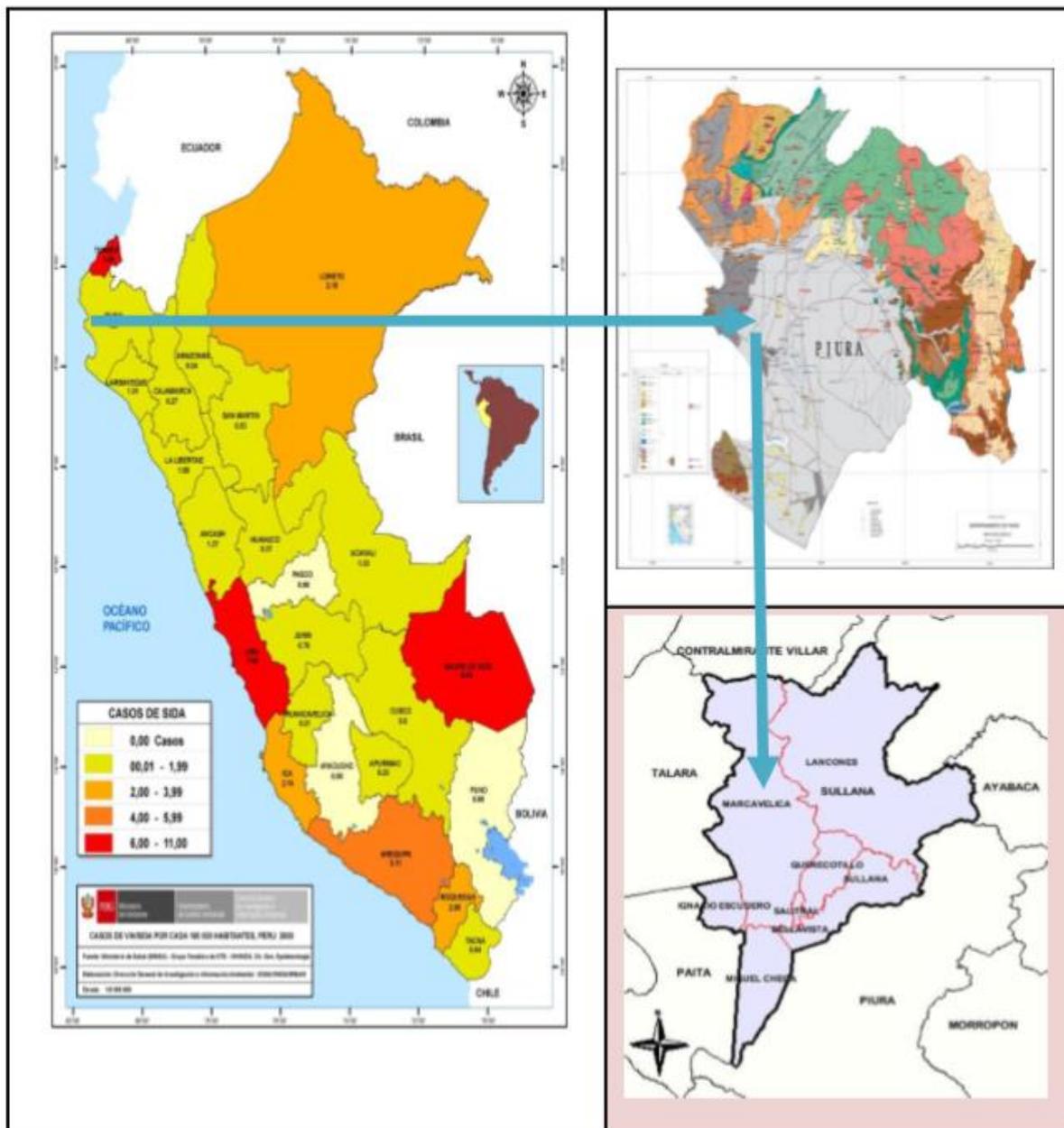
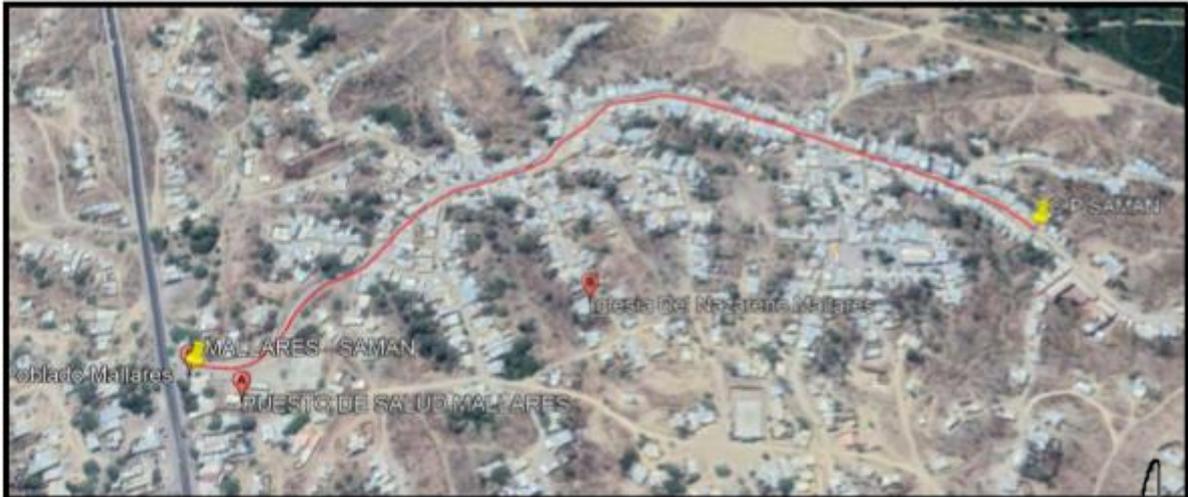


Fig. N° 02: UBICACIÓN VISTA GOOGLE EARTH



Fuente: Google Earth

3. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA Y GEODINAMICA DEL PROYECTO

3.1. GEOLOGIA REGIONAL

Cretáceo Inferior (Ki-I)

Formación Lancones

Se trata de una secuencia volcánica – sedimentaria, de ambiente marino, que cubre una gran extensión, apareciendo en diversas hojas geológicas (desde el Cuadrángulo de las playas hasta el cuadrángulo de Quebrada seca y de Sullana).

El contacto superior de esta unidad está representado por las rocas del Grupo Copa Sombrero, contacto que se considera "concordante" a efectos sedimentarios.

Litológicamente comprende lutitas grises con pórfidos, andesitas ya areniscas grises de grano grueso con niveles de chert. Se observan también niveles de conglomerados con clastos sub-redondeados de rocas volcánicas porfiroides y vidrio volcánico en una matriz argilítica. En los niveles inferiores se intercalan areniscas grises de matriz feldespática.

Terciario eoceno (Te-ch)

Formación Chira

Esta formación consta de una sub unidad inferior de lutitas laminadas. Según se asciende en la serie estratigráfica, están pasan a tener intercaladas unidades más



Roberto Elias Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077


groseras, tipo arenisca. La sub unidad media está compuesta por areniscas de grano grueso con horizontes conglomeradicos y la sub – unidad superior está compuesto de lulitas, areniscas y tobas.

3.2. GEOMORFOLOGIA

Repisa Costanera

Regionalmente pertenecemos al gran desierto de Sechura el mismo que pertenece a la denominada Repisa a llanura costanera, considerado como uno de los doce más grandes del mundo y el segundo en Sudamérica, el mismo que tiene un área de cinco mil kilómetros cuadrados ancho promedio de 15 a 20 Km., sin embargo existen amplitudes del orden de los 180 km. Este es un espacio despoblado, donde debido a condiciones especiales de precipitaciones producidas por el fenómeno El Niño, se forma lagunas estacionales, tal como sucedió el año 1,983 y 1998.

A diferencia de otros desiertos, el de Sechura, esporádicamente y cuando las condiciones de precipitación son propicias, aparecen en sus áreas deprimidas formaciones de especies Xerofíticas., además la especie dominante es el Algarrobo y en menor proporción el Zapote.

Cuando el fenómeno El Niño se manifiesta y las precipitaciones son particulares abundantes ocurre una transformación importante, lo que era un paisaje desértico y árido pasa a convertirse en una sábana verde, tornándose pulmones ecológicos para nuestro planeta.

Fig. N°03: DIAGRAMA DE LA REPISA COSTANERA



DUNAS
ESTABILIZADAS

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



3.3. GEODINAMICA INTERNA

3.3.1. Sismicidad

El área de estudio por pertenecer al Cinturón Circumpacificum, está ubicada en una región de actividad sísmica. Las principales unidades que se presentan son:

La cordillera de los Andes y la Fosa tectónica, el cual producto de la interacción de las placas Sudamericana o continental que viaja en sentido Noroeste y la placa de Nazca que se mueve en dirección Este.

El encuentro de las placas mencionadas, han producido zonas de fractura en la corteza terrestre y por ende la generación de los movimientos sísmicos.

El riesgo sísmico (I) se ha enfocado en base al análisis probabilístico y determinístico. Las limitaciones impuestas por la escasez de datos sísmicos en un período estadísticamente representativo restringen el uso del método probabilístico y la escasez de datos tectónicos limita la aplicación del método determinista, sin embargo, para el área se ha tomado como base los sismos ocurridos en la región entre 1927 y 1971 (De magnitud mayor de 5), se presenta la siguiente ley de recurrencia:

$$\text{Log } N = 3.35 - 0.68 M$$

Según el cual es posible la ocurrencia de un sismo de magnitud igual o mayores 8 períodos históricos que si bien no está confirmada es discutible. Las circunstancias sismotectónicas de la región avalan este postulado.

Para un tiempo de 50 años, la ecuación proporciona un valor de magnitud de terremotos de 7.5°, pero por fines de cálculo se toma $M = 8$ que corresponde a un período de retorno de 125 años.

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL 125
CIP N° 88077





Para la determinación de las máximas aceleraciones horizontales, se tomará como base las magnitudes 7.5° y 8°, cabe destacar que las aceleraciones están referidas a terreno firme. Adoptando un criterio conservador se utilizarán distancias del emplazamiento del epicentro (R) entre 10 y 20 Kms.

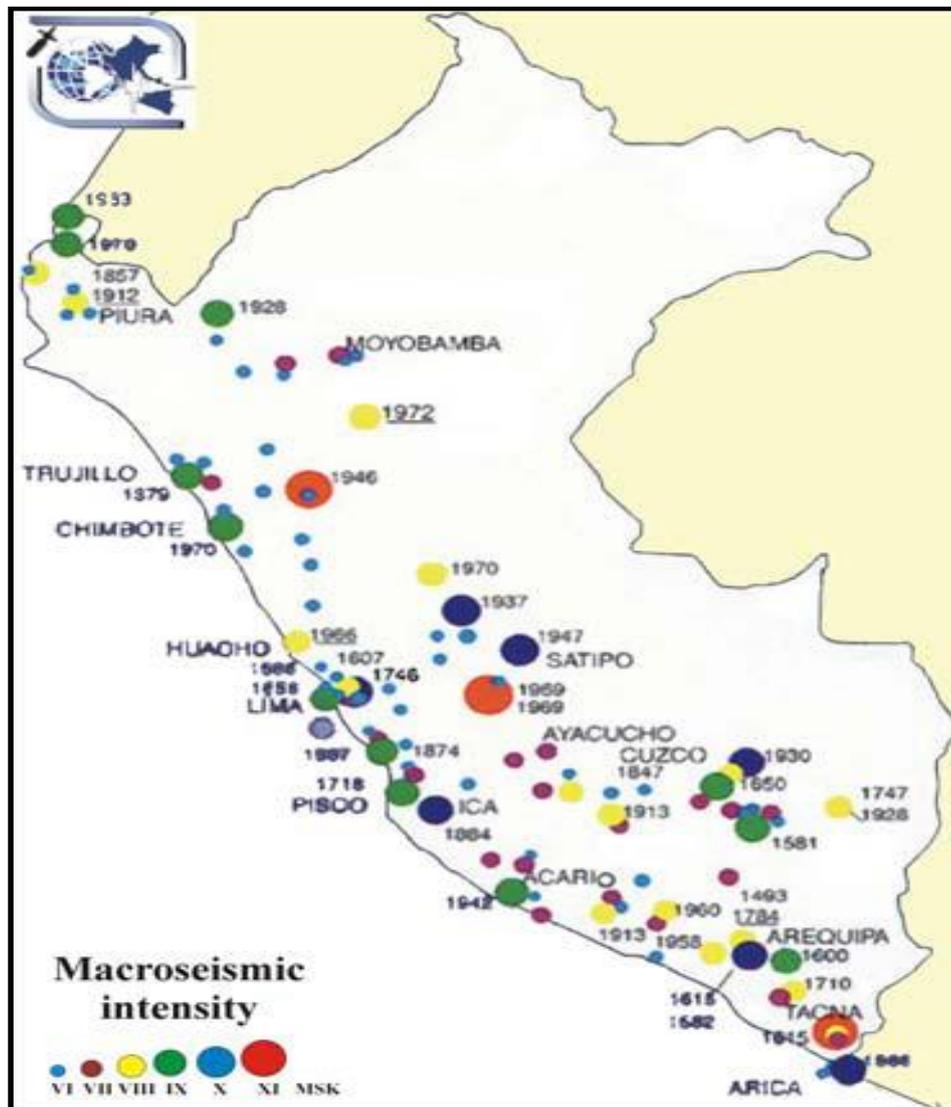
Las diferentes relaciones empíricas disponibles entre máxima aceleración del terreno y la magnitud destacan la de MILNE y DAVENPORT (1969) y DONO-VAN (1973) y con la aplicación de ambas relaciones para magnitudes de 7.5 y 8 le corresponden 0.33 g. y 0.35 respectivamente.

De esta manera la ocurrencia de Sismos, los mismos que han registrada en esta región como la presentada en 1,914 en la ciudad de Huancabamba y Piura con intensidad VIII, y la de 1978 en la huaca, Paita con intensidad VII, las mismas que provocaron pérdidas materiales y de vidas humanas. Este fenómeno indica que si se presentara pudiera ocasionar daños debido a la mala calidad de suelo arenoso, provocando los fenómenos de Licuación y la destrucción de las viviendas similar a lo sucedido en el terremoto de Pisco de Agosto del 2007.



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
 **CIP N° 88077**

Fig. N°04: MAPA SISMICO DEL PERU

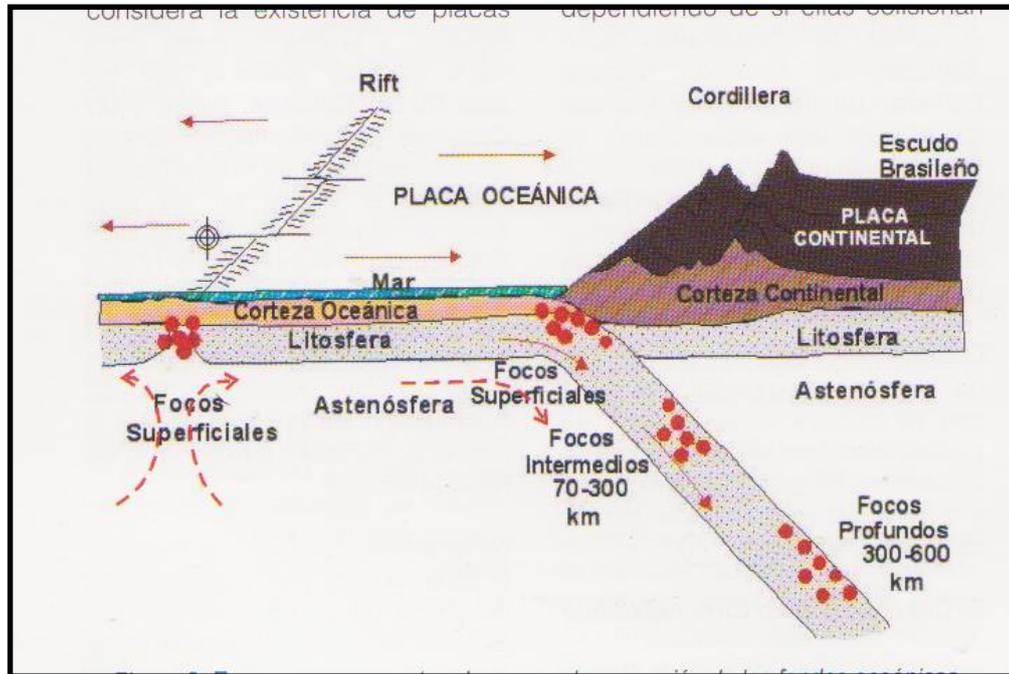


Fuente: LEONIDAS OCOLA
 INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU
 LIMA, 20 DE AGOSTO 2007



 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

FIG N°5: DIAGRAMA DE LA TECTONICA DE PLACAS



Actividad Sísmica Actual

La actividad sísmica correspondiente al área, ocurrida entre los años de 1995 a 2006, con magnitud > 3.5 se presenta en el anexo de “Actividad Sísmica Actual” los cuales contienen parámetros focales de los sismos, para el periodo mencionados, así como el mapa de sismicidad del área delimitada El cuadro que sigue resume la actividad sísmica del área de estudio ocurrida entre los años de 1995 a 2006, con magnitud > 3.5.

Cuadro N°01: Actividad Sísmica

Lugar	AREA DE INFLUENCIA				Periodo Años	Rango de Magnitud	Número de Eventos
	Latitud	Longitud	Latitud	Longitud			
Norte Perú	-03.00	-83.00	-07.00	-78.00	1995-2006	>3.5	1,093

FUENTE: Instituto Geofísico del Perú.


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Análisis de Riesgo Sísmico para el proyecto.

Teniendo en cuenta que el presente Estudio Definitivo los resultados se consideran razonablemente suficientes. En tal sentido, a continuación, se definen los parámetros sísmicos ajustables a la zona.

Probabilidad de Excedencia o de Ocurrencia

Es la probabilidad que al menos un sismo de ciertas características tendrá lugar en un periodo de tiempo (de retorno) dado. Se consideran dos probabilidades de excedencia de interés.

Una asociada con la ocurrencia de sismos de magnitud moderada, pero con probabilidades de ocurrencia de 50% a 64%, llamados sismo de operación; ante cuya ocurrencia la estructura debe resistir su acción sin sufrir daños importantes que la pongan fuera de uso.

La otra está asociada a eventos de gran magnitud, pero de ocurrencia esporádica; el terremoto más fuerte que se espera se produzca una sola vez durante la vida de una estructura, denominado sismo accidental. Se tiene la justificación económica de aceptar que un terremoto con estas características produzca daños estructurales importantes, siempre que, al mismo tiempo, se evite el colapso de la construcción, las pérdidas de vidas y de bienes materiales.

Según el Manual de Diseño de Puentes 2003 del MTC y la Norma E.030 de Diseño Sismo Resistente, para el caso de sismo accidental se recomienda una probabilidad de excedencia del 10% para una vida útil de la estructura de 50 años, equivalente a un período de recurrencia de 475 años.

Zonificación Sísmica

Según la Norma E.030 de Diseño Sismo Resistente, en base a la distribución espacial de la sismicidad documentada en el país, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en información Neotectónica; el país se encuentra dividido en 4 zonas sísmicas, cada una de las cuales presenta parámetros de aceleraciones máximas definidas en un rango de probabilidad.


Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077


Figura N°06: Mapa de Zonas Sísmicas



 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

El esquema adjunto ilustra las zonas mencionadas, mostrando que el área en estudio se enmarca dentro de las Zona 4, correspondiéndole un Factor de Zona o aceleración máxima de 0.45 (Ver cuadro -A)

Cuadro - A: FACTORES DE ZONA (Norma E-30)	
ZONA	FACTOR DE ZONA -Z (g)
4	0.45

Fuente: Autor

3.4. GEODINÁMICA EXTERNA PRECIPITACIONES PLUVIALES

Un nuevo concepto para los diseños de obras civiles, es la presencia del denominado Fenómeno de EL NIÑO, el cual produce inundaciones, filtraciones, deslizamientos, provocando daños materiales y en menor proporción pérdidas de vidas humanas. Las precipitaciones son escasas en la zona, excepto cuando se produce el fenómeno de “El Niño”, años en que las lluvias son abundantes y excesivas.

El ENSO (El Niño – Oscilación del Sur) es responsable de la variabilidad climática –en particular de lluvias- sobre la costa norte. Los periodos lluviosos están relacionados fuertemente con El Niño. El clima imperante en la zona de estudio, es del tipo árido y cálido, con un régimen de lluvias deficitario que es alterado fuertemente con la presencia de El Niño. Las condiciones de aridez de la zona de estudio se deben en parte al patrón general de circulación de la atmósfera que genera movimientos de aire descendentes que limitan las lluvias en años normales. A esto se suma el efecto de la presencia de los vientos alisios y el comportamiento térmico superficial del mar. Los vientos cargados de humedad provenientes del Atlántico son afectados por la barrera orográfica de la

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077





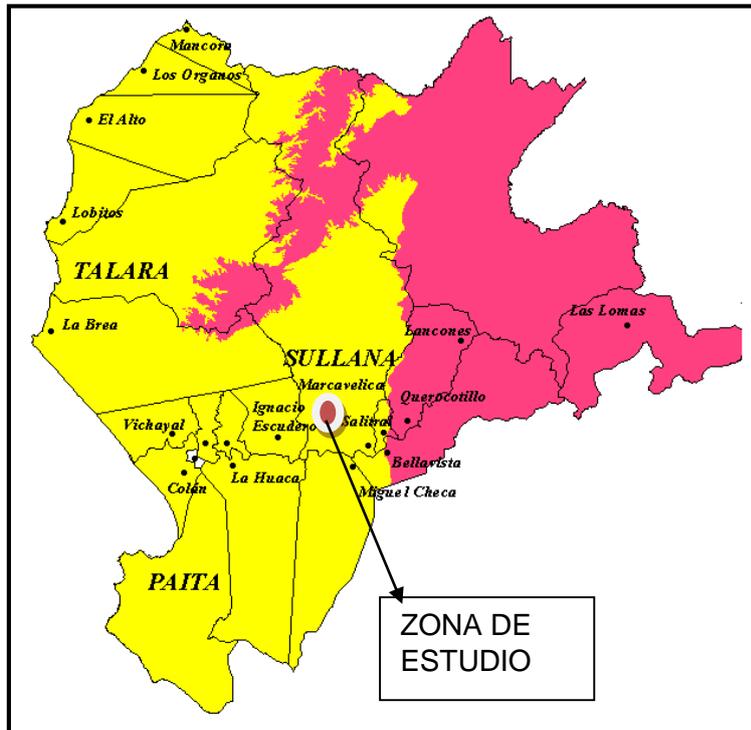
cordillera de los Andes. Además, la cordillera canaliza los vientos alisios que normalmente son secos y fríos, condición que complementa las características climáticas de la costa norte.

Diversos autores coinciden que la costa de Piura corresponde a un clima semidesértico. De la publicación de Valdivia (1977), en la que presenta un atlas climático del Perú se extrae que la región costera de Piura, se halla en una banda de temperatura normal que oscila entre los 21 a 25 °C y el régimen de precipitación normal entre 0 a 500 mm anual. El clima en la localidad de Sullana es relativamente caluroso, su cobertura vegetal tipo desértica define su climatología local. Los patrones climáticos a una escala regional modulan la variabilidad climática interanual y ejercen un fuerte control sobre el comportamiento del clima local. Sullana es una zona fuertemente afectada por El Niño y eso ha quedado demostrado en el último FEN ocurrido en el 2017.

Uno de los métodos para clasificar los climas es el método Thornthwaite; que emplea combinaciones de índices para designar los diferentes tipos de clima. Este sistema de clasificación climática considera a la evapotranspiración potencial (ETP) como un factor de gran importancia a la caracterización de los climas. El método de Thornthwaite se basa en la ETP, que mide la eficiencia térmica de la zona y el índice hídrico, que mide la eficiencia pluvial de la localidad. De acuerdo al método de Thornthwaite (Figura N.º 3), el clima de la localidad de Pariñas que a su vez es la capital de la Provincia de Talara presentan una clasificación tipo: E (d) B1´H3, que se identifica por ser una zona árida y cálida.

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077

**Figura N°07: Clasificación climática de la provincia de Sullana,
 Departamento de Piura. Método Thornthwaite.**



LEYENDA

Unidades Climáticas	Símbolo	Color
Clima Árido y Cálido	E(d) A H2	
Clima Árido y Cálido	E(d) A H3	
Clima Árido y Semi Cálido	E(d) B1 H3	
Clima Húmedo y Semi Frio	B1(o) B3 H3	
Clima Semi Seco y cálido	C1(oip) A H3	
Clima Semi Seco y Templado	C1(oip) B2 H3	
Clima Semi Húmedo y Semi Frio	C2(oip) B3 H3	

EROSION PLUVIAL

La erosión pluvial afecta a este tipo de suelos arenosos los mismos que no presentan cohesión son fácilmente afectados ocasionando cárcavas y cangrejeras las mismas que pueden impactar en las obras diseñadas

INUNDACIÓN

Factores Condicionantes

- Tipo de suelo
- Pendiente del terreno

Factores Desencadenantes

- Fuertes precipitaciones pluviales

Esta red hidrológica se activa durante periodos pluviales fuertes asociados principalmente a fuertes precipitaciones como lo ocurrido el 2017 y eventos extraordinarios como el fenómeno El Niño. Las fuertes precipitaciones pluviales generan escorrentía e incremento del caudal en la zona de estudio y con ello la



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
 **CIP N° 88077**

fuerza erosiva hidráulica de las corrientes de agua provocando el empozamiento del agua cuando el drenaje es deficiente.

4. METODOLOGIA DEL ESTUDIO

Para la ejecución del presente estudio se siguió la siguiente metodología:

4.1. TRABAJOS DE CAMPO

El trabajo de campo es la determinación de las características físico – mecánicas de los materiales que existen en el suelo existente, para ello se lleva a cabo prospecciones de Estudio (calicatas) a nivel de sub rasante con profundidad variable.

De los materiales encontrados de los diversos estratos (capas) se toman muestras selectivas en forma alterada, se describen e identifican adecuadamente una tarjeta, en ella se consignan la ubicación, número de muestra (según correlación), profundidad y espesor de la capa, después es colocado en bolsas de polietileno y trasladadas adecuadamente a laboratorio , de igual forma se registran los mismos datos en la libreta de campo adicionando características de gradación , predominio de material y el estado de compacticidad de cada uno de los materiales

4.1.1. Excavación de Calicatas

La ejecución de calicatas es una de las técnicas de prospección empleada en nuestro estudio para facilitar el reconocimiento geotécnico del subsuelo, estas excavaciones fueron manuales hasta una profundidad de 1.50 metros, de un ancho de 1m x 1m.



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



Figura N°08: Método de Exploración



FUENTE: Fotografía Propia

CUADRO N°02: Detalles de Calicatas

CALICATA	CENTRO POBLADO	PROFUNDIDAD	N° MUESTRA
C-1	Mallares – Samán	1.50	2
C-2	Mallares – Samán	1.50	2
C-3	Mallares – Samán	1.50	2
C-4	Mallares – Samán	1.50	2
C-5	Mallares – Samán	1.50	2

Fuente: Autor

Paralelamente a esta partida se hizo el reconocimiento de terreno y descripción de las áreas; luego de las calicatas ejecutadas se realizó la lectura de los perfiles estratigráficos y los muestreos para remitirlos al Laboratorio de Mecánica de Suelos del Ingeniero especialista.



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077

Figura N°09: Ubicación de Calicatas en el C.P. MALLARES-SAMAN



Fuente: Google Earth

4.2. Ensayo de Laboratorio de Mecánica de Suelos

Los ensayos de mecánica de suelos lo realizamos en laboratorio, con los siguientes análisis:

- Análisis Granulométrico por Tamizado : ASTM D-422.
- Límites de consistencia : ASTM D-4318.
- Contenido de Humedad Natural : ASTM D-2216.
- Compactación Proctor Modificado : ASTM D-1557.
- Relación de Capacidad de Soporte, CBR : ASTM D-1883.
- Clasificación de SUCS : ASTM D-2487.
- Clasificación AASHTO : ASTM D-3282.



Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Figura N°10: Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos

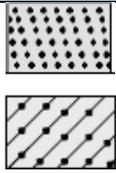
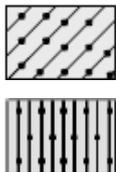


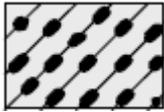
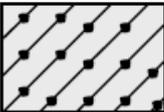
Fuente: Fotografía Propia

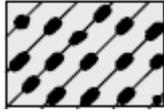
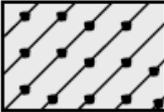
5. DESCRIPCION DE LOS PERFILES ESTRATIGRAFICOS

Perfil del suelo

Luego de compatibilizadas las descripciones visuales – manuales con los resultados de los ensayos de laboratorio, se elaboraron las columnas estratigráficas de las 5 calicatas que se realizaron, donde se hacen las descripciones del suelo.

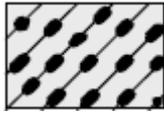
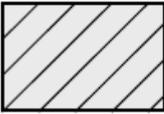
MALLARES-SAMÁN - CALICATA C-01				
Progresiva: 00+015 km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.05	0.50	SP-SC		ESTRATO CONFORMADO POR ARENA MAL GRADUADA CON ARENA ARCILLOSA, LIGERAMENTE HUMEDO.
0.50	1.50	SC-SM		SUELO ARENOSO CON PRESENCIA DE LIMO Y ARCILLA, DE COLOR AMARILLENTO Y CON BUENA HUMEDAD.

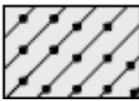
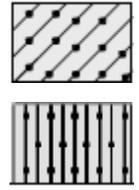
MALLARES - SAMAN - CALICATA C-2				
Progresiva: 00+265Km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.50	0.40	GC		ESTRATO CONFORMADO POR GRAVA ARCILLOSA COMPACTADA, LIGERAMENTE HUMEDO
0.40	1.50	SC		SUELO ARENOSO ARCILLOSO, CON POCA GRAVA, DE COLOR BEIGS OSCURO CON BUENA HUMEDAD.

MALLARES - SAMAN - CALICATA C-3				
Progresiva: 00+515km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.04	0.40	GC		ESTRATO CONFORMADO POR GRAVA ARCILLOSA COMPACTADA, LIGERAMENTE HUMEDO
0.40	1.50	SC		SUELO ARENOSO ARCILLOSO, CON POCA GRAVA, DE COLOR BEIGS OSCURO CON BUENA HUMEDAD.

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



MALLARES - SAMAN - CALICATA C-4				
Progresiva:00+675 Km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.00	0.50	GC - GM		ESTRATO CONFORMADO POR GRAVA ARCILLOSA Y LIMOSA COMPACTADA, LIGERAMENTE HUMEDO
0.50	1.50	CL		SUELO ARCILLOSO INORGANICO DE BAJA PLASTICIDAD, DE COLOR BEIGS OSCURO, CON BUENA HUMEDAD, SEMI COMPACTADO.

MALLARES - SAMAN - CALICATA C-5				
Progresiva: 1+000Km				
De [m.]	A [m.]	SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA
		SUCS	GRÁFICO	
0.05	0.50	SC		ESTRATO CONFORMADO POR ARENA ARCILLOSA, LIGERAMENTE HUMEDO.
0.50	1.50	SC - SM		SUELO ARENOSO CON PRESENCIA DE LIMO Y ARCILLA, DE COLOR AMARILLENTO Y CON BUENA HUMEDAD.



Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

6. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS “In situ” Y DE LABORATORIO

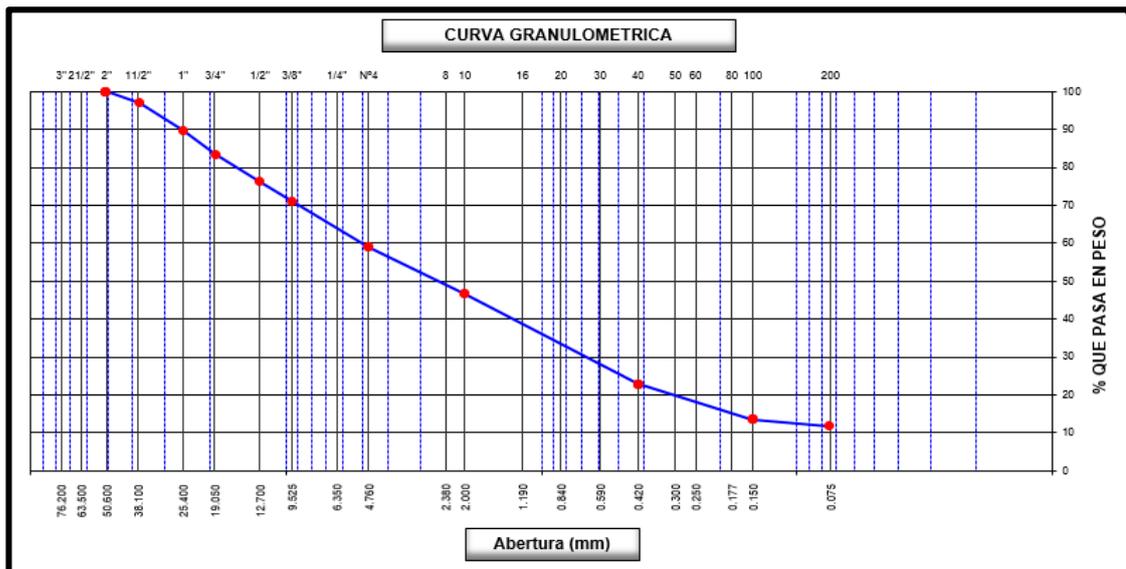
6.1. Análisis Granulométrico.

Tabla N° 01: Análisis Granulométrico
CALICATA 01 - Primer Estrato

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 17.798.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 481.0
2 1/2"	60.300						
2"	50.800				100.0		2 Caracteristicas
1 1/2"	37.500	518.0	2.9	2.9	97.1		Tamaño Maximo 2"
1"	25.400	1,282.0	7.2	10.1	89.9		Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
3/4"	19.000	1,138.0	6.4	16.5	83.5		Grava (%) 41.1
1/2"	12.700	1,301.0	7.3	23.8	76.2		Areña (%) 47.1
3/8"	9.520	901.0	5.1	28.9	71.1		Finos (%) 11.9
1/4"	6.350						Modulo de Fineza 1
N° 4	4.750	2,170.0	12.2	41.1	58.9		3 Clasificacion
N° 8	2.360						Limite Liquido (%) 24
N° 10	2.000	100.0	12.3	53.3	46.7		Limite Plastico (%) 17
N° 16	1.190						Indice de Plasticidad (%) 7
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS SP-SC
N° 30	0.600						Clasificacion AASHTO A-2-4 (0)
N° 40	0.420	194.0	23.8	77.1	22.9		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	76.0	9.3	86.4	13.6		
N° 200	0.075	14.0	1.7	88.1	11.9		
Pasante		97.0	11.9	100.0			

Fuente: Autor

Gráfico N° 01: Curva Granulométrica – Primer Estrato.



Fuente: Autor

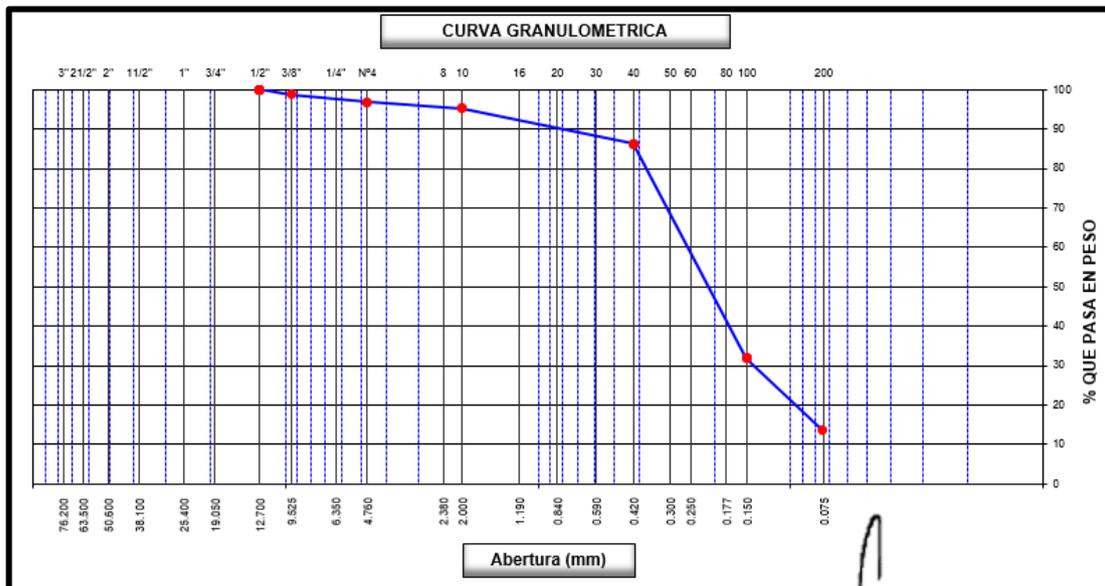
**Tabla N° 02: Análisis Granulométrico
 CALICATA 01 – Segundo Estrato**

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 483.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Características
2"	50.800						Tamaño Maximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo Nominal 3/8"
1"	25.400						Grava (%) 3.1
3/4"	19.000						Arena (%) 83.2
1/2"	12.700				100.0		Finos (%) 13.7
3/8"	9.520	6.0	1.2	1.2	98.8		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificación
N° 4	4.750	9.0	1.9	3.1	96.9		Limite Liquido (%) 22
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) 16
N° 10	2.000	8.0	1.7	4.8	95.2		Indice de Plasticidad (%) 6
N° 16	1.190						Clasificación SUCS SC-SM
N° 20	0.850						Clasificación AASHTO A-2-4 (0)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	43.0	8.9	13.7	86.3		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	263.0	54.5	66.1	31.9		
N° 200	0.075	88.0	18.2	86.3	13.7		
Pasante		66.0	13.7	100.0			

Página 1

Fuente: Autor

Gráfico N° 02: Curva Granulométrica – Segundo Estrato.



Fuente: Autor

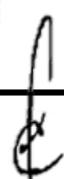

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

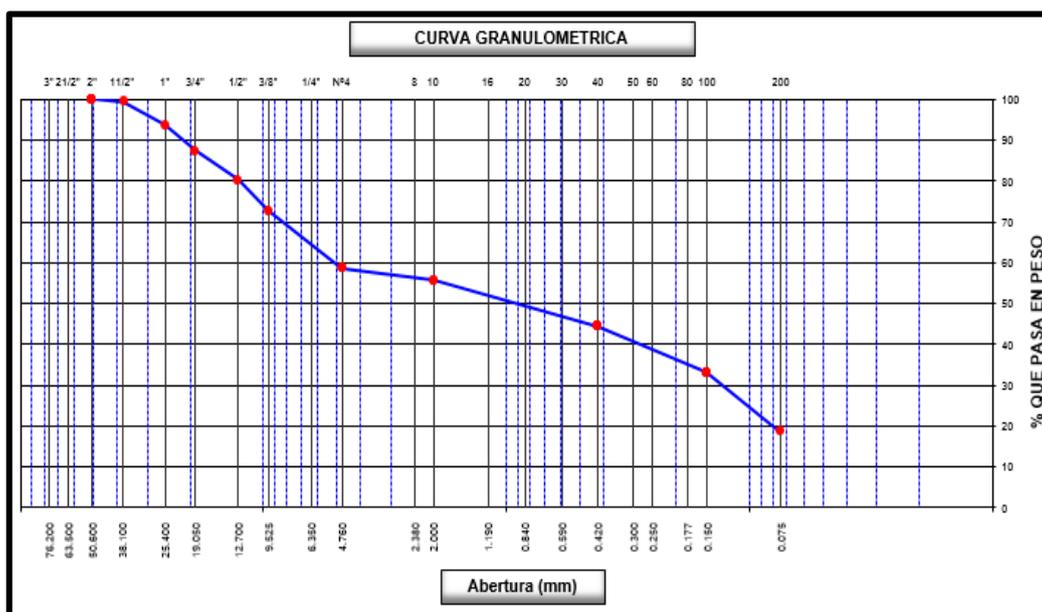
Tabla N° 03: Análisis Granulométrico
CALICATA 02 – Primer Estrato

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 19.253.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 492.0
2 1/2"	60.300						
2"	50.800				100.0		2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	125.0	0.7	0.7	99.4		Tamaño Maximo 2"
1"	25.400	1,090.0	5.7	6.3	93.7		Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
3/4"	19.000	1,235.0	6.4	12.7	87.3		Grava (%) 41.3
1/2"	12.700	1,362.0	7.1	19.8	80.2		Arena (%) 40.0
3/8"	9.520	1,452.0	7.5	27.3	72.7		Finos (%) 18.7
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	2,695.0	14.0	41.3	58.7		3. Clasificacion
N° 8	2.360						Limite Liquido (%) 24
N° 10	2.000	25.0	3.0	44.3	55.7		Limite Plastico (%) 17
N° 16	1.190						Indice de Plasticidad (%) 7
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS GC
N° 30	0.600						Clasificacion AASHTO A-2-4 (0)
N° 40	0.420	95.0	11.3	55.6	44.4		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	95.0	11.3	67.0	33.0		
N° 200	0.075	120.0	14.3	81.3	18.7		
Pasante		157.0	18.7	100.0			

Fuente: Autor


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Gráfico N° 03: Curva Granulométrica – Primer Estrato



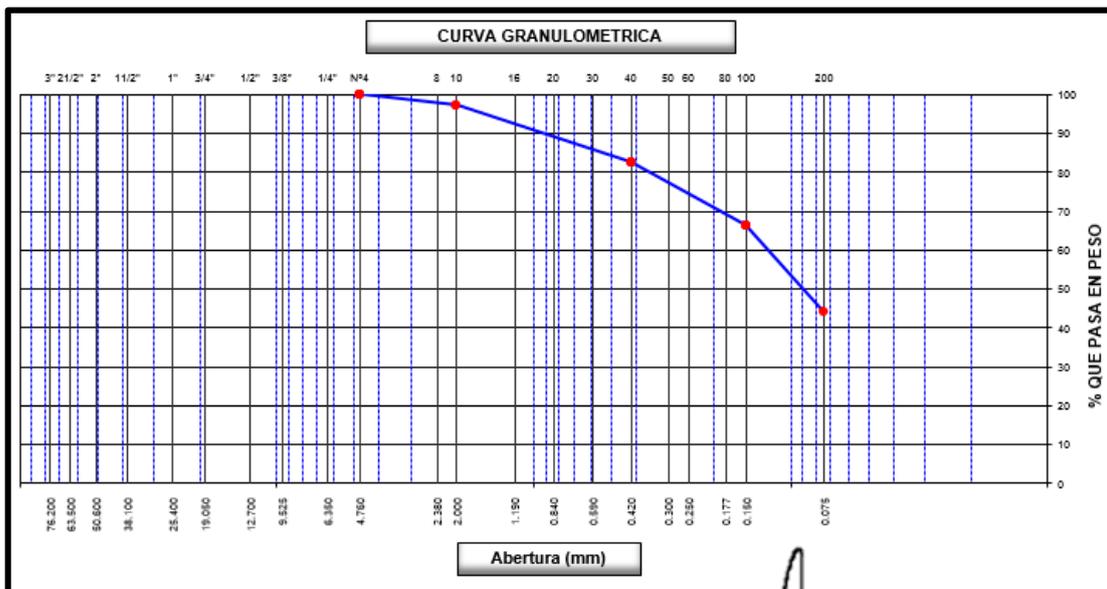
Fuente: Autor

Tabla N° 04: Análisis Granulométrico
CALICATA 02 – Segundo Estrato

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 473.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Caracteristicas
2"	50.800						Tamaño Maximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%)
3/4"	19.000						Arena (%) 55.8
1/2"	12.700						Finos (%) 44.2
3/8"	9.520						Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificacion
N° 4	4.750			100.0			Limite Liquido (%) 22
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) 15
N° 10	2.000	13.0	2.8	2.8	97.3		Indice de Plasticidad (%) 7
N° 16	1.190						Clasificacion SUCS SC
N° 20	0.850						Clasificacion AASHTO A-4 (1)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	69.0	14.6	17.3	82.7		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	77.0	16.3	33.6	66.4		
N° 200	0.075	105.0	22.2	55.8	44.2		
Pasante		209.0	44.2	100.0			

Fuente: Autor

Gráfico N° 04: Curva Granulométrica – Segundo Estrato



Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

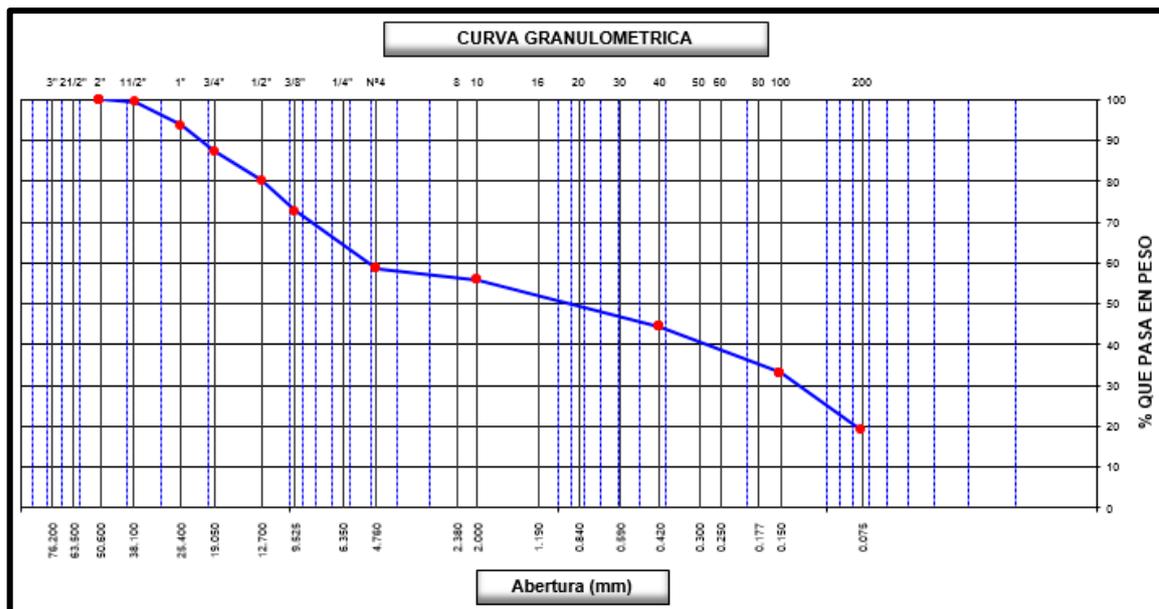
Tabla N° 05: Análisis Granulométrico
CALICATA 03 – Primer Estrato

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 19.253.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 492.0
2 1/2"	60.300						2. Caracteristicas
2"	50.800				100.0		Tamaño Maximo 2"
1 1/2"	37.500	125.0	0.7	0.7	99.4		Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
1"	25.400	1,090.0	5.7	6.3	93.7		Grava (%) 41.3
3/4"	19.000	1,235.0	6.4	12.7	87.3		Arena (%) 39.7
1/2"	12.700	1,362.0	7.1	19.8	80.2		Finos (%) 19.0
3/8"	9.520	1,452.0	7.5	27.3	72.7		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificacion
N° 4	4.750	2,695.0	14.0	41.3	58.7		Limite Liquido (%) 24
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) 17
N° 10	2.000	24.0	2.9	44.2	55.8		Indice de Plasticidad (%) 7
N° 16	1.190						Clasificacion SUCS GC
N° 20	0.850						Clasificacion AASHTO A-2-4 (0)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	96.0	11.5	55.6	44.4		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	95.0	11.3	67.0	33.0		
N° 200	0.075	118.0	14.1	81.0	19.0		
Pasante		159.0	19.0	100.0			

Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Gráfico N° 05: Curva Granulométrica – Primer Estrato



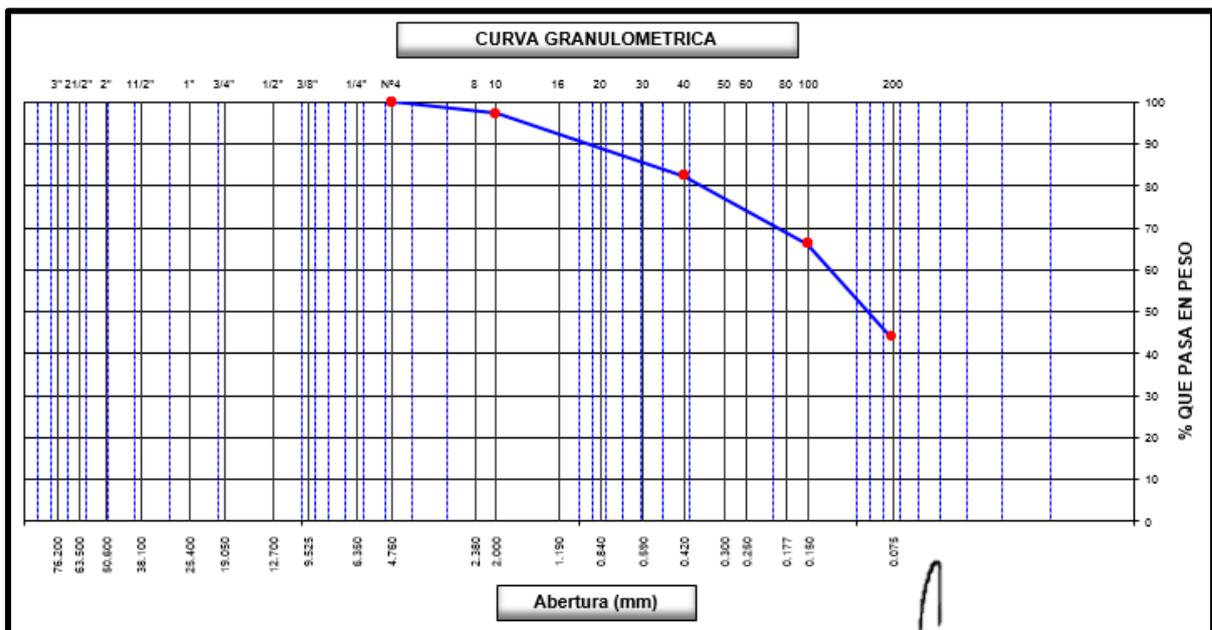
Fuente: Autor

Tabla N° 06: Análisis Granulométrico
CALICATA 03 – Segundo Estrato

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 473.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						
2"	50.800						2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo 3/8"
1"	25.400						Tamaño Maximo Nominal 1/4"
3/4"	19.000						Grava (%)
1/2"	12.700						Arena (%) 56.0
3/8"	9.520						Finos (%) 44.0
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750				100.0		3. Clasificacion
N° 8	2.360						Limite Liquido (%) 22
N° 10	2.000	13.0	2.8	2.8	97.3		Limite Plastico (%) 15
N° 16	1.190						Indice de Plasticidad (%) 7
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS SC
N° 30	0.600						Clasificacion AASHTO A-4 (1)
N° 40	0.420	70.0	14.8	17.6	82.5		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	77.0	16.3	33.8	66.2		
N° 200	0.075	105.0	22.2	56.0	44.0		
Pasante		208.0	44.0	100.0			

Fuente: Autor

Gráfico N° 06: Curva Granulométrica – Segundo Estrato



Fuente: Autor

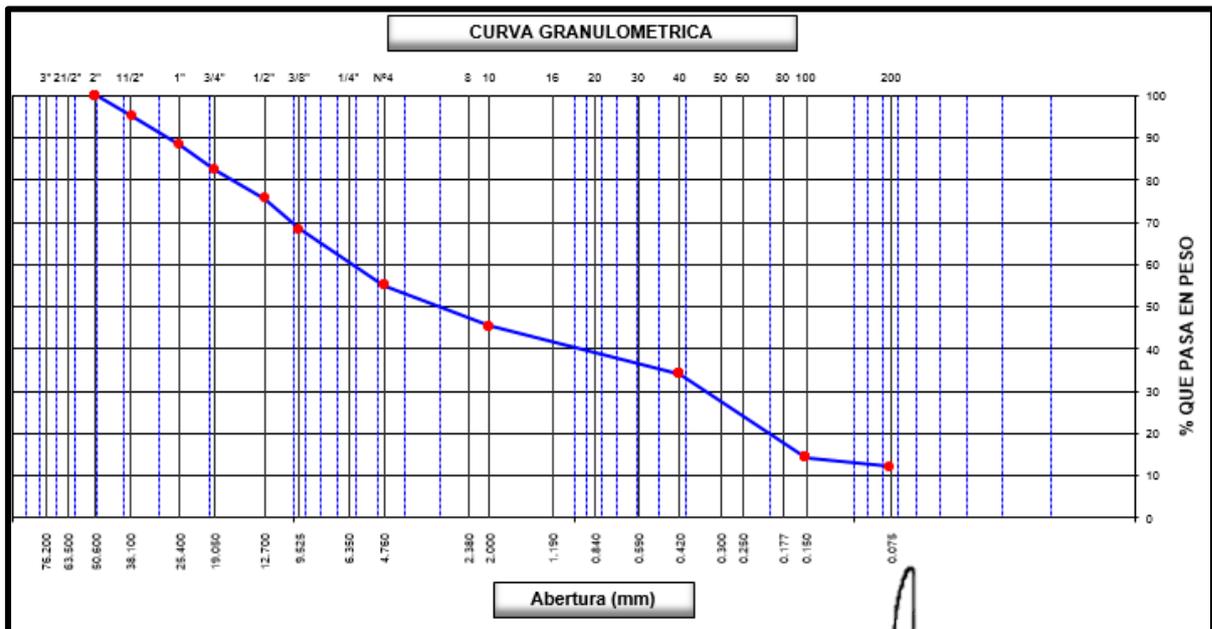

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Tabla N° 07: Análisis Granulométrico
CALICATA 04 – Primer Estrato

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 17,050.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 486.0
2 1/2"	60.300						2. Caracteristicas
2"	50.800				100.0		Tamaño Maximo 2"
1 1/2"	37.500	836.0	4.9	4.9	95.1		Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
1"	25.400	1,150.0	6.7	11.6	88.4		Grava (%) 45.0
3/4"	19.000	1,025.0	6.0	17.7	82.4		Arena (%) 43.0
1/2"	12.700	1,153.0	6.8	24.4	75.6		Finos (%) 12.0
3/8"	9.520	1,225.0	7.2	31.6	68.4		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificacion
N° 4	4.750	2,292.0	13.4	45.0	55.0		Limite Liquido (%) 25
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) 19
N° 10	2.000	85.0	9.6	54.6	45.4		Indice de Plasticidad (%) 6
N° 16	1.180						Clasificacion SUCS GC-GM
N° 20	0.850						Clasificacion AASHTO A-1-b (0)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	100.0	11.3	66.0	34.1		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	175.0	19.8	85.7	14.3		
N° 200	0.075	20.0	2.3	88.0	12.0		
Pasante		106.0	12.0	100.0			

Fuente: Autor

Gráfico N° 07: Curva Granulométrica – Primer Estrato



Fuente: Autor

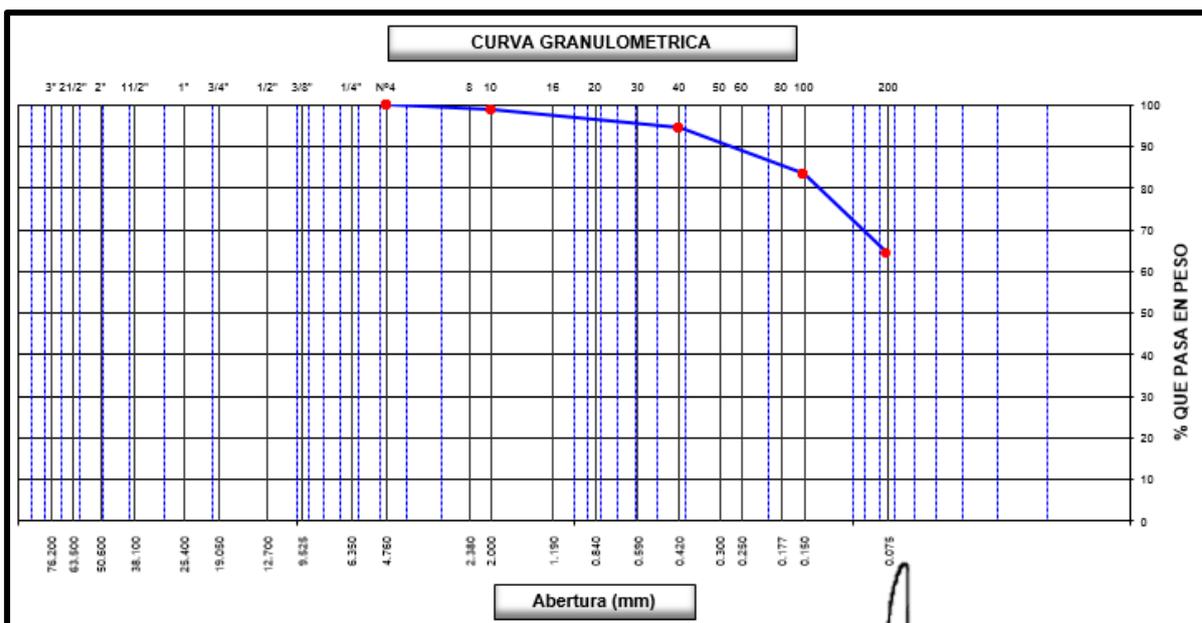
**Tabla N° 08: Análisis Granulométrico
 CALICATA 04 – Segundo Estrato**

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificación	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 454.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Caracteristicas
2"	50.800						Tamaño Maximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo Nominal 1/4"
1"	25.400						Grava (%)
3/4"	19.000						Arena (%) 35.7
1/2"	12.700						Finos (%) 64.3
3/8"	9.520						Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificacion
N° 4	4.750				100.0		Limite Liquido (%) 27
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) 18
N° 10	2.000	5.0	1.1	1.1	98.9		Indice de Plasticidad (%) 9
N° 16	1.190						Clasificacion SUCS CL
N° 20	0.850						Clasificacion AASHTO A-4 (5)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	20.0	4.4	5.5	94.5		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	50.0	11.0	16.5	83.5		
N° 200	0.075	87.0	19.2	35.7	64.3		
Pasante		292.0	64.3	100.0			

Página 1

Fuente: Autor

Gráfico N° 08: Curva Granulométrica –Segundo Estrato



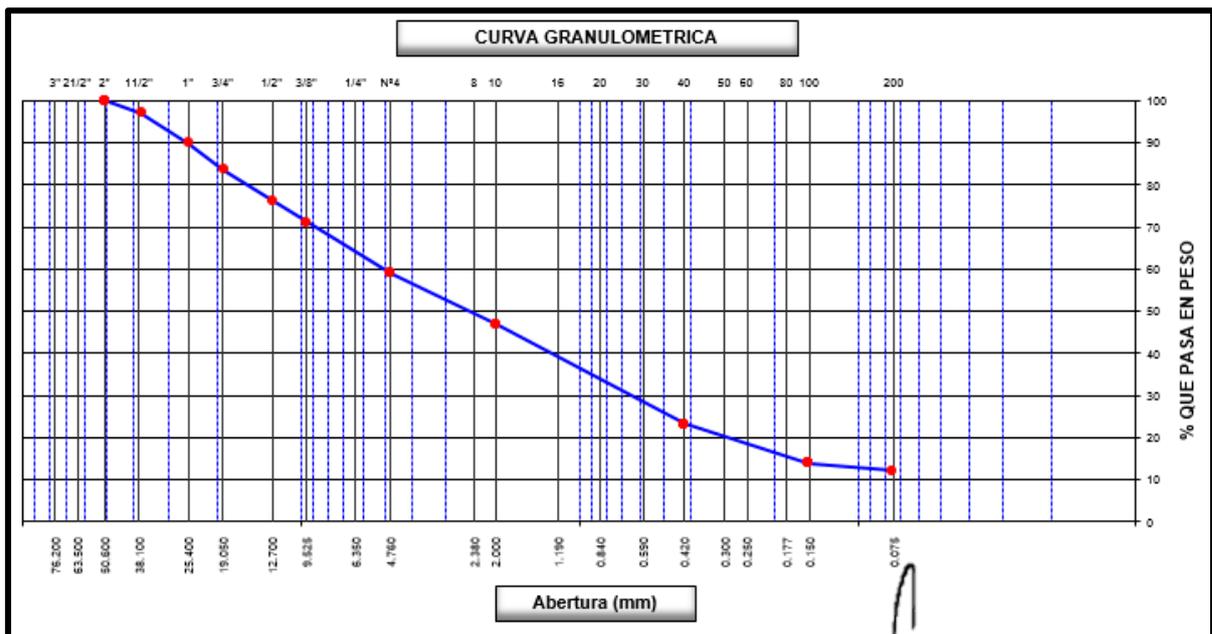
Fuente: Autor

Tabla N° 09: Análisis Granulométrico
CALICATA 05 – Primer Estrato

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						-
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 17.798.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr) 481.0
2 1/2"	60.300						
2"	50.800				100.0		2. Caracteristicas
1 1/2"	37.500	518.0	2.9	2.9	97.1		Tamaño Maximo 2"
1"	25.400	1,282.0	7.2	10.1	89.9		Tamaño Maximo Nominal 1 1/2"
3/4"	19.000	1,138.0	6.4	16.5	83.5		Grava (%) 41.1
1/2"	12.700	1,301.0	7.3	23.8	76.2		Arena (%) 46.8
3/8"	9.520	901.0	5.1	28.9	71.1		Finos (%) 12.1
1/4"	6.350						Modulo de Fineza (%)
N° 4	4.750	2,170.0	12.2	41.1	58.9		3. Clasificacion
N° 8	2.360						Limite Liquido (%) 24
N° 10	2.000	98.0	12.0	53.1	46.9		Limite Plastico (%) 17
N° 16	1.190						Indice de Plasticidad (%) 7
N° 20	0.850						Clasificacion SUCS SC
N° 30	0.600						Clasificacion AASHTO A-2-4 (0)
N° 40	0.420	194.0	23.8	76.8	23.2		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	76.0	9.3	86.2	13.9		
N° 200	0.075	14.0	1.7	87.9	12.1		
Pasante		99.0	12.1	100.0			

Fuente: Autor

Gráfico N° 09: Curva Granulométrica –Primer Estrato



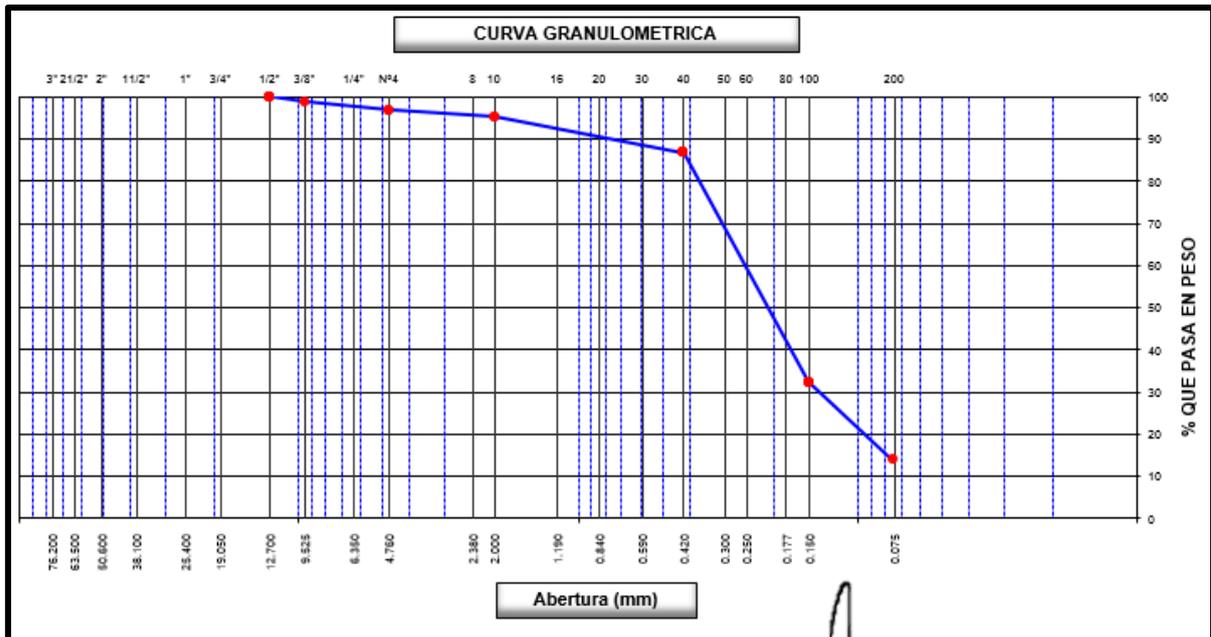
Fuente: Autor

Tabla N° 10: Análisis Granulométrico
CALICATA 05 – Segundo Estrato

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	Descripcion
5"	127.000						1. Peso de Material
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) 483.0
3"	73.000						Peso Fraccion Fina Para Lavar (gr)
2 1/2"	60.300						2. Caracteristicas
2"	50.800						Tamaño Maximo 3/8"
1 1/2"	37.500						Tamaño Maximo Nominal 3/8"
1"	25.400						Grava (%) 3.1
3/4"	19.000						Arena (%) 83.0
1/2"	12.700				100.0		Finos (%) 13.9
3/8"	9.520	6.0	1.2	1.2	98.8		Modulo de Fineza (%)
1/4"	6.350						3. Clasificacion
N° 4	4.750	9.0	1.9	3.1	96.9		Limite Liquido (%) 22
N° 8	2.360						Limite Plastico (%) 16
N° 10	2.000	8.0	1.7	4.8	95.2		Indice de Plasticidad (%) 6
N° 16	1.190						Clasificacion SUCS SC-SM
N° 20	0.850						Clasificacion AASHTO A-2-4 (0)
N° 30	0.600						
N° 40	0.420	41.0	8.5	13.3	86.8		
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150	263.0	54.5	67.7	32.3		
N° 200	0.075	89.0	18.4	86.1	13.9		
Pasante		67.0	13.9	100.0			

Fuente: Autor

Gráfico N° 10: Curva Granulométrica –Segundo Estrato



Fuente: Autor


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

6.2. Contenido de humedad natural y Limites de Consistencia

Cuadro N°03: Contenido de Humedad.

CALICATA 01- Primer Estrato

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	479.0	
Peso del agua contenida (gr)	21.0	
Peso de la muestra seca (gr)	479.0	
Contenido de Humedad (%)	4.4	
Contenido de Humedad Promedio (%)		4.4

Fuente: Autor.

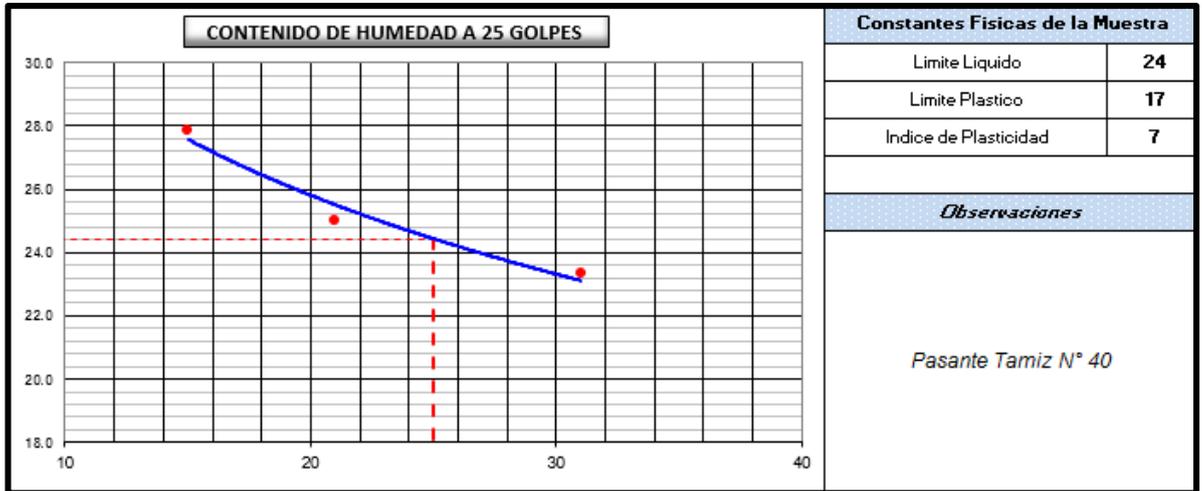
Cuadro N°04: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico

CALICATA 01– Primer Estrato.

<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		29	22	30	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	33.61	34.75	38.14	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.37	30.53	33.80	
Peso de Tarro	gr.	14.15	13.64	15.22	
Peso de Agua	gr.	4.24	4.22	4.34	
Peso del Suelo Seco	gr.	15.22	16.89	18.58	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	27.86	24.99	23.36	24
Numero de Golpes		15	21	31	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		19	11		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.32	16.93		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	16.87	16.53		
Peso de Tarro	gr.	14.26	14.20		
Peso de Agua	gr.	0.45	0.40		
Peso de Suelo seco	gr.	2.61	2.33		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	17.24	17.17		17

Fuente: Autor.

**Gráfico N° 11: Contenido de Humedad
CALICATA 01 – Primer Estrato.**



Fuente: Autor.

**Cuadro N°05: Contenido de Humedad.
CALICATA 01- Segundo Estrato**

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	482.0	
Peso del agua contenida (gr)	18.0	
Peso de la muestra seca (gr)	482.0	
Contenido de Humedad (%)	3.7	
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.7	

Fuente: Autor.



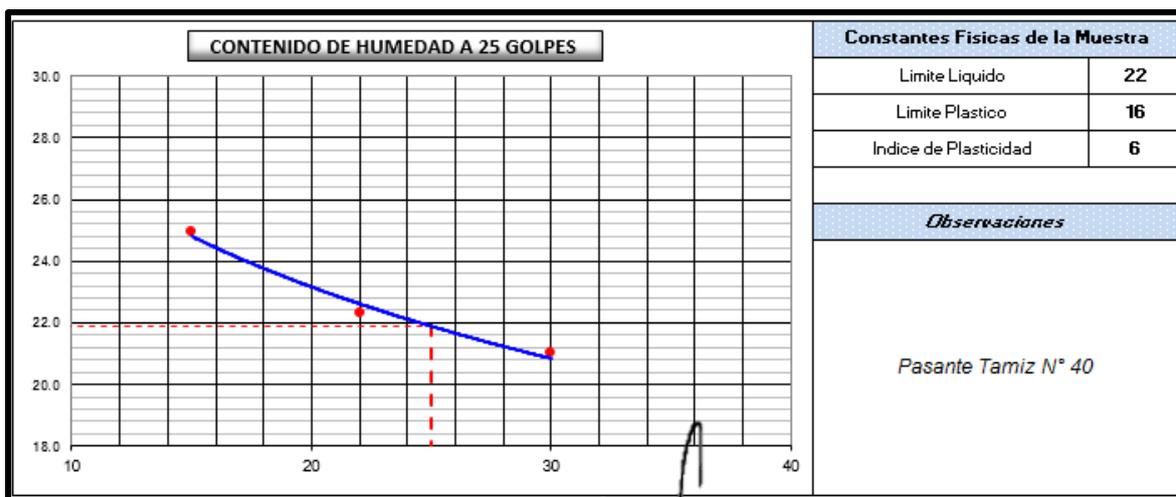
Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

**Cuadro N°06: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico
 CALICATA 01– Segundo Estrato.**

<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		6	8	9	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	33.30	34.20	38.00	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.37	30.53	33.80	
Peso de Tarro	gr.	13.61	14.10	13.80	
Peso de Agua	gr.	3.93	3.67	4.20	
Peso del Suelo Seco	gr.	15.76	16.43	20.00	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	24.94	22.34	21.00	22
Numero de Golpes		15	22	30	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		10	11		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.32	16.93		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	16.87	16.53		
Peso de Tarro	gr.	13.89	14.20		
Peso de Agua	gr.	0.45	0.40		
Peso de Suelo seco	gr.	2.98	2.33		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	15.10	17.17		16

Fuente: Autor

**Gráfico N° 12: Contenido de Humedad
 CALICATA 01 – Segundo Estrato.**



Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Cuadro N°07: Contenido de Humedad.

CALICATA 02- Primer Estrato

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	492.0	
Peso del agua contenida (gr)	8.0	
Peso de la muestra seca (gr)	492.0	
Contenido de Humedad (%)	1.6	
Contenido de Humedad Promedio (%)		1.6

Fuente: Autor

Cuadro N°08: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico

CALICATA 02– Primer Estrato.

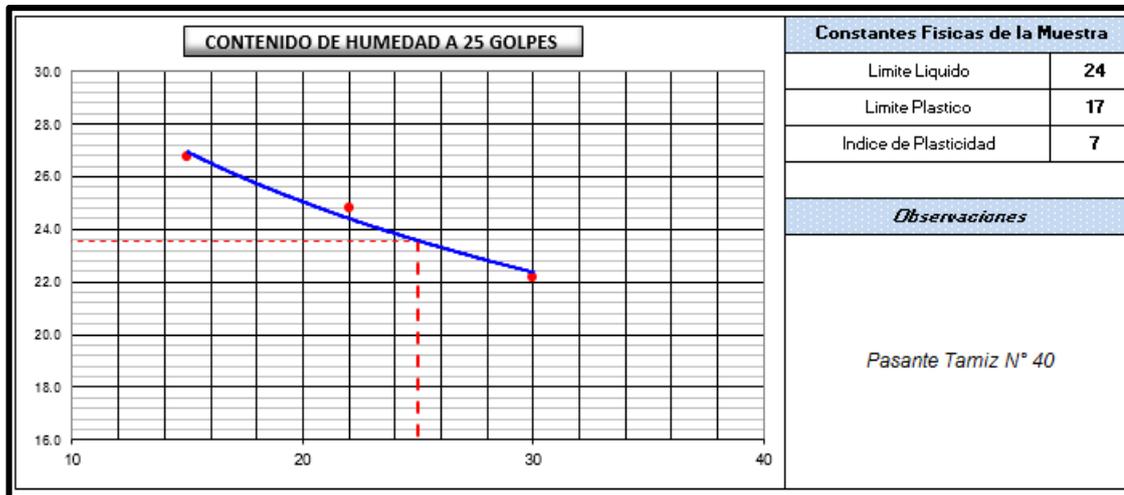
<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		36	38	33	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	36.25	35.00	29.10	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	32.65	31.90	27.35	
Peso de Tarro	gr.	19.20	19.40	19.45	
Peso de Agua	gr.	3.60	3.10	1.75	
Peso del Suelo Seco	gr.	13.45	12.50	7.90	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	26.77	24.80	22.15	24
Numero de Golpes		15	22	30	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		21	20		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.60	17.00		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.00	16.60		
Peso de Tarro	gr.	13.40	14.17		
Peso de Agua	gr.	0.60	0.40		
Peso de Suelo seco	gr.	3.60	2.43		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	16.67	16.46		17

Fuente: Autor

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Gráfico N° 13: Contenido de Humedad
 CALICATA 02 – Primer Estrato.



Fuente: Autor

Cuadro N°09: Contenido de Humedad.
 CALICATA 02- Segundo Estrato

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	473.0	
Peso del agua contenida (gr)	27.0	
Peso de la muestra seca (gr)	473.0	
Contenido de Humedad (%)	5.7	
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.7	

Fuente: Autor

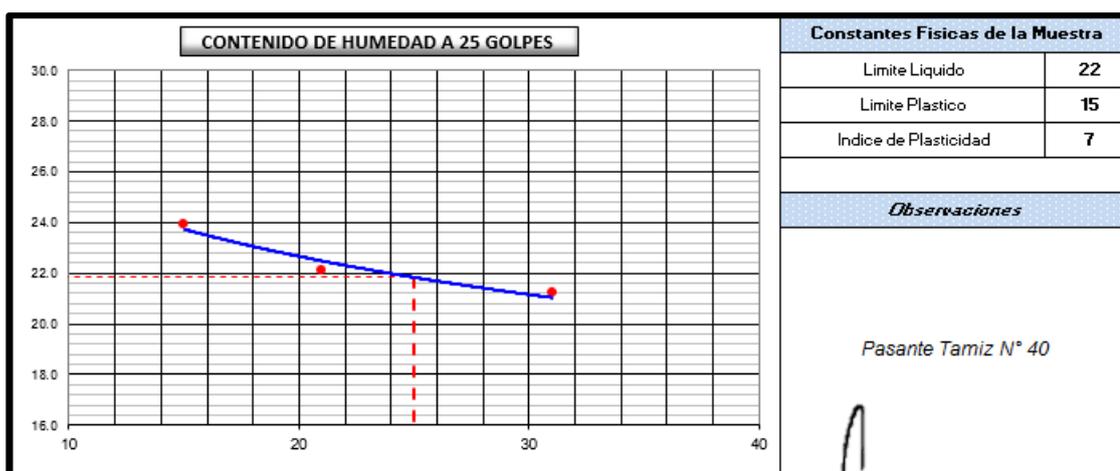
 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

**Cuadro N°10: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico
 CALICATA 02– Segundo Estrato.**

<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		6	16	12	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	36.97	35.91	29.84	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	32.46	31.92	26.98	
Peso de Tarro	gr.	13.61	13.88	13.49	
Peso de Agua	gr.	4.51	3.99	2.86	
Peso del Suelo Seco	gr.	18.85	18.04	13.49	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	23.93	22.12	21.20	22
Numero de Golpes		15	21	31	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		7	15		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.61	17.05		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.14	16.67		
Peso de Tarro	gr.	14.12	13.95		
Peso de Agua	gr.	0.47	0.38		
Peso de Suelo seco	gr.	3.02	2.72		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	15.56	13.97		15

Fuente: Autor

**Gráfico N° 14: Contenido de Humedad
 CALICATA 02 – Segundo Estrato.**



Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Cuadro N°11: Contenido de Humedad.

CALICATA 03- Primer Estrato

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	492.0	
Peso del agua contenida (gr)	8.0	
Peso de la muestra seca (gr)	492.0	
Contenido de Humedad (%)	1.6	
Contenido de Humedad Promedio (%)	1.6	

Fuente: Autor

Cuadro N°12: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico

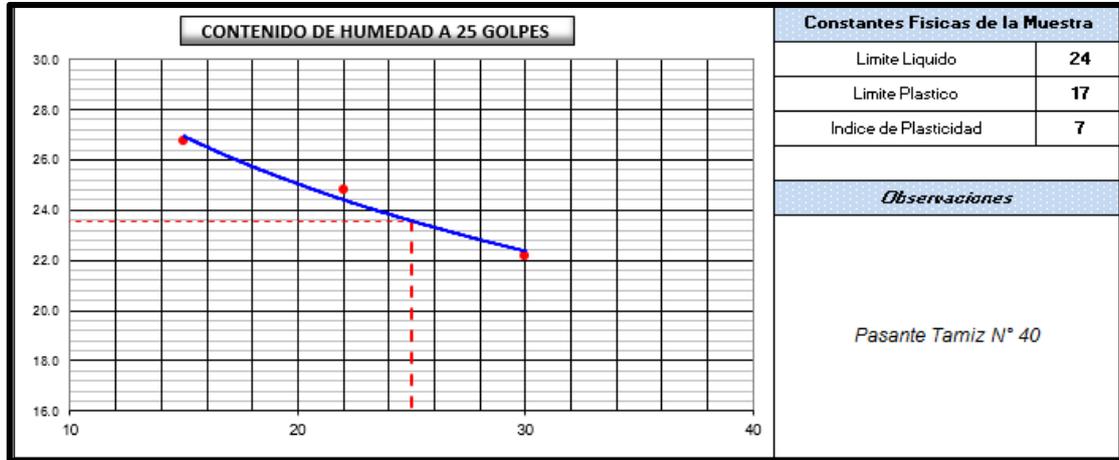
CALICATA 03 – Primer Estrato.

<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		36	38	33	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	36.25	35.00	29.10	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	32.65	31.90	27.35	
Peso de Tarro	gr.	19.20	19.40	19.45	
Peso de Agua	gr.	3.60	3.10	1.75	
Peso del Suelo Seco	gr.	13.45	12.50	7.90	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	26.77	24.80	22.15	24
Numero de Golpes		15	22	30	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		21	20		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.60	17.00		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.00	16.60		
Peso de Tarro	gr.	13.40	14.17		
Peso de Agua	gr.	0.60	0.40		
Peso de Suelo seco	gr.	3.60	2.43		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	16.67	16.46		17

Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Gráfico N° 15: Contenido de Humedad
 CALICATA 03 – Primer Estrato.



Fuente: Autor

Cuadro N°13: Contenido de Humedad.
 CALICATA 03- Segundo Estrato

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	473.0	
Peso del agua contenida (gr)	27.0	
Peso de la muestra seca (gr)	473.0	
Contenido de Humedad (%)	5.7	
Contenido de Humedad Promedio (%)	5.7	

Fuente: Autor



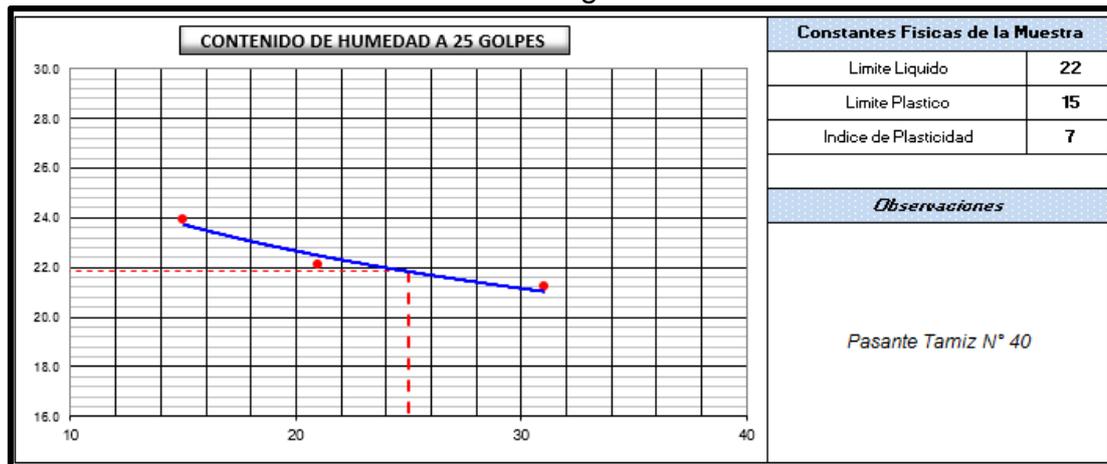
Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Cuadro N°14: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico
 CALICATA 03 – Segundo Estrato.

<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		6	16	12	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	36.97	35.91	29.84	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	32.46	31.92	26.98	
Peso de Tarro	gr.	13.61	13.88	13.49	
Peso de Agua	gr.	4.51	3.99	2.86	
Peso del Suelo Seco	gr.	18.85	18.04	13.49	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	23.93	22.12	21.20	22
Numero de Golpes		15	21	31	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		7	15		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.61	17.05		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.14	16.67		
Peso de Tarro	gr.	14.12	13.95		
Peso de Agua	gr.	0.47	0.38		
Peso de Suelo seco	gr.	3.02	2.72		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	15.56	13.97		15

Fuente: Autor

Gráfico N° 16: Contenido de Humedad
 CALICATA 03 – Segundo Estrato.



Fuente: Autor



Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Cuadro N°15: Contenido de Humedad.

CALICATA 04 – Primer Estrato

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	486.0	
Peso del agua contenida (gr)	14.0	
Peso de la muestra seca (gr)	486.0	
Contenido de Humedad (%)	2.9	
Contenido de Humedad Promedio (%)	2.9	

Fuente: Autor

Cuadro N°16: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico

CALICATA 04 – Primer Estrato.

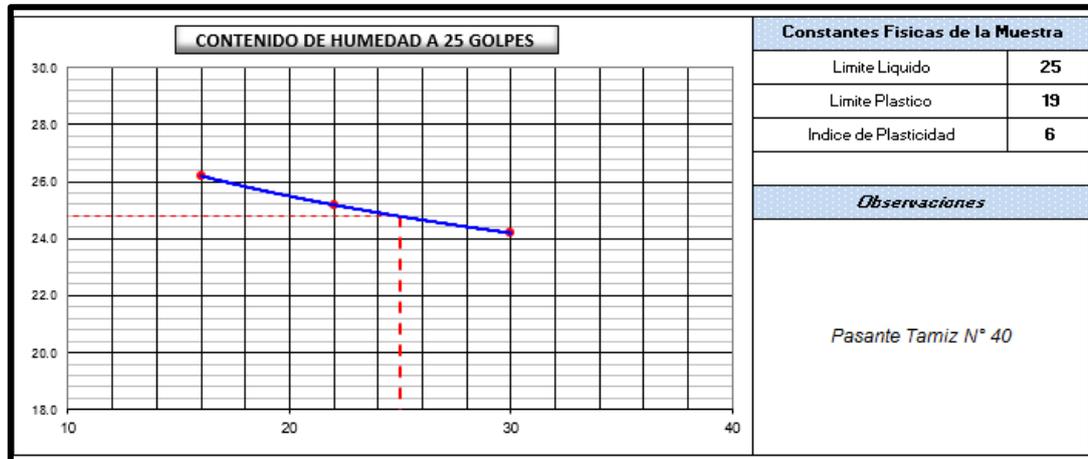
<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		5	7	9	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	25.70	26.30	26.22	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	23.20	23.85	23.80	
Peso de Tarro	gr.	13.66	14.12	13.60	
Peso de Agua	gr.	2.50	2.45	2.42	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.54	9.73	10.00	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	26.21	25.18	24.20	25
Numero de Golpes		16	22	30	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		31	32		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	18.28	18.36		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.55	17.67		
Peso de Tarro	gr.	13.75	13.86		
Peso de Agua	gr.	0.73	0.69		
Peso de Suelo seco	gr.	3.80	3.81		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	19.21	18.11		19

Fuente: Autor

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



**Gráfico N° 17: Contenido de Humedad
CALICATA 04 – Primer Estrato.**



Fuente: Autor

**Cuadro N°17: Contenido de Humedad.
CALICATA 04 – Segundo Estrato**

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	454.0	
Peso del agua contenida (gr)	46.0	
Peso de la muestra seca (gr)	454.0	
Contenido de Humedad (%)	10.1	
Contenido de Humedad Promedio (%)		10.1

Fuente: Autor



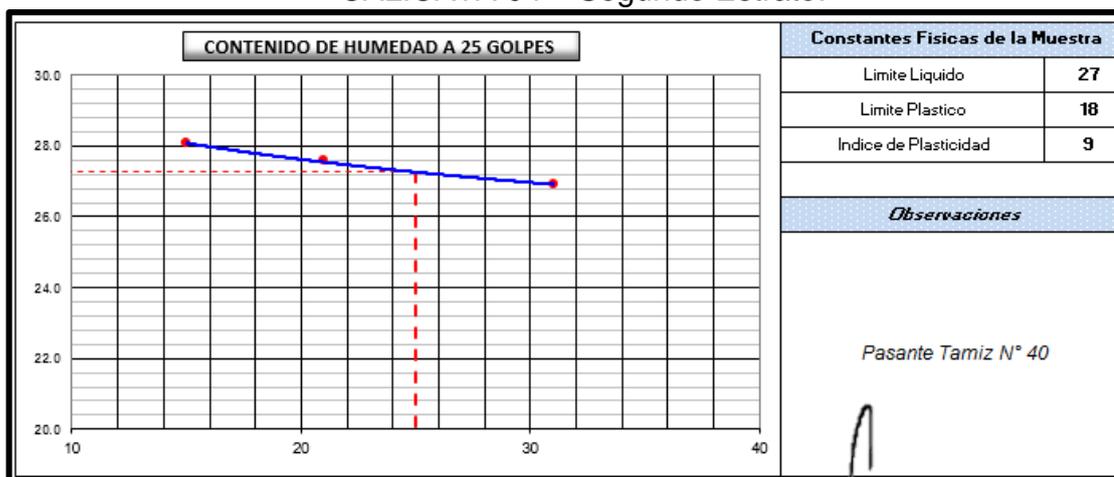
Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Cuadro N°18: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico
 CALICATA 04 – Segundo Estrato.

<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		6	16	12	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	36.47	35.49	29.34	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	31.46	30.82	25.98	
Peso de Tarro	gr.	13.61	13.88	13.49	
Peso de Agua	gr.	5.01	4.67	3.36	
Peso del Suelo Seco	gr.	17.85	16.94	12.49	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	28.07	27.57	26.90	27
Numero de Golpes		15	21	31	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		7	15		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.71	17.15		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	17.14	16.67		
Peso de Tarro	gr.	14.12	13.95		
Peso de Agua	gr.	0.57	0.48		
Peso de Suelo seco	gr.	3.02	2.72		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	18.87	17.65		18

Fuente: Autor

Gráfico N° 18: Contenido de Humedad
 CALICATA 04 – Segundo Estrato.



Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Cuadro N°19: Contenido de Humedad.
 CALICATA 05 – Primer Estrato

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	479.0	
Peso del agua contenida (gr)	21.0	
Peso de la muestra seca (gr)	479.0	
Contenido de Humedad (%)	4.4	
Contenido de Humedad Promedio (%)		4.4

Fuente: Autor

Cuadro N°20: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico
 CALICATA 05 – Primer Estrato.

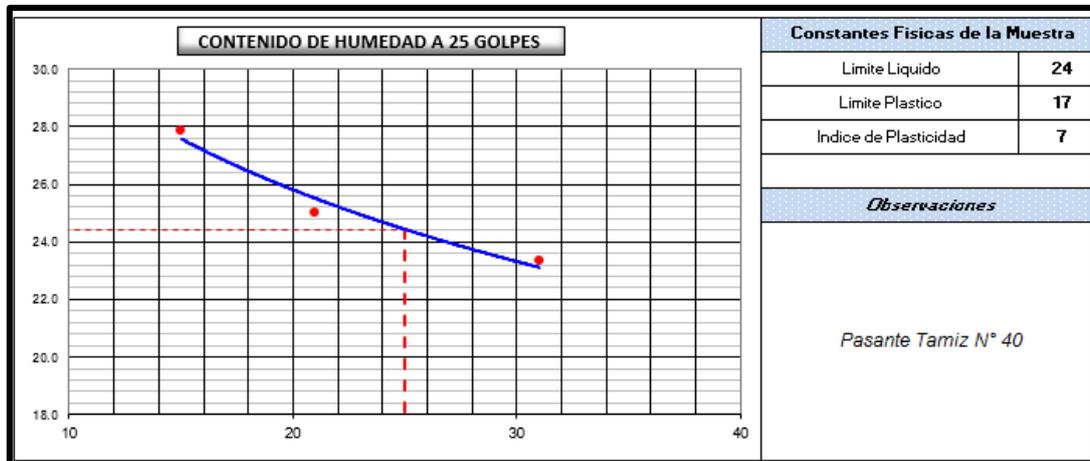
<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		29	22	30	
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	33.61	34.75	38.14	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.37	30.53	33.80	
Peso de Tarro	gr.	14.15	13.64	15.22	
Peso de Agua	gr.	4.24	4.22	4.34	
Peso del Suelo Seco	gr.	15.22	16.89	18.58	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	27.86	24.99	23.36	24
Numero de Golpes		15	21	31	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		19	11		
Peso de Tarro + Suelo Húmedo	gr.	17.32	16.93		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	16.87	16.53		
Peso de Tarro	gr.	14.26	14.20		
Peso de Agua	gr.	0.45	0.40		
Peso de Suelo seco	gr.	2.61	2.33		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	17.24	17.17		17

Fuente: Autor



Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Gráfico N° 19: Contenido de Humedad
 CALICATA 05 – Primer Estrato.



Fuente: Autor

Cuadro N°21: Contenido de Humedad.
 CALICATA 05 – Segundo Estrato

Descripcion	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	500.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	482.0	
Peso del agua contenida (gr)	18.0	
Peso de la muestra seca (gr)	482.0	
Contenido de Humedad (%)	3.7	
Contenido de Humedad Promedio (%)	3.7	

Fuente: Autor



Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

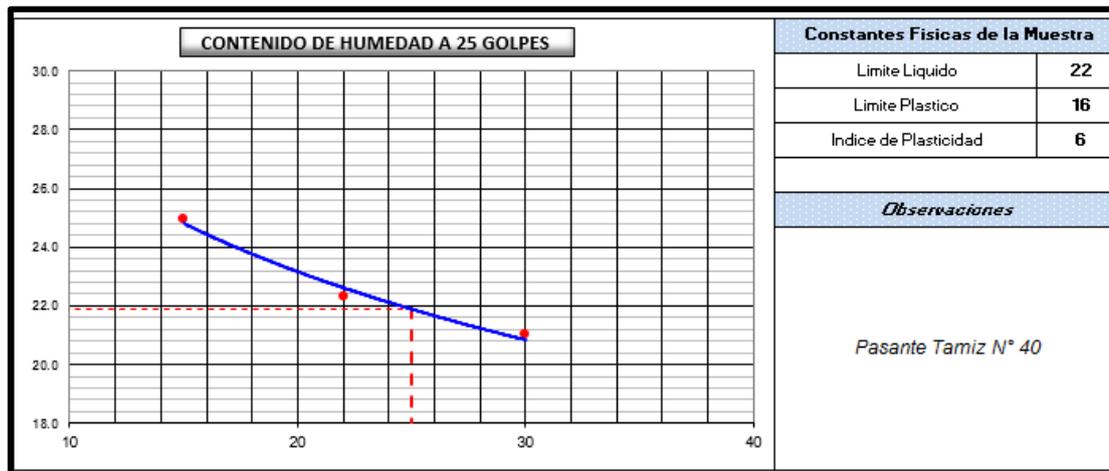
Cuadro N°22: Determinación del Límite Líquido y Límite Plástico
CALICATA 05 – Segundo Estrato.

<i>DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO</i>					
N° de Tarro		6	8	9	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	33.30	34.20	38.00	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	29.37	30.53	33.80	
Peso de Tarro	gr.	13.61	14.10	13.80	
Peso de Agua	gr.	3.93	3.67	4.20	
Peso del Suelo Seco	gr.	15.76	16.43	20.00	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	24.94	22.34	21.00	22
Numero de Golpes		15	22	30	
<i>DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD</i>					
N° de Tarro		10	11		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	17.32	16.93		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	16.87	16.53		
Peso de Tarro	gr.	13.83	14.20		
Peso de Agua	gr.	0.45	0.40		
Peso de Suelo seco	gr.	2.98	2.33		Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	15.10	17.17		16

Fuente: Autor

Gráfico N° 20: Contenido de Humedad
CALICATA 05 – Segundo Estrato.

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Fuente: Autor

6.3. Compactación de Proctor Modificado.

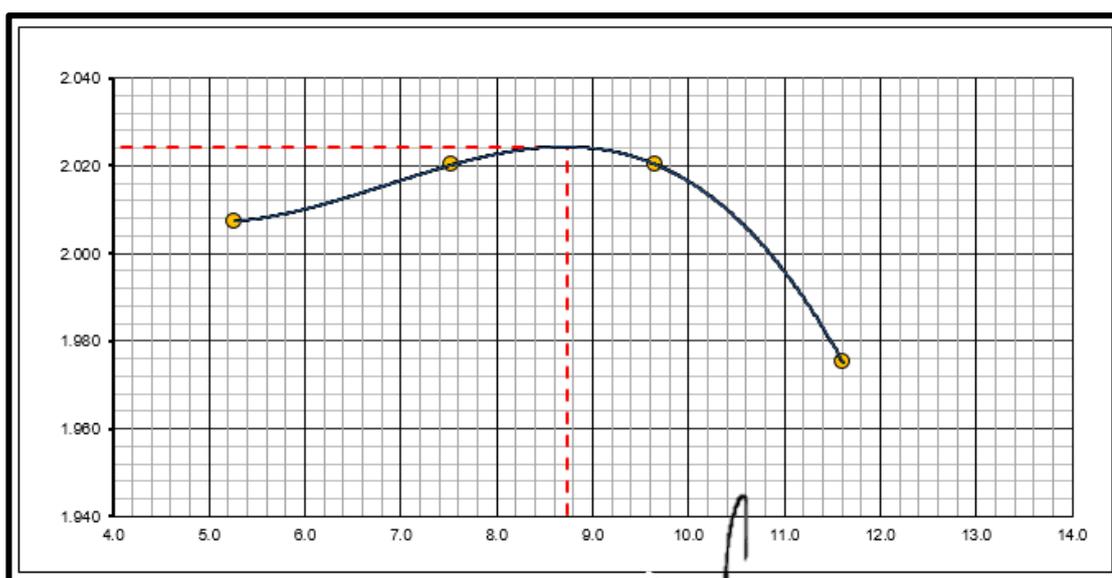
Tabla N° 11: Relación densidad/ humedad (Proctor).

CALICATA 01- M 02

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5	
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	3392	gr.	N° de golpes	25 G/p	
NUMERO DE ENSAYOS						1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde					gr.	5,355	5,410	5,450	5,440	
Peso Suelo Humedo Compactado					gr.	1,963	2,018	2,058	2,048	
Peso Volumetrico Humedo					gr.	2,113	2,172	2,215	2,205	
Recipiente Numero						-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara					gr.	500.0	500.0	500.0	500.0	
Peso Suelo Seco + Tara					gr.	475.0	465.0	456.0	448.0	
Peso de la Tara					gr.					
Peso del agua					gr.	25.0	35.0	44.0	52.0	
Peso del suelo seco					gr.	475	465	456	448	
Contenido de agua					%	5.3	7.5	9.6	11.6	
Densidad Seca					gr/cc	2.007	2.020	2.020	1.975	
RESULTADOS										
Densidad Máxima Seca						2.024	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.7	%
Densidad Máxima Seca Corregida							(gr/cm3)	Humedad óptima		%

Fuente: Autor

Gráfico N° 21: Relación densidad/ humedad (Proctor).



Fuente: Autor

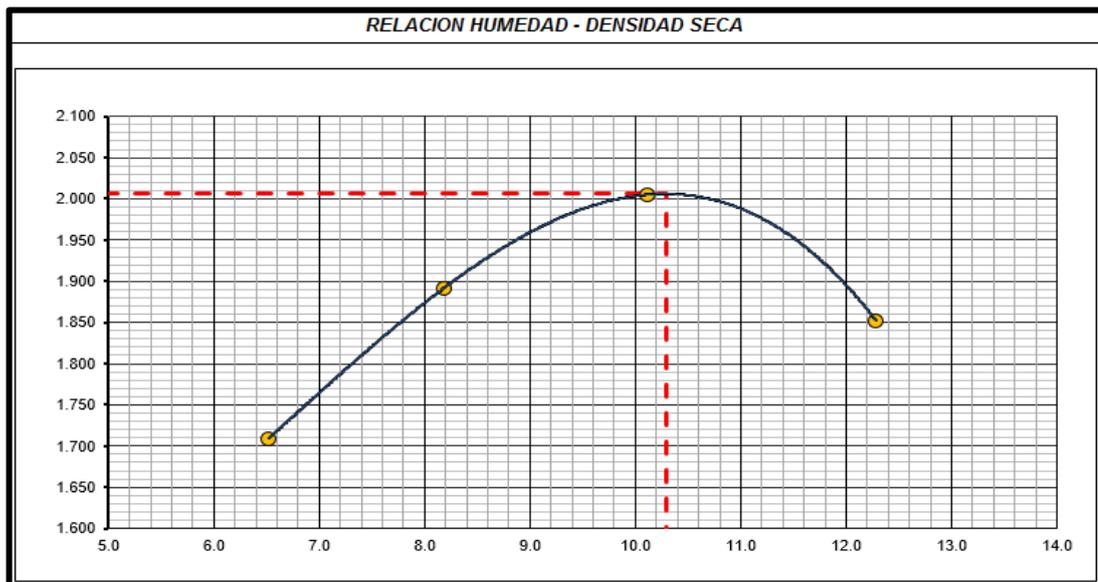
Tabla N° 12: Relación densidad/ humedad (Proctor).
 CALICATA 02- M 02

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	3392	gr.	N° de golpes	25 Glp
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	5,083	5,293	5,443	5,324				
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	1,691	1,901	2,051	1,932				
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.820	2.046	2.208	2.080				
Recipiente Numero		-	-	-	-				
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	523.0	476.0	305.0	457.0				
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	491.0	440.0	277.0	407.0				
Peso de la Tara	gr.								
Peso del agua	gr.	32.0	36.0	28.0	50.0				
Peso del suelo seco	gr.	491	440	277	407				
Contenido de agua	%	6.5	8.2	10.1	12.3				
Densidad Seca	gr/cc	1.709	1.892	2.005	1.852				
RESULTADOS									
Densidad Máxima Seca		2.006	(gr/cm3)	Humedad óptima	10.3	%			
Densidad Máxima Seca Corregida			(gr/cm3)	Humedad óptima		%			

Fuente: Autor

Gráfico N° 22: Relación densidad/ humedad (Proctor)

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



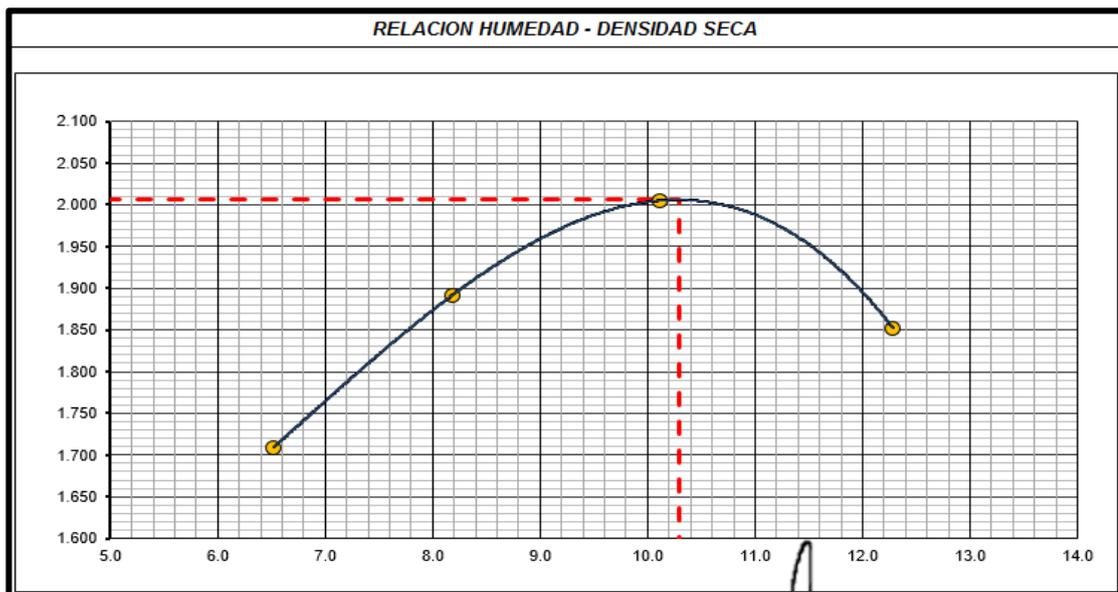
Fuente: Autor

Tabla N° 13: Relación densidad/ humedad (Proctor).
CALICATA 03 - M 02

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5	
	Metodo	A	B		C	Peso Molde	3392	gr.	N° de golpes
NUMERO DE ENSAYOS									
					1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde		gr.			5,083	5,293	5,443	5,324	
Peso Suelo Humedo Compactado		gr.			1,691	1,901	2,051	1,932	
Peso Volumetrico Humedo		gr.			1,820	2,046	2,208	2,080	
Recipiente Numero					-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara		gr.			523.0	476.0	305.0	457.0	
Peso Suelo Seco + Tara		gr.			491.0	440.0	277.0	407.0	
Peso de la Tara		gr.							
Peso del agua		gr.			32.0	36.0	28.0	50.0	
Peso del suelo seco		gr.			491	440	277	407	
Contenido de agua		%			6.5	8.2	10.1	12.3	
Densidad Seca		gr/cc			1.709	1.892	2.005	1.852	
RESULTADOS									
Densidad Máxima Seca					2.006	(gr/cm3)	Humedad óptima	10.3	%
Densidad Máxima Seca Corregida						(gr/cm3)	Humedad óptima		%

Fuente: Autor

Gráfico N° 23: Relación densidad/ humedad (Proctor).



Fuente: Autor

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

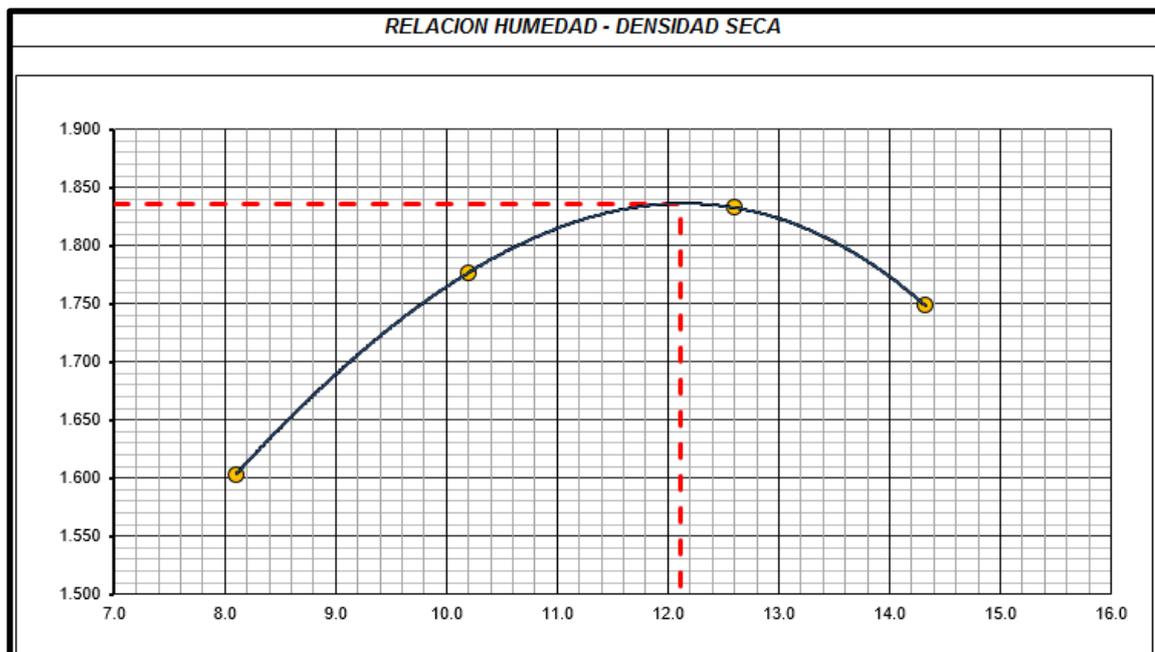
Tabla N° 14: Relación densidad/ humedad (Proctor).
CALICATA 04 - M 02

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	3392	gr.	N° de golpes	25 Glp
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde				gr.	5,002	5,211	5,309	5,249	
Peso Suelo Humedo Compactado				gr.	1,610	1,819	1,917	1,857	
Peso Volumetrico Humedo				gr.	1.733	1.958	2.064	1.999	
Recipiente Numero					-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara				gr.	466.0	413.0	411.0	463.0	
Peso Suelo Seco + Tara				gr.	431.1	374.8	365.0	405.0	
Peso de la Tara				gr.					
Peso del agua				gr.	34.9	38.2	46.0	58.0	
Peso del suelo seco				gr.	431	375	365	405	
Contenido de agua				%	8.1	10.2	12.6	14.3	
Densidad Seca				gr/cc	1.603	1.777	1.833	1.749	
RESULTADOS									
Densidad Máxima Seca					1.836	(gr/cm3)	Humedad óptima	12.1	%
Densidad Máxima Seca Corregida						(gr/cm3)	Humedad óptima		%

Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Gráfico N° 24: Relación densidad/ humedad (Proctor)



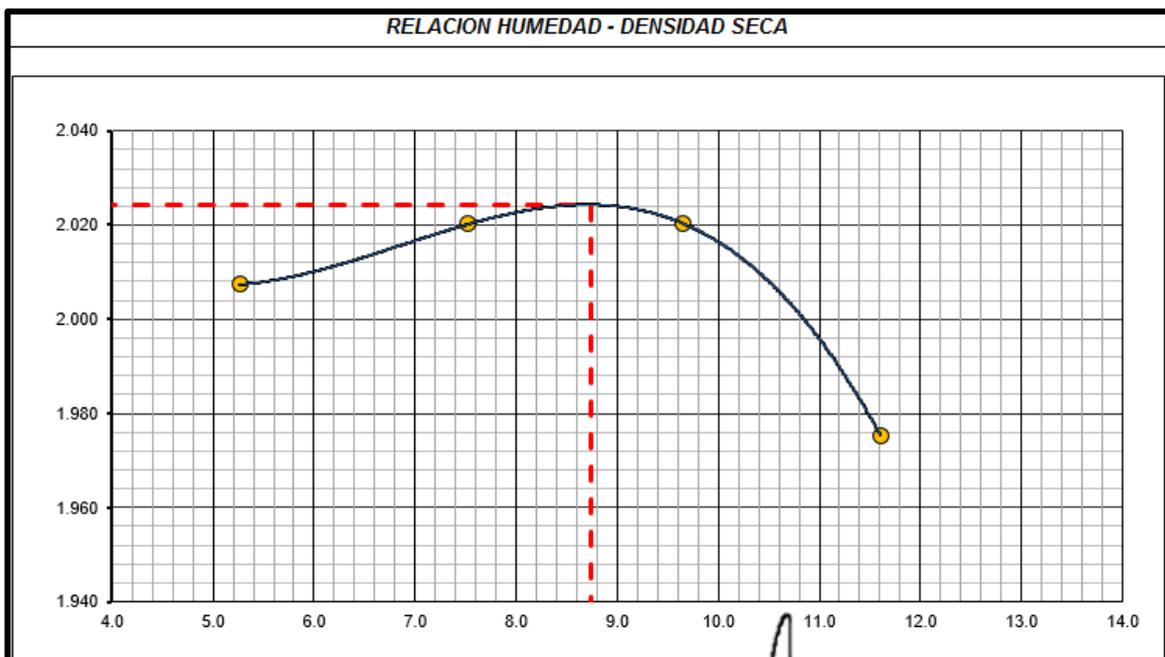
Fuente: Autor

Tabla N° 15: Relación densidad/ humedad (Proctor).
CALICATA 05 - M 02

Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"		Volumen Molde	929	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	C	Peso Molde	3392	gr.	N° de golpes	25 Glp
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde			gr.		5,355	5,410	5,450	5,440	
Peso Suelo Humedo Compactado			gr.		1,963	2,018	2,058	2,048	
Peso Volumetrico Humedo			gr.		2.113	2.172	2.215	2.205	
Recipiente Numero					-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara			gr.		500.0	500.0	500.0	500.0	
Peso Suelo Seco + Tara			gr.		475.0	465.0	456.0	448.0	
Peso de la Tara			gr.						
Peso del agua			gr.		25.0	35.0	44.0	52.0	
Peso del suelo seco			gr.		475	465	456	448	
Contenido de agua			%		5.3	7.5	9.6	11.6	
Densidad Seca			gr/cc		2.007	2.020	2.020	1.975	
RESULTADOS									
Densidad Máxima Seca					2.024	(gr/cm3)	Humedad óptima	8.7	%
Densidad Máxima Seca Corregida						(gr/cm3)	Humedad óptima		%

Fuente: Autor

Gráfico N° 25: Relación densidad/ humedad (Proctor).



Fuente: Autor

6.4. Relación de Capacidad de Soporte de CBR.

Tabla N° 16: Calculo del CBR y Penetración

CALICATA 01 - M 02

CALCULO DEL CBR						
Molde N°	13		14		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12405.0		12480.0		11539.0	
Peso de molde (g)	7820.0		8098.0		7286.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4585.0		4382.0		4253.0	
Volumen del molde (cm ³)	2072.0		2085.0		2121.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.213		2.102		2.005	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		500.0		500.0	
Peso suelo seco + tara (g)	460.0		460.4		459.7	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	40.0		39.6		40.3	
Peso de suelo seco (g)	460.0		460.4		459.7	
Contenido de humedad (%)	8.7		8.6		8.8	
Densidad seca (g/cm ³)	2.036		1.935		1.844	

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-13		MOLDE N°		M-14		MOLDE N°		M-15	
		STAND.	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		13	14			10	11			7	8		
1.270	0.050		37	38			34	35			25	26		
1.905	0.075		80	81			63	64			56	57		
2.540	0.100	70.29	121	121	294	21.5	102	102	242	17.7	98	98	164.6	12.1
3.810	0.150		275	274			210	209			170	170		
5.080	0.200	105.43	417	415	631	30.9	346	344	525	25.7	264	263	391.9	19.2
6.350	0.250		622	618			501	498			433	431		
7.620	0.300		789	784			662	658			587	583		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

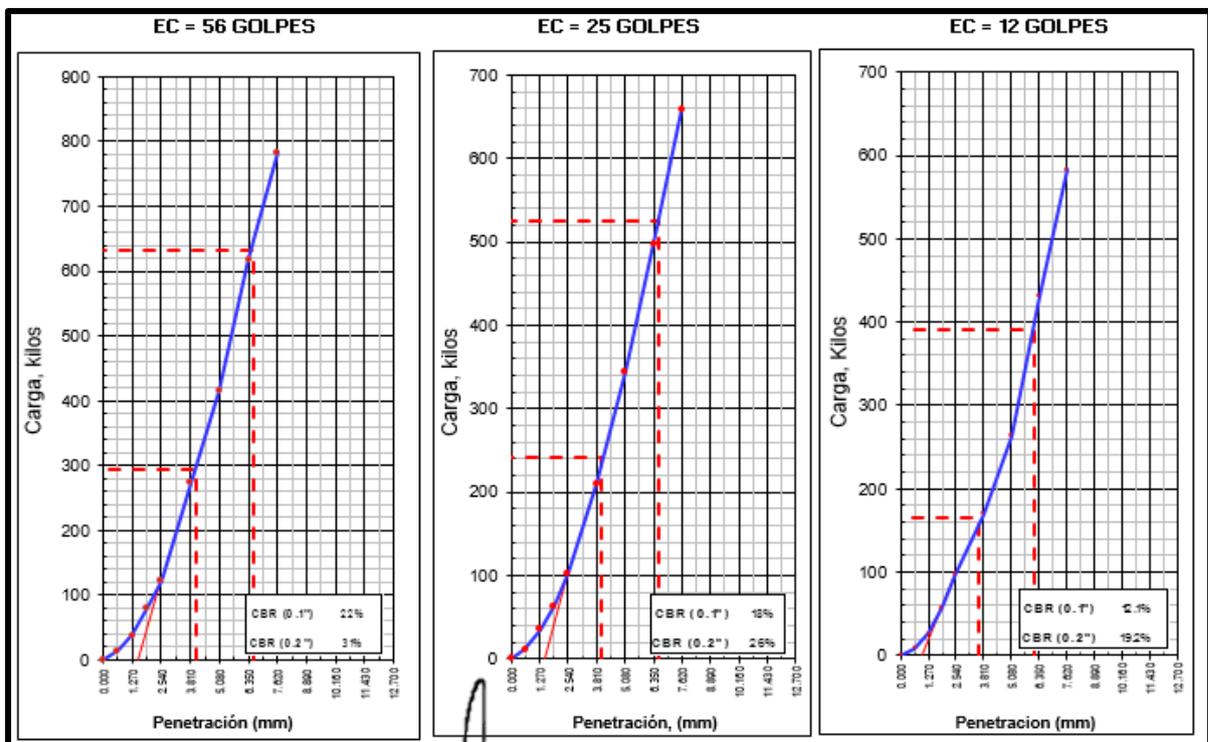
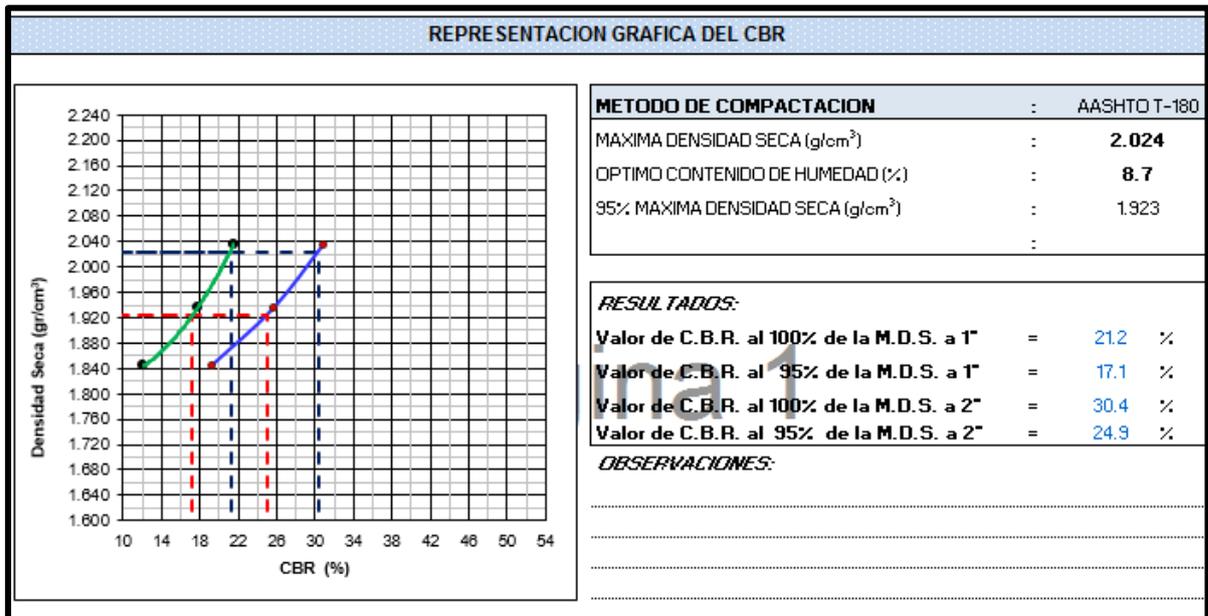
OBSERVACIONES: Anillo: 50 KN

Fuente: Autor

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Gráfico N° 26: Representación gráfica del CBR



Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



**Tabla N° 17: Calculo del CBR y Penetración
 CALICATA 02 - M 02**

CALCULO DEL CBR						
Molde N°	8		9		10	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12099.0		12450.0		11690.0	
Peso de molde (g)	7407.0		7997.0		7463.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4692.0		4453.0		4227.0	
Volumen del molde (cm ³)	2126.0		2120.0		2118.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.207		2.100		1.996	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		602.0		542.0	
Peso suelo seco + tara (g)	454.0		546.7		491.3	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	46.0		55.3		50.7	
Peso de suelo seco (g)	454.0		546.7		491.3	
Contenido de humedad (%)	10.1		10.1		10.3	
Densidad seca (g/cm ³)	2.004		1.908		1.809	

PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-08		MOLDE N°		M-09		MOLDE N°		M-10	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		30	33			10	13			6	9			
1.270	0.050		72	75			33	36			19	22			
1.905	0.075		120	123			93	96			51	54			
2.540	0.100	70.29	150	153	210	15.4	126	129	140	10.3	83	86	119.0	8.7	
3.810	0.150		244	247			189	192			140	143			
5.080	0.200	105.43	360	363	405	19.8	266	269	283	13.8	202	205	240.5	11.8	
6.350	0.250		444	447			370	373			262	265			
7.620	0.300		516	519			440	443			330	333			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

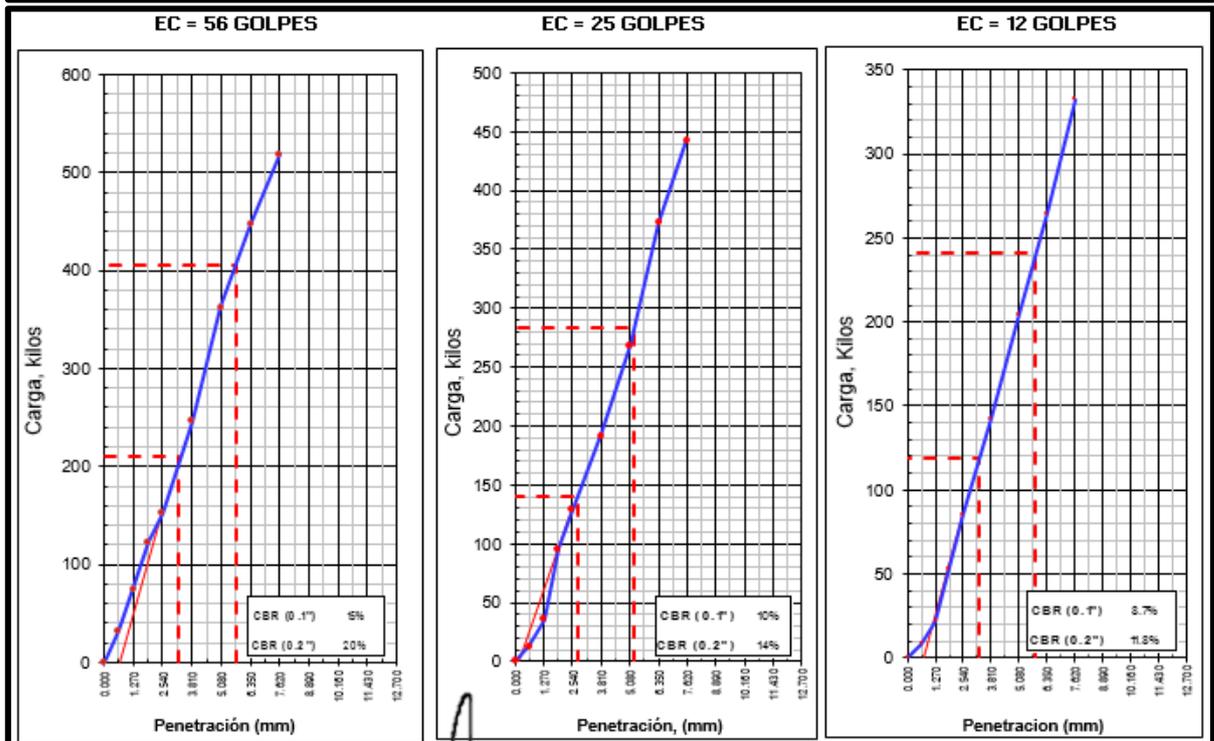
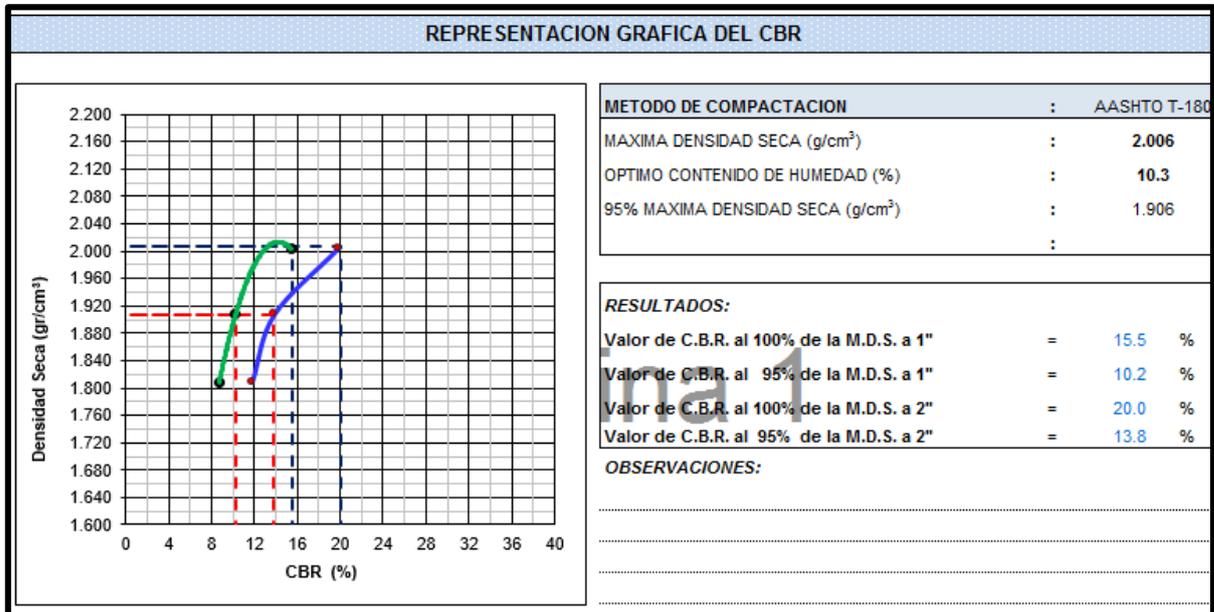
OBSERVACIONES : Anillo: 50 KN

Fuente: Autor



Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Gráfico N° 27: Representación gráfica del CBR



Fuente: Autor


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

**Tabla N° 18: Calculo del CBR y Penetración
 CALICATA 03 - M 02**

CALCULO DEL CBR						
Molde N°	8		9		10	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12099.0		12450.0		11690.0	
Peso de molde (g)	7407.0		7997.0		7463.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4692.0		4453.0		4227.0	
Volumen del molde (cm ³)	2126.0		2120.0		2118.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.207		2.100		1.996	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		602.0		542.0	
Peso suelo seco + tara (g)	454.0		546.7		491.3	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	46.0		55.3		50.7	
Peso de suelo seco (g)	454.0		546.7		491.3	
Contenido de humedad (%)	10.1		10.1		10.3	
Densidad seca (g/cm ³)	2.004		1.908		1.809	

PENETRACION															
PENETRACION		CARGA		MOLDE N°		M-08		MOLDE N°		M-09		MOLDE N°		M-10	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0			
0.635	0.025		30	33			10	13			6	9			
1.270	0.050		72	75			33	36			19	22			
1.905	0.075		120	123			93	96			51	54			
2.540	0.100	70.29	150	153	210	15.4	126	129	140	10.3	83	86	119.0	8.7	
3.810	0.150		244	247			189	192			140	143			
5.080	0.200	105.43	360	363	405	19.8	266	269	283	13.8	202	205	240.5	11.8	
6.350	0.250		444	447			370	373			262	265			
7.620	0.300		516	519			440	443			330	333			
10.160	0.400														
12.700	0.500														

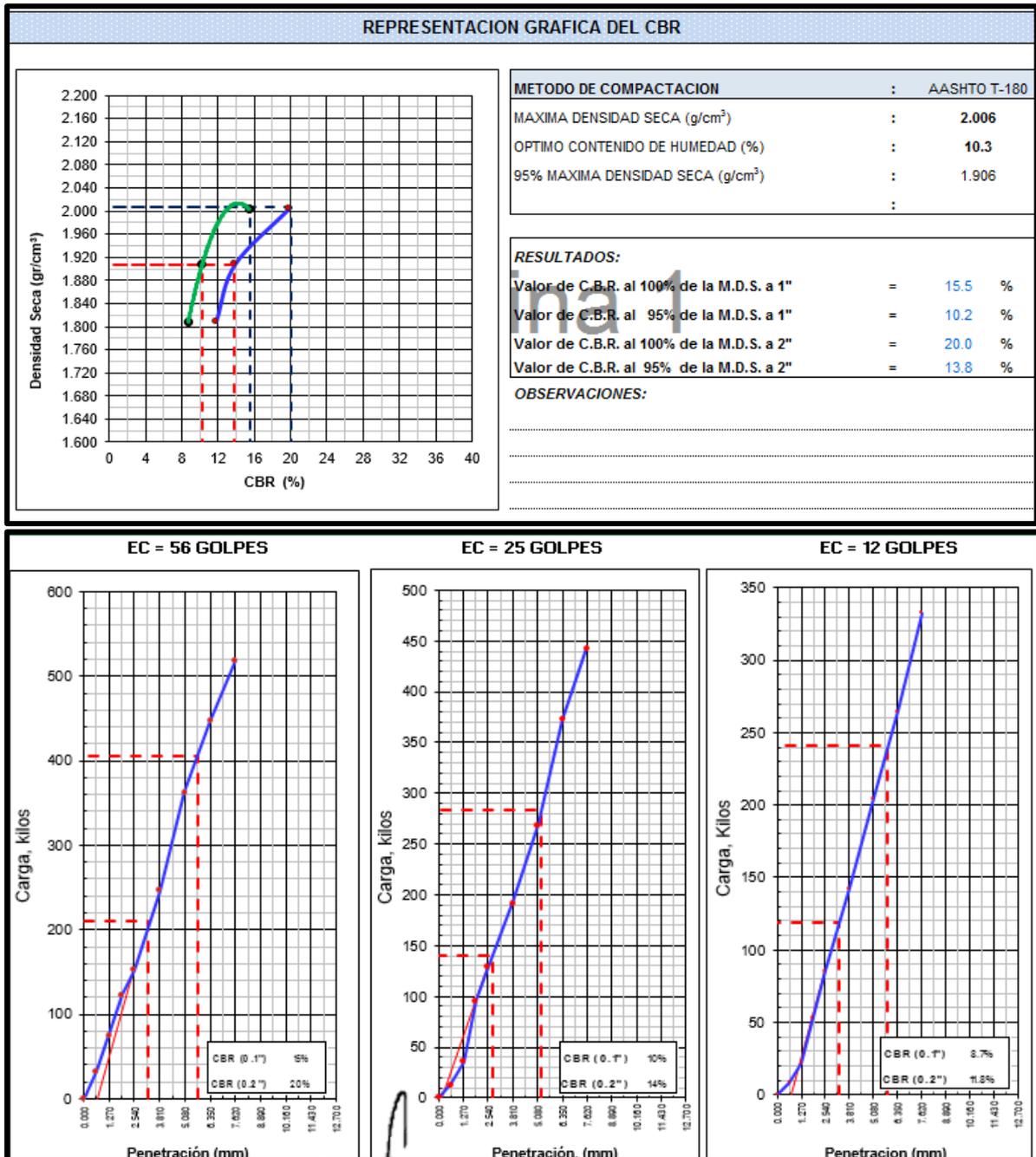
OBSERVACIONES : Anillo: 50 KN

Fuente: Autor



Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Gráfico N° 28: Representación gráfica del CBR



Fuente: Autor


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Tabla N° 19: Calculo del CBR y Penetración
CALICATA 04 - M 02

CALCULO DEL CBR						
Molde N°	5		6		7	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11600.0		12000.0		11530.0	
Peso de molde (g)	7248.0		7846.0		7628.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4352.0		4154.0		3902.0	
Volumen del molde (cm ³)	2113.0		2125.0		2122.0	
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.060		1.955		1.839	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	527.0		538.0		489.0	
Peso suelo seco + tara (g)	470.0		479.9		436.6	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	57.0		58.1		52.4	
Peso de suelo seco (g)	470.0		479.9		436.6	
Contenido de humedad (%)	12.1		12.1		12.0	
Densidad seca (g/cm ³)	1.837		1.744		1.642	

PENETRACION																		
PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-05		MOLDE N°		M-06		MOLDE N°		M-07					
mm	pulg.	STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	
0.000	0.000			0	0			0	0				0	0				
0.635	0.025			14	17			9	12				8	11				
1.270	0.050			34	37			22	25				15	18				
1.905	0.075			54	57			42	45				33	36				
2.540	0.100	70.29		76	79	93	6.8	52	55	70	5.1		44	47	-		3.4	
3.810	0.150			126	129			89	92				69	72				
5.080	0.200	105.43		169	172	182	8.9	122	125	143	7.0		89	92	-		4.5	
6.350	0.250			206	209			179	182				106	109				
7.620	0.300			238	241			207	210				136	139				
10.160	0.400																	
12.700	0.500																	

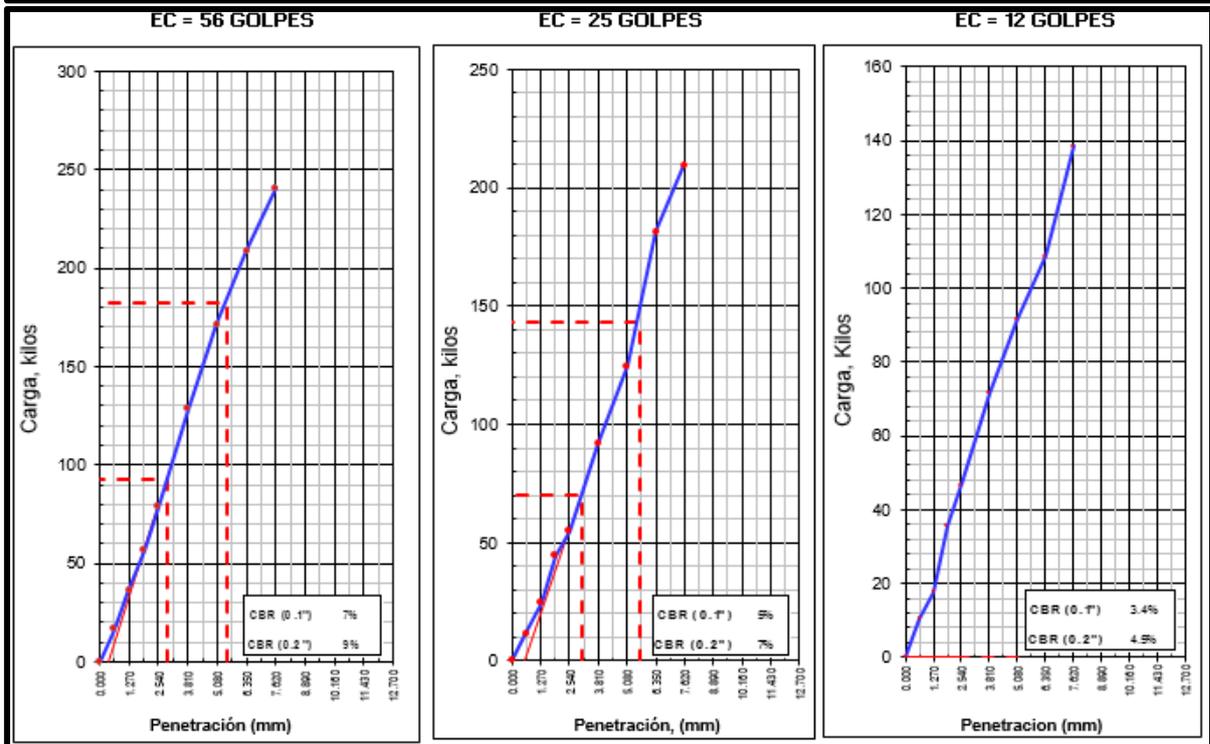
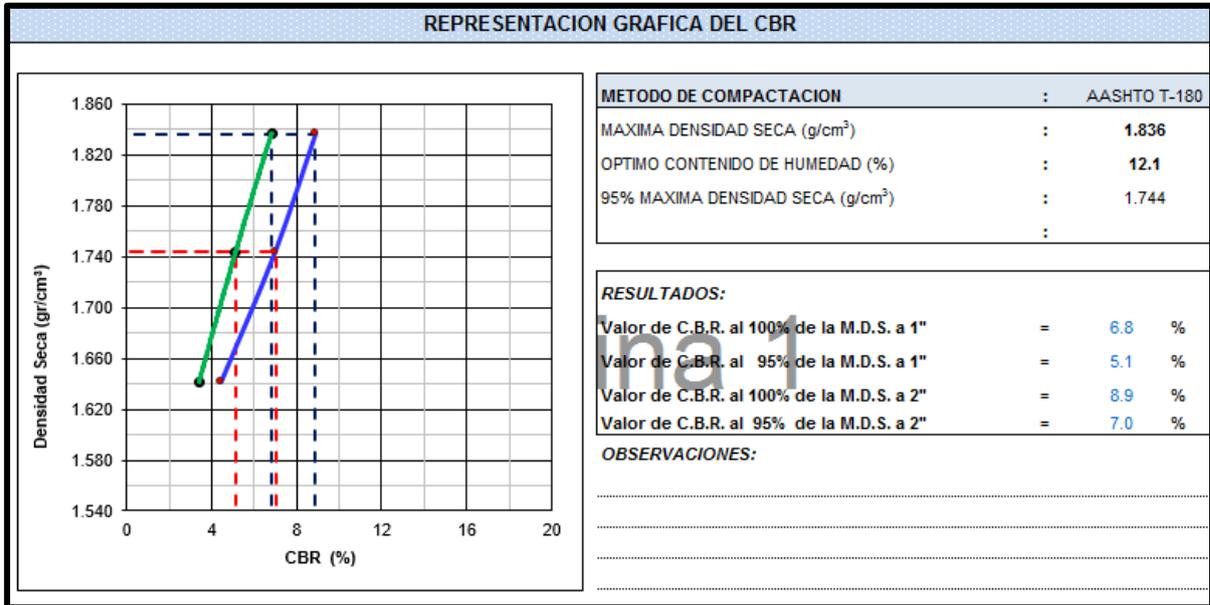
OBSERVACIONES: Anillo: 50 KN

Fuente: Autor

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Gráfico N° 29: Representación gráfica del CBR



Fuente: Autor


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

Tabla N° 20: Calculo del CBR y Penetración
CALICATA 05 - M 02

CALCULO DEL CBR						
Molde N°	13		14		15	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12405.0		12480.0		11539.0	
Peso de molde (g)	7820.0		8098.0		7286.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4585.0		4382.0		4253.0	
Volumen del molde (cm³)	2072.0		2085.0		2121.0	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.213		2.102		2.005	
Tara (N°)						
Peso suelo húmedo + tara (g)	500.0		500.0		500.0	
Peso suelo seco + tara (g)	460.0		460.4		459.7	
Peso de tara (g)						
Peso de agua (g)	40.0		39.6		40.3	
Peso de suelo seco (g)	460.0		460.4		459.7	
Contenido de humedad (%)	8.7		8.6		8.8	
Densidad seca (g/cm³)	2.036		1.935		1.844	

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA	MOLDE N°		M-13		MOLDE N°		M-14		MOLDE N°		M-15	
		STAND.	CARGA	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg
mm	pulg.	kg/cm2												
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		13	14			10	11			7	8		
1.270	0.050		37	38			34	35			25	26		
1.905	0.075		80	81			63	64			56	57		
2.540	0.100	70.29	121	121	294	215	102	102	242	17.7	98	98	164.6	12.1
3.810	0.150		275	274			210	209			170	170		
5.080	0.200	105.43	417	415	631	30.9	346	344	525	25.7	264	263	391.9	19.2
6.350	0.250		622	618			501	498			433	431		
7.620	0.300		789	784			662	658			587	583		
10.160	0.400													
12.700	0.500													

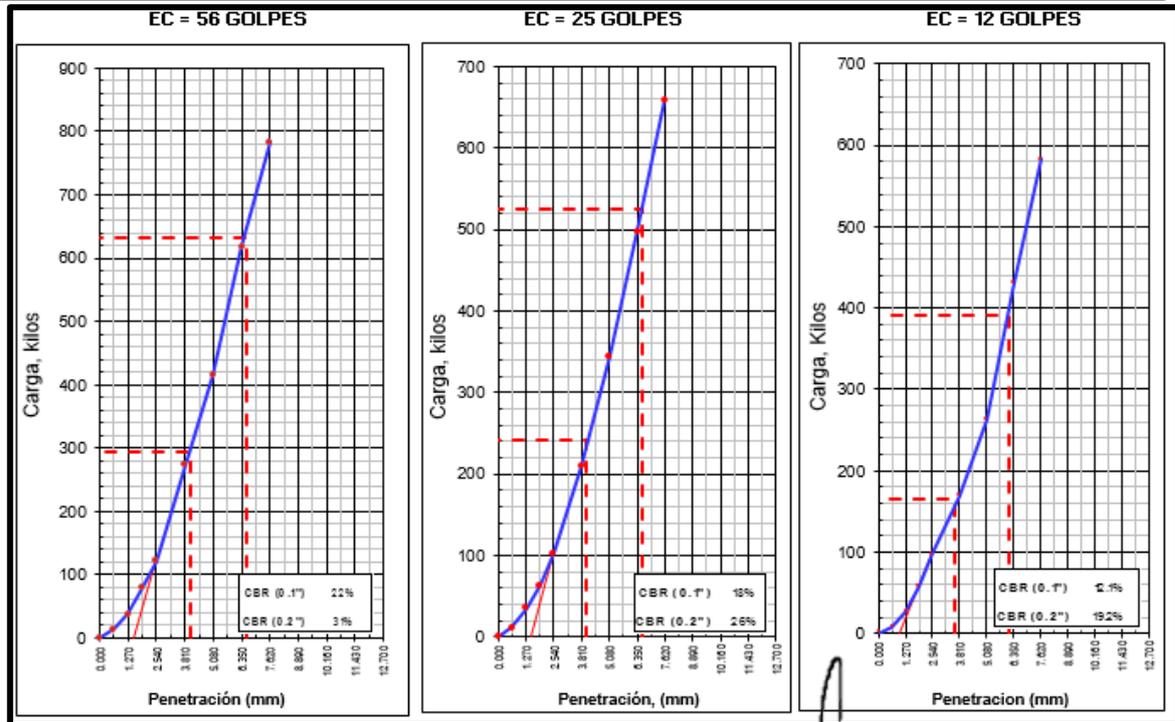
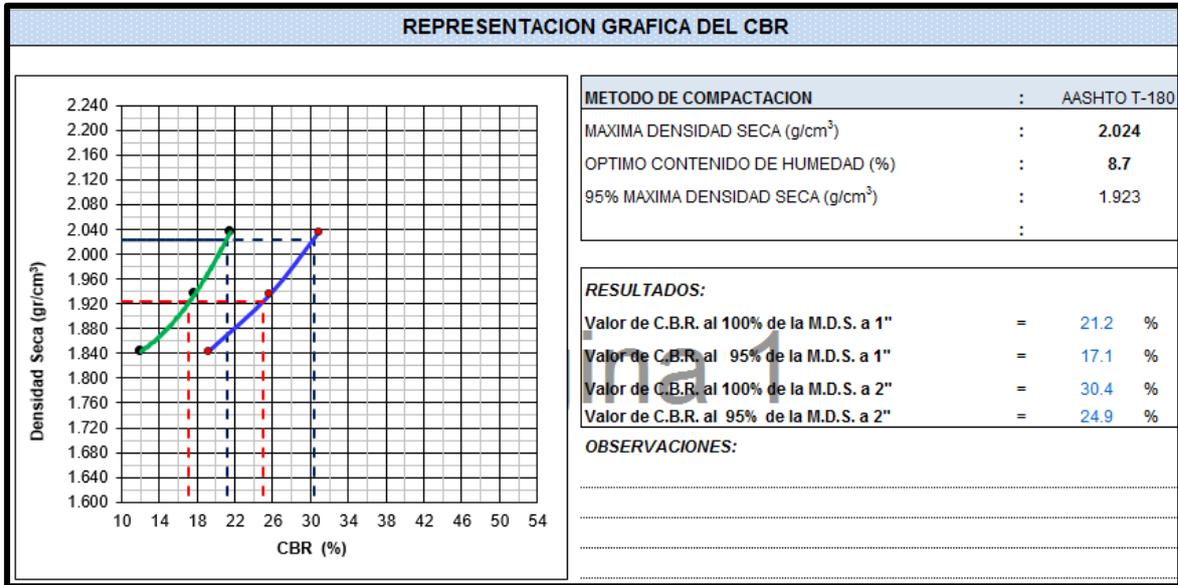
OBSERVACIONES : Anillo: 50 KN

Fuente: Autor

Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



Gráfico N° 30: Representación gráfica del CBR



Fuente: Autor


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



7. ESTUDIO DE CANTERAS

7.1. AFIRMADOS

Para la conformación de las capas de Base y Sub-base en la reposición del pavimento, estas procederán de la cantera Jibito ubicada en la carretera Sullana -Paita. La distancia desde el Sitio de obras hasta la Cantera es de 25 Km.

FIGURA N° 11: Vista Panorámica de la Cantera Jibito para Afirmados



Fuente: Fotografía Propia

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



El afirmado presenta las siguientes propiedades:

Granulometría	:	Superior tamaño 2"
Gradación	:	OK. GRAD. TIPO I (Material Zarandeado)
Limite Líquido	:	25.20 %
Limite Plástico	:	19.44 %
Índice Plástico	:	5.76%

Clasificación SUCS	:	GM
CBR	:	80.02 %
Máxima Densidad	:	2.28 gr/cm ³
Optimo de Humedad	:	7.80 %

Como se puede observar la cantera presenta una granulometría homogénea, consistente y plasticidad limosa para utilizarlo en las capas de Base y Sub-base.

El esponjamiento está determinado por los siguientes valores:

$$\text{Máxima Densidad del Próctor} = 2.28 \text{ gr/cm}^3$$

$$\text{Densidad Mínima} = 1.70 \text{ gr/cm}^3$$

Donde:

$$\% \text{ Esponjamiento} = \text{Densidad Mínima} - 1 / \text{Densidad Próctor}$$

Reemplazando valores:

$$\% \text{ Esponjamiento} = 1.70 - 1 / 2.28 \times 100$$

$$\% \text{ Esponjamiento} = 0.70 / 2.28 \times 100$$

$$\% \text{ Esponjamiento} = 30.70 \%$$



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



7.2. AGREGADOS PARA EL CONCRETO Y CAMA DE ARENA.

CANTERA SOJO

Los materiales para la capa filtrante del tipo hormigón y cama de arena para asentar el Adoquín, procederán de la Cantera Sojo, distante de 30 Km. (Desde La Obra hasta la Huaca). Se trata de un Deposito Aluvional en donde se aprecian playas de acumulaciones de gravas, de tamaños variables, mayores de 3" (En un 20%) subredondeados en una matriz arenosa los mismos que fueron acumulados por las permanentes crecidas de las quebradas.

El material deberá ser zarandeado para un obtener un tamaño máximo de 2" (Y obtener Hormigón) y el agregado grueso de tamaños de 1" (Para el Concreto), con un peso específico de 2.70, peso Volumétrico compactado de 1700 Kg/m³ y

granulometría homogénea. El agregado grueso tiene un porcentaje del 15% desgaste en la Máquina Los Ángeles (AASHTO T-96), demostrando que el agregado grueso es de óptima calidad.

La arena deberá ser zarandeada (Para la cama y el concreto) y tiene una perdida en la malla 200 de 1.7 %, con un peso específico de 2.68, un peso volumétrico suelto de 1504 Kg/m³.

Figura N°12: Vista Panorámica de la Cantera Sojo para Agregados



Fuente: Fotografía Propia

Ubicación en Coordenadas UTM:

CANTERA	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
SOJO	521853	9457363



Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

CANTERA CERRO MOCHO

La arena gruesa para las obras de concreto procederá de la cantera Cerro Mocho en el distrito de Ignacio Escudero a 55 Km del sitio de obras. Se trata de una arena con alto contenido de sílice y un módulo de fineza en el orden del 3%.

Figura N° 13: Vista Panorámica de la Cantera Cerro Mocho



Fuente: Fotografía propia

Ubicación en Coordenadas UTM:

CANTERA	COORDENADAS	
	ESTE	NORTE
CERRO MOCHO	507149	9469755

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Figura N° 14: DIAGRAMA DE CANTERAS

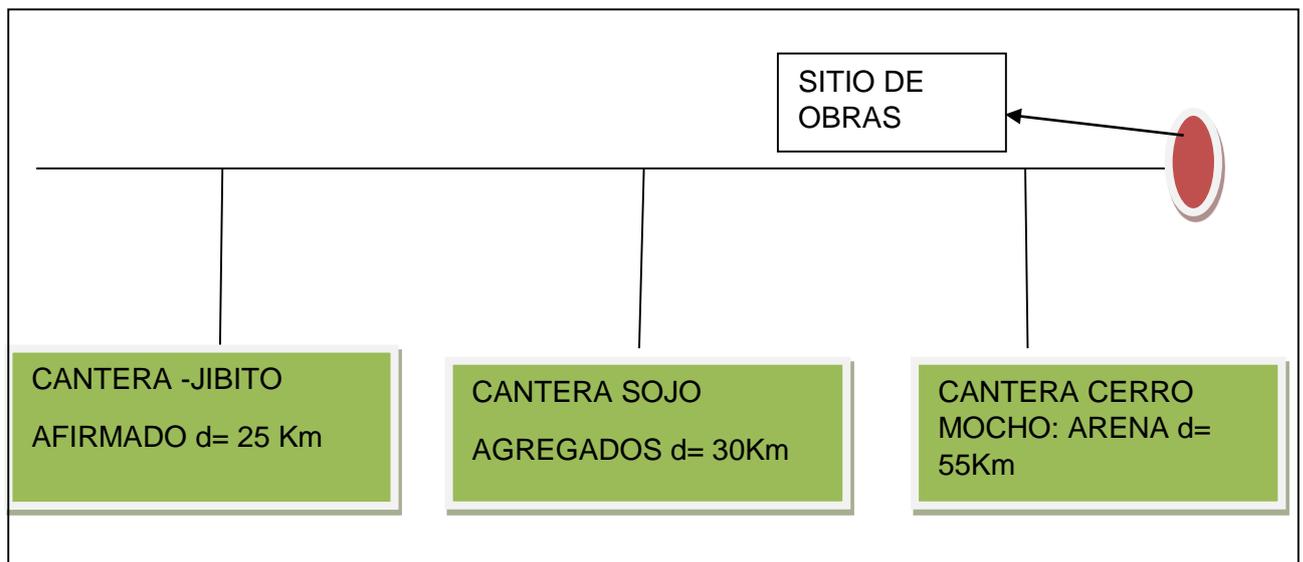


Figura N° 15: Ubicación de Canteras vista Google Earth



Fuente: Google Earth

Las coordenadas UTM de las canteras son:

Cantera	Norte	Este
Jibito-(Afirmado)	9189305	812374
Sojo	9457363	531853

 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Desde el punto de vista de Geología regional en la zona de estudio, se encuentran la formación Lancones representados por rocas del grupo Copa Sombrero que comprenden Lutitas grises con pórfidos, andesitas y areniscas grises de grano grueso con niveles de chert. También tenemos la formación Chira que consta de una sub unidad inferior de lunitas laminadas, de una sub unidad media compuesta por areniscas de grano grueso y la sub unidad superior por lunitas, arenisca y tobas.

- Desde el punto de vista geomorfológico tenemos: la repisa costanera, el Valle del río Chira y las colinas o puntas formadas por acción eólica y representada por las dunas estabilizadas.
- El área de estudio por pertenecer al Cinturón Circumpacificum, está ubicada en una región de actividad sísmica. Las principales unidades que se presentan son: La cordillera de los Andes y la Fosa tectónica, el cual producto de la interacción de las placas Sudamericana o continental que viaja en sentido Noroeste y la placa de Nazca que se mueve en dirección Este.
- El esquema adjunto ilustra las zonas mencionadas, mostrando que el área en estudio se enmarca dentro de las Zona 4, correspondiéndole un Factor de Zona o aceleración máxima de 0.45

Cuadro N° 01: FACTORES DE ZONA (Norma E-30)	
ZONA	FACTOR DE ZONA -Z (g)
4	0.45

- Los principales peligros geológicos para el proyecto son: inundación en las partes bajas que presentan cuencas ciegas y erosión del suelo arenoso la misma que puede provocar cangrejas por efectos de lluvias intensas por efectos del Fenómeno El Niño. Además, un probable Sismo destructor, porque nos encontramos en una zona sísmica. Por lo que se recomienda tener presente este tipo de peligros geológicos.
- La explorado del suelo se ha hecho a través de excavaciones manuales (calicatas) hasta una profundidad de 1,50 metros, donde se ha realizado 5 calicatas en las cuales hemos encontrado dos estratos por cada calicata
- En los primeros estratos de las 5 calicatas tenemos mayormente presencia de grava arcillosa (GC), seguida de arena limo-arcillosa mal graduada, compactada, mientras que en el segundo estrato estas calicatas encontramos la presencia de arena arcillosa con buena humedad.



- El contenido de humedad optima promedio del material de fundación de los segundos estratos de las calicatas es de 10,2%
- El CBR de la Subrasante está en el orden del 11 a 12%, considerando como de BUENO.



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

9. BIBLIOGRAFIA

- VALLE RODAS, RAUL** : TEMA: Esponjamiento de Suelos - 1978.
- ORDENORTE** : ESPECIFICACIONES TECNICAS DE
CONSTRUCCION DE CARRETERAS
- REGLAMENTO NACIONAL
CIMIENTACIONES** : NORMA E-50 SUELOS Y
TEMA: Normas de Ensayos.
- INSTITUTO MINERO Y
METALURGICO** : Boletín N° 039.- Carta Geológica
Nacional.
- INSTITUTO DE GEOLOGIA Y** : Historia de los Sismos Más Notables
- MINERIA. (E.SILGADO)** Ocurridos en el Perú (1513-1974)
- HUGO RIVERA MANTILLA** : Geología General
- JUAREZ BADILLO Y RICO
RODRIGUEZ** : Mecánica de Suelos Tomos I y II.
- JOSEPH BOWLES** : Propiedades Geofísicas de los Suelos



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



10. ANEXOS

CALICATAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

Figura 16. Calicata C – 01



Fuente: Fotografía propia, 2018

Figura 17. Calicata C – 02


 Roberto Elías Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Fuente: Fotografía propia, 2018

Figura 18. Calicata C – 03



Fuente: Fotografía propia, 2018

Figura 19. Calicata C – 04



Fuente: Fotografía propia, 2018



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077



Figura 20. Calicata C – 05



Fuente: Fotografía propia, 2018

ENSAYOS EN LABORATORIO

Figura 21: Ensayos del Análisis Granulométrico.



Fuente: Fotografía Propia, 2018.


 Roberto Elías Castro Aguirre



INGENIERO CIVIL
 CIP N° 88077

190

- ✚ **Descripción:** Se realizó el análisis granulométrico con la finalidad de ver medir y graduar los granos sedimentarios de las muestras encontradas.

Figura 22: Copa Casagrande.



Fuente: Fotografía Propia, 2018.

- ✚ **Descripción:** Se realizó el ensayo de copa de Casagrande para la determinación del límite líquido.

Figura 23: Ensayos de Limite Plástico.



Fuente: Fotografía Propia, 2018.


Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077

- ✚ **Descripción:** Se realizó el ensayo de límite plástico para obtener el porcentaje que tenía la muestra de arcilla de los estratos de las calicatas.

Figura 24: Ensayos de Proctor Modificado.



Fuente: Fotografía Propia, 2018.

- ✚ **Descripción:** Se realizó el ensayo de Proctor modificado que consiste en compactar una porción de suelo en un cilindro con volumen conocido, haciéndose variar la humedad para obtener la curva que relaciona la humedad y la densidad seca máxima a determinada energía de compactación.



Roberto Elías Castro Aguirre
INGENIERO CIVIL
CIP N° 88077



Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros								
P043	Nazca	0.938482	0.968412	1.029348	1.054918	1.108427	1.123463	0.924936	0.902211	1.026323	1.026347	1.095925	0.896682
P044	Pachangui	0.951242	0.972866	1.068221	1.033149	1.067478	1.103852	0.890865	0.949958	1.131137	1.130123	1.126137	0.839516
P045	Pacra	1.11054	1.116333	1.032097	0.874611	1.1261	1.055529	0.916323	0.999696	1.066166	1.025252	1.005852	0.966826
P046	Paita	0.88862	0.846215	0.955639	1.036748	1.152649	1.14622	1.35073	1.066184	1.026845	1.105145	1.089163	0.791592
P047	Pampa Cue	1.049977	0.941641	1.121317	1.130921	1.165483	1.20332	0.967152	0.740558	1.051413	1.022972	1.039633	0.914584
P048	Pampa Gal	1.049449	1.115322	1.189206	1.141811	0.953547	1.044147	0.968588	0.820661	1.029797	1.005944	1.030903	0.927163
P049	Patahuasi	1.154511	0.945466	1.168618	1.091643	1.128276	1.126704	0.924874	0.767332	0.989006	0.952423	1.00626	0.952658
P050	Pedro Ruiz	0.993233	1.029596	1.080265	1.20941	1.101453	1.037956	0.924837	0.913536	0.982339	1.028582	1.004107	0.997269
P051	Piura Sullar	0.920508	0.918587	1.012812	1.067426	1.079278	1.051401	0.996521	0.994501	1.034053	1.082971	1.066464	0.939187
P052	Pomalca	0.769321	0.749243	0.782892	0.831381	0.786013	1.014466	1.793785	0.974946	0.991258	1.01734	1.051915	0.998837
P054	Pozo Redo	0.918618	0.883502	0.989741	1.057258	1.050785	1.191273	1.046164	1.000733	1.103416	1.048364	1.036116	0.848653
P055	Pucará	0.929663	0.968912	1.081974	1.106895	1.118226	1.06081	0.923353	0.909883	1.036513	1.071227	1.030331	0.937501
P056	Punta Perd	1.016504	0.741978	1.141825	1.23129	1.206355	1.190819	0.886978	0.597177	1.158515	1.107127	1.283573	1.123881
P057	Quiulla	1.054813	1.085522	1.094876	0.922164	1.007071	1.060803	0.857949	0.958452	1.045872	1.058378	1.023853	0.930233
P058	Ramiro Prialé	0.933362	0.998265	1.019429	1.028051	1.032356	1.019612	0.965779	0.94197	1.0244	0.996099	1.018927	0.965203
P059	Rumichaca	1.313437	1.023745	0.995061	0.826767	1.198725	1.183175	0.864668	0.951512	1.214331	1.028613	1.08611	1.047318
P060	Santa Lucí	1.265383	0.949992	1.29314	1.23995	1.301753	1.048459	1.093066	0.840069	1.165849	1.130071	1.155767	0.847905
P065	Socos	1.208747	1.059142	0.999469	0.877132	1.075259	1.064181	0.972343	0.965082	1.03334	0.996466	1.008091	0.997567
P066	Tambo Gra	0.883966	0.939828	1.044692	1.119472	1.138508	1.08281	1.093651	1.062226	1.074473	0.953255	0.961313	0.829641
P067	Tomasiri	1.040521	1.044316	1.084451	1.073745	1.064572	1.071234	1.333246	0.957206	0.855623	1.033469	1.028658	0.844004
P068	Tunan	1.010867	1.060881	1.108091	0.966025	1.086967	1.037544	0.817707	0.878406	0.969556	0.927743	1.001607	0.880768
P071	Vesique	0.814895	0.841455	0.95883	1.06878	1.118806	1.523528	1.020828	1.066687	1.146105	1.100048	1.096971	0.875895
P072	Virú	0.944645	0.927037	0.998822	1.021412	1.100525	1.062779	0.964774	1.053462	1.140958	1.072133	1.092897	0.861916
P073	Yauca	0.920191	0.837839	1.027747	1.055378	1.212323	1.080176	1.007029	1.015024	1.119397	1.099244	1.177167	0.866008
P074	Zarumilla	1.065796	0.985743	1.057375	1.062092	1.208126	1.037788	0.997303	0.955574	0.9764	0.987004	1.011604	1.555471

Figura 36. Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2010 – 2015).

Fuente: Unidad de peaje PVN.

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		Pesados	Pesados	Pesados	Pesados								
P051	Piura Sullana	0.971908	0.945697	1.017677	1.050156	1.041486	0.998695	0.991567	1.005043	1.029725	1.076486	1.04789	0.961201
P052	Pomalca	1.028688	0.984591	0.915422	0.911452	0.875076	0.853631	1.121234	1.174516	1.012305	0.999812	1.069298	1.056931
P055	Pucará	1.067441	1.057953	1.116125	1.051319	1.066838	1.004507	0.95136	0.946114	0.972668	1.00339	0.970048	0.959383
P056	Punta Perdida	1.123175	0.974032	1.114108	1.100241	1.054507	1.15003	0.912521	0.824565	0.999358	0.996328	1.036562	1.009794
P057	Quiulla	1.09462	1.028769	0.994728	0.898368	0.932131	0.98086	0.96974	1.010022	1.032476	1.041747	1.038144	1.036301
P058	Ramiro Prialé	1.292422	0.939355	0.907594	1.086915	1.034067	0.973959	1.026707	0.935233	0.971744	0.907958	0.99763	1.055491
P059	Rumichaca	1.162753	1.022717	1.033297	0.941196	0.983642	0.934395	0.918484	0.94772	1.154767	0.990122	1.044174	1.05234
P060	Santa Lucía	1.089248	1.031527	1.091317	1.097922	1.103856	0.987479	1.049061	0.923008	0.9883	0.979695	0.951238	0.898871
P061	Saylla	1.033154	1.002258	1.048227	1.197009	1.087123	1.085906	1.02691	0.967106	0.969674	0.99655	0.959322	0.913599
P062	Serpentín de F	0.984569	1.000589	1.044372	1.053622	1.046078	1.026596	1.012132	1.011137	1.030776	0.984974	0.975315	0.911831
P063	Sicuyani	1.062581	0.970722	1.036539	1.034068	1.039184	1.279381	1.026615	0.894581	1.453616	0.980164	0.945178	0.905259
P065	Socos	1.1464	1.017059	1.019566	0.938151	0.980499	0.950679	0.9817	0.975897	1.036117	1.011057	1.063374	1.020175
P066	Tambo Grande	0.679286	0.79392	1.111716	1.336768	1.248861	1.105966	1.196294	1.225046	1.25441	1.069327	1.005585	0.729283
P067	Tomasiri	1.028449	0.994837	1.008505	1.027927	1.032552	1.091474	1.378336	0.98149	0.928631	1.005755	1.004334	0.87817
P068	Tunan	0.931964	1.004743	1.110132	1.079956	1.030331	0.962541	0.954718	0.958826	0.934054	0.903903	0.92484	0.848276
P069	Variante de Pe	1.54765	1.297654	1.613231	1.442094	1.176629	1.02673	0.966506	0.998111	1.022116	0.857908	0.931199	0.984059
P070	Variante de U	0.991809	0.957938	1.049206	1.109913	1.13632	0.982197	1.096105	1.041322	1.076587	1.025323	1.035436	0.976793
P071	Vesique	0.935848	0.938301	0.989097	1.093545	1.098104	1.454017	1.045259	1.008173	1.062021	1.020666	0.998231	0.906754
P072	Virú	0.965911	0.947022	1.001504	1.074519	1.095366	1.012392	1.042734	1.00621	6.945909	0.999724	0.998837	0.906233
P073	Yauca	1.028696	0.991589	1.031376	1.028534	1.081314	1.020634	1.048597	0.993168	1.040947	1.005764	0.996853	0.892818
P074	Zarumilla	0.951598	0.871844	0.96171	0.9777	1.136449	0.959047	0.988594	1.046416	1.012343	1.085088	1.196038	1.75495

Figura 37. Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2010 – 2015).

Fuente: Unidad de peaje PVN.

DEPARTAMENTO	AÑOS			
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
COSTA				
Callao	2.6	2.3	2.1	1.8
Ica	1.7	1.5	1.3	1.2
La Libertad	1.8	1.7	1.5	1.3
Lima	1.9	1.7	1.5	1.3
Moquegua	1.7	1.6	1.4	1.3
Piura	1.3	1.2	1.1	0.9
Tacna	3	2.7	2.4	2.1
Tumbes	2.8	2.6	2.3	2
SIERRA				
Ancash	1	0.9	0.8	0.7
Apurímac	0.9	1	1	1
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.3	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1
Huancavelica	0.9	1	0.9	0.9
Huánuco	2	1.8	1.7	1.6
Junín	1.2	1.2	1	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1
SELVA				
Amazonas	1.9	1.8	1.7	1.5
Loreto	2.5	2.2	2	1.9
Madre de Dios	3.3	2.9	2.6	2.3
San Martín	3.7	3.3	2.9	2.6
Ucayali	3.7	3.3	2.9	2.5

Figura 38. Tasa de Crecimiento Anual de la población por Departamento del Perú.

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática - INEI.

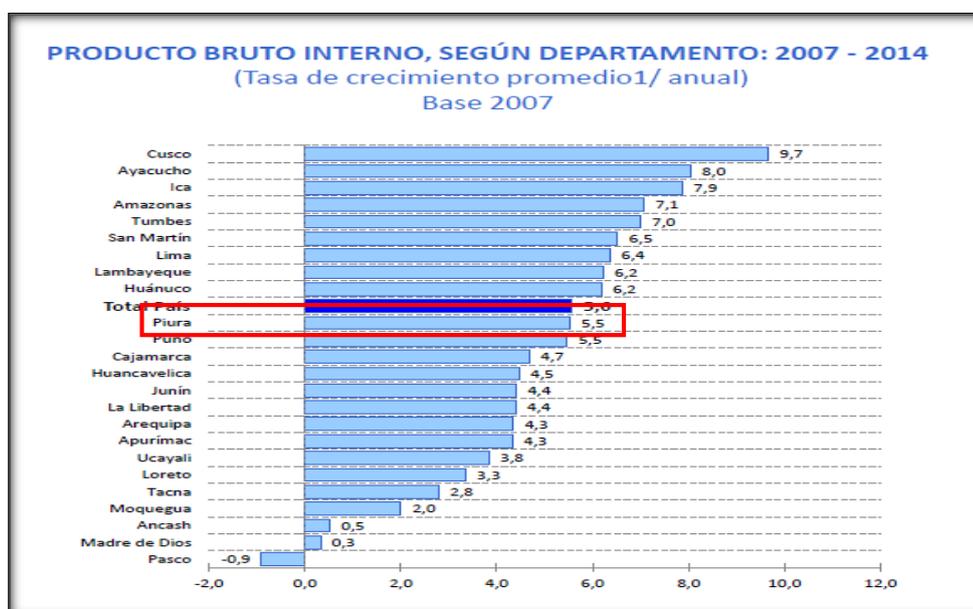


Figura 39. Tasa de Crecimiento Anual del Producto Bruto Interno por Región del Perú.

Fuente: Producto Bruto Interno (PBI).

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

Figura 40. Factor de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES		
		1RO	2DO	3RO
CAMIÓN 2 E (C2)	7	11		
CAMIÓN 3 E (C3)	7	18		
SEMI TRAYLER T2S1/T2S2	7	11	18	
SEMI TRAYLER T2S3	7	11	25	

Figura 41. Cargas compuestas por los vehículos según sus ejes.

Fuente: Elaboración propia, 2018, en base al reglamento nacional de vehículos.

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	EJE DELANTERO	CONJUNTO DE EJES POSTERIORES			TOTAL
		1RO	2DO	3RO	
CAMIÓN 2 E (C2)	1.27	3.24			4.51
CAMIÓN 3 E (C3)	1.27	2.02			3.29
SEMI TRAYLER T2S1/T2S2	1.27	3.24	2.02		6.53
SEMI TRAYLER T2S3	1.27	3.24	1.71		6.22

Figura 42. Ejes equivalentes ejercidos por cada vehículo.

Fuente: Elaboración propia, 2018, en base al reglamento nacional de vehículos.

TABLA DE PESOS Y MEDIDAS								
Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Eje Delant	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
				Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º	4º	
C2		12,30	7	11	—	—	—	18
C3		13,20	7	18	—	—	—	25
C4		13,20	7	23 ⁽¹⁾	—	—	—	30
8x4		13,20	7+7 ⁽²⁾	18	—	—	—	32
T2S1		20,50	7	11	11	—	—	29
T2S2		20,50	7	11	18	—	—	36
T2Se2		20,50	7	11	11	11	—	40
T2S3		20,50	7	11	25	—	—	43

Figura 43. Pesos y medidas máximas permitidas de Vehículos Pesados.

Fuente: Reglamento Nacional de Vehículos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	

Figura 44. Ecuación de eje equivalente por cada vehículo.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

Tipos Tráfico pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE	Tipos Tráfico pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado Expresado en EE
T _{P0}	> 75,000 EE	T _{P10}	> 10'000,000 EE
	≤ 150,000 EE		≤ 12'500,000 EE
T _{P1}	> 150,000 EE	T _{P11}	> 12'500,000 EE
	≤ 300,000 EE		≤ 15'000,000 EE
T _{P2}	> 300,000 EE	T _{P12}	> 15'000,000 EE
	≤ 500, 000 EE		≤ 20'000,000 EE
T _{P3}	> 500, 000 EE	T _{P13}	> 20'000,000 EE
	≤ 750, 000 EE		≤ 25'000,000 EE
T _{P4}	> 750, 000 EE	T _{P14}	> 25'000,000 EE
	≤ 1'000,000 EE		≤ 30'000,000 EE
T _{P5}	> 1'000,000 EE	T _{P15}	>30'000,000 EE
	≤ 1'500,000 EE		
T _{P6}	> 1'500,000 EE		
	≤ 3'000,000 EE		
T _{P7}	> 3'000,000 EE		
	≤ 5'000,000 EE		
T _{P8}	> 5'000,000 EE		
	≤ 7'500,000 EE		
T _{P9}	> 7'500,000 EE		
	≤ 10'000,000 EE		

Figura 45. Número de repeticiones acumuladas de ejes equivalentes de 8.2 T, en el carril del diseño.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

ANEXO 2.4. Resistencia del Concreto.

Diseño de Mezcla.



CONSULTGEOPAV SAC
 RUC: 20602407021
 Sistema Integral
 de Geotecnia
 Suelos y Pavimentos
 Telf: 037-501000 Cel. Claro: 986279811 - Cel Movistar: 979199772
 Direccion: Calle Arequipa # 308 Bellavista - Sullana - Piura

Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 (*)$

Obra : Aplicación de la Técnica Whitetopping en la Evaluación del Pavimento Flexible en el CP Mallares - CP Saman - Sullana - Piura, 2018

Cemento : Pacasmayo Tipo MS (MH) ® Fecha: 27-Ago-18
 Ag. Fino : Cantera Cerro Mocho

Ag. Grueso : Cantera Sojo

Agua :
 Aditivo 1 : Dosis _____ P. Especific. _____ kg/lt

Aditivo 2 : Dosis _____ P. Especific. _____ kg/lt

Asentamiento : 2" - 4"

Concreto : **sin** aire incorporado

Características de los agregados				Valores de diseño			
Definición	Agregado Fino	Agregado Grueso	Cemento	Agua	R a/c (*)	Cemento	Aire atrapado
Peso Específico kg/m ³	2650	2656	2980	190.0	0.50	380.0	2
Peso Unitario Suelto	1591	1539	1501				
Peso Unitario Varillado	1699	1663					
Módulo de fineza	2.87						
% Humedad Natural	2.80	1.70					
% Absorción	0.87	1.08					
Tamaño Máximo Nominal	3/8"	3/4"					

Volumen absolutos m ³ /m ³ de mezcla				
Agua	Cemento	Aire	Pasta	Agregados
0.190	0.128	0.020	0.338	0.662
Relacion agregados en mezcla ag. f/ ag. gr.			42%	58%

Volumen absoluto de agregados		Fino		Grueso	
0.662	m ³	42%	0.278 m ³	58%	0.384 m ³
			737.344 kg/m ³		1020.542 kg/m ³

Pesos de los elementos kg/m ³ de mezcla		
	Secos	Corregidos
Cemento	380.0	380.0
Agr. fino	737.3	758.0
Agr. grueso	1020.5	1037.9
Agua	190.0	169.4
Aditivo Sikament 290 N	0.00	0.00
Aditivo Sika 5	0.00	0.00
Colada kg/m ³	2327.9	2345.3

Aporte de agua en los agregados	
Ag. fino	14.23
Ag. grueso	6.33
Agua libre	20.56
Agua efectiva	169.4

Volumenes aparentes con humedad natural de acopio				
	Cemento	Fino	Grueso	Agua (lt)
En m ³	0.253		0.674	169.4
En pie ³	8.940		23.82	169.4

Dosificación en Planta/Obra con humedad de acopio						
En peso por kg de cemento	Cemento (kg)	Ag. Fino (kg)	Ag. Grueso (kg)	Agua (lt)		
		1	1.995	2.731	0.446	0.0
En volumen por bolsa de cemento	Cemento (bolsa)	Ag. Fino (pie ³)	Ag. Grueso (pie ³)	Agua (lt)		
		1	1.9	2.7	19.0	

Observaciones

Se empleo : CEMENTO PORTLAND TIPO MS

Figura 46. Diseño de Mezcla de Concreto Hidráulico – $F'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

Ensayo a la Compresión del Concreto Hidráulico.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS													
PROYECTO APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018													
UBICACIÓN : LABORATORIO DE CONCRETO													
												FECHA DE INFORME : OCTUBRE DEL 2018	

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRÁULICO F'C - 280 Kg/cm²
MTC E 704 ASTM C 39 Y AASHTO T 22**

NÚMERO DE TESTIGO	REGISTRO	UBICACIÓN	FECHA		Edad Dias	SLUMP (PULGADAS)	Diámetro (cm)		AREA (cm ²)	LECTURA DEL DIAL (kg)	RESISTENCIA DEL TESTIGO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA DEL DISEÑO F'c (Kg./cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA %	RESISTENCIA REQUERIDA %	OBSERVACIONES			
			MOLDEO	ROTURA			D1	D2										
P-01	DISEÑO N°1 F'c 280 Kg./cm ²	LABORATORIO DE CONCRETO	06/09/2018	13/09/2018	7	2	15.00		176.7	41750	236	280	84	70	CUMPLE			
P-02				13/09/2018		2	15.00		176.7	42100	238	280	85		CUMPLE			
P-03				13/09/2018		2	15.00		176.7	41650	236	280	84		CUMPLE			
P-04				06/09/2018	LABORATORIO DE CONCRETO	06/09/2018	14	20/09/2018	2	15.00		176.7	46000	260	280	93	85	CUMPLE
P-05								20/09/2018	2	15.00		176.7	46600	264	280	94		CUMPLE
P-06								20/09/2018	2	15.00		176.7	46800	265	280	95		CUMPLE
P-07				04/10/2018	LABORATORIO DE CONCRETO	04/10/2018	28	04/10/2018	2	15.00		176.7	50755	287	280	103	100	CUMPLE
P-08								04/10/2018	2	15.00		176.7	50737	287	280	103		CUMPLE
P-09								04/10/2018	2	15.00		176.7	50720	287	280	103		CUMPLE

Figura 47. Ensayo a la Compresión del Concreto Hidráulico– F'c= 280 Kg/cm².

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y pavimentos de CONSULTGEOPAV SAC.

Anexo 2.5. Espesor del recubrimiento.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%	-0.385
	T _{P1}	150,001	300,000	70%	-0.524
	T _{P2}	300,001	500,000	75%	-0.674
	T _{P3}	500,001	750,000	80%	-0.842
	T _{P4}	750 001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%	-1.282
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%	-1.282
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%	-1.282
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	90%	-1.282
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	90%	-1.282
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	90%	-1.282
	T _{P15}		>30'000,000	95%	-1.645

Figura 48. Valores recomendados a nivel de confiabilidad (R) y desviación estándar normal (Zr) para una sola etapa de 20 años según rango de tráfico.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)	ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL O TERMINAL (Pt)	DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P2}	300,001	500,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P3}	500,001	750,000	4.10	2.00	2.10
	T _{P4}	750,001	1,000,000	4.10	2.00	2.10
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	4.30	2.50	1.80
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	4.30	2.50	1.80

Figura 49. Índice de Serviabilidad Inicial (Pi). Índice de serviabilidad final o terminal (Pt). Diferencial de severidad según rango de tráfico.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

RANGOS DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOTRACCIÓN DEL CONCRETO (MR)	RESISTENCIA MÍNIMA EQUIVALENTE A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (F'c)
$\leq 5'000,000$ EE	40 kg/cm ²	280 kg/cm ²
$> 5'000,000$ EE $\leq 15'000,000$ EE	42 kg/cm ²	300 kg/cm ²
$> 15'000,000$ EE	45 kg/cm ²	350 kg/cm ²

Figura 50. Valores Recomendados de resistencia de concreto según rango de tráfico.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

TIPO DE BERMA	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

Figura 51. Valores de Coeficiente de transmisión de carga J.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Módulo resiliente efectivo del suelo:

Las propiedades mecánicas del suelo de la sub rasante se caracterizan en AASHTO 93 por el módulo resiliente (MR). El módulo resiliente mide las propiedades elásticas reconociendo sus características no lineales. El módulo resiliente se correlaciona con el CBR, mediante la siguiente ecuación:

$MR = 1500 \times CBR$ (PSI), Ecuación es razonable para suelos de gradación fina con CBR menores que 10%.

Nuestro CBR es 11.9%, entonces se usará la fórmula:

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64} \quad (1)$$

$$Mr(psi) = 2555 \times 11.9^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 12446.40$$

Módulo elástico efectivo de la base:

$CBR_{SUB-BASE} = 80\%$ (Ver figura 31 – Anexo 3.5) por ser CBR mayor al 10 % se emplea la siguiente fórmula:

$$Mr(psi) = 17,6 \times CBR^{0.64} \text{ MPa} \quad (2)$$

$$Mr(psi) = 17,6 \times 80^{0.64} \text{ MPa}$$

$$Mr(psi) = 290,73 \times 145,038$$

$$Mr(PSI) = 42166.90$$

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a_1	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE

Figura 52. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

EE		Tp0	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5	Tp6	Tp7
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000
CBR %	M _R	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	17 cm	20 cm	22 cm
CBR < 6%	≤ 185 PCI (52 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
		(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
≥ 6% CBR < 10%	> 185 PCI (52 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	17 cm	20 cm	22 cm
	≤ 223 PCI (63 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
≥ 10% CBR < 20%	> 223 PCI (63 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	17 cm	19 cm	21 cm
	≤ 279 PCI (79 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm
≥ 20% CBR < 30%	> 279 PCI (79 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	16 cm	19 cm	21 cm
	≤ 373 PCI (105 MPa/m)	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm	15 cm

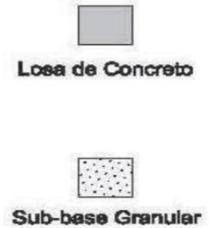


Figura 53. Catálogo de estructuras de pavimento rígido con pasadores y con bermas de concreto y para un factor $J=2.8$ – Periodo de Diseño 20 años.

Fuente: Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.

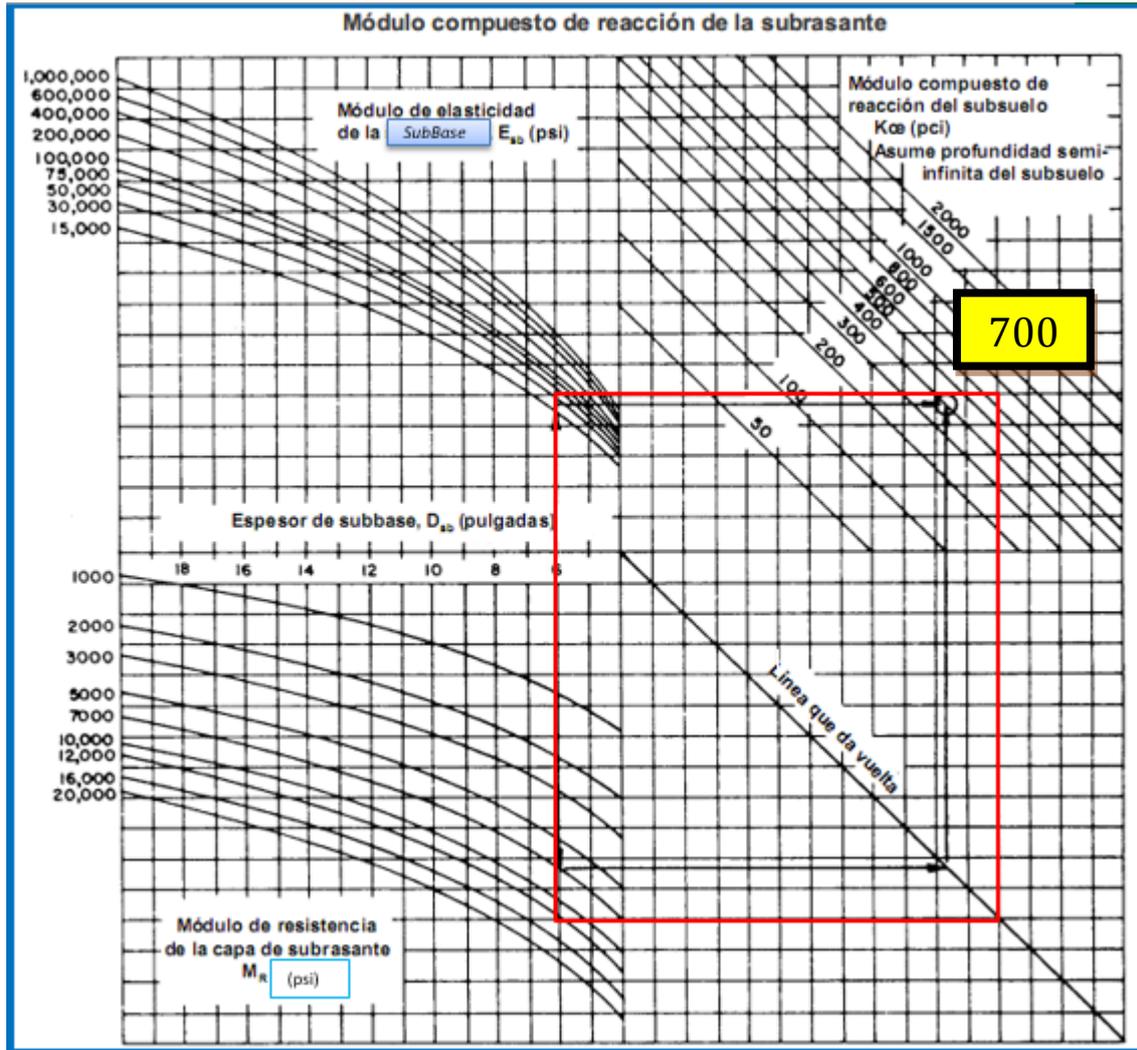


Figura 54. *Módulo compuesto de reacción de la subrasante.*
Fuente: Elaboración propia, a base de la Metodología AASHTO 93.

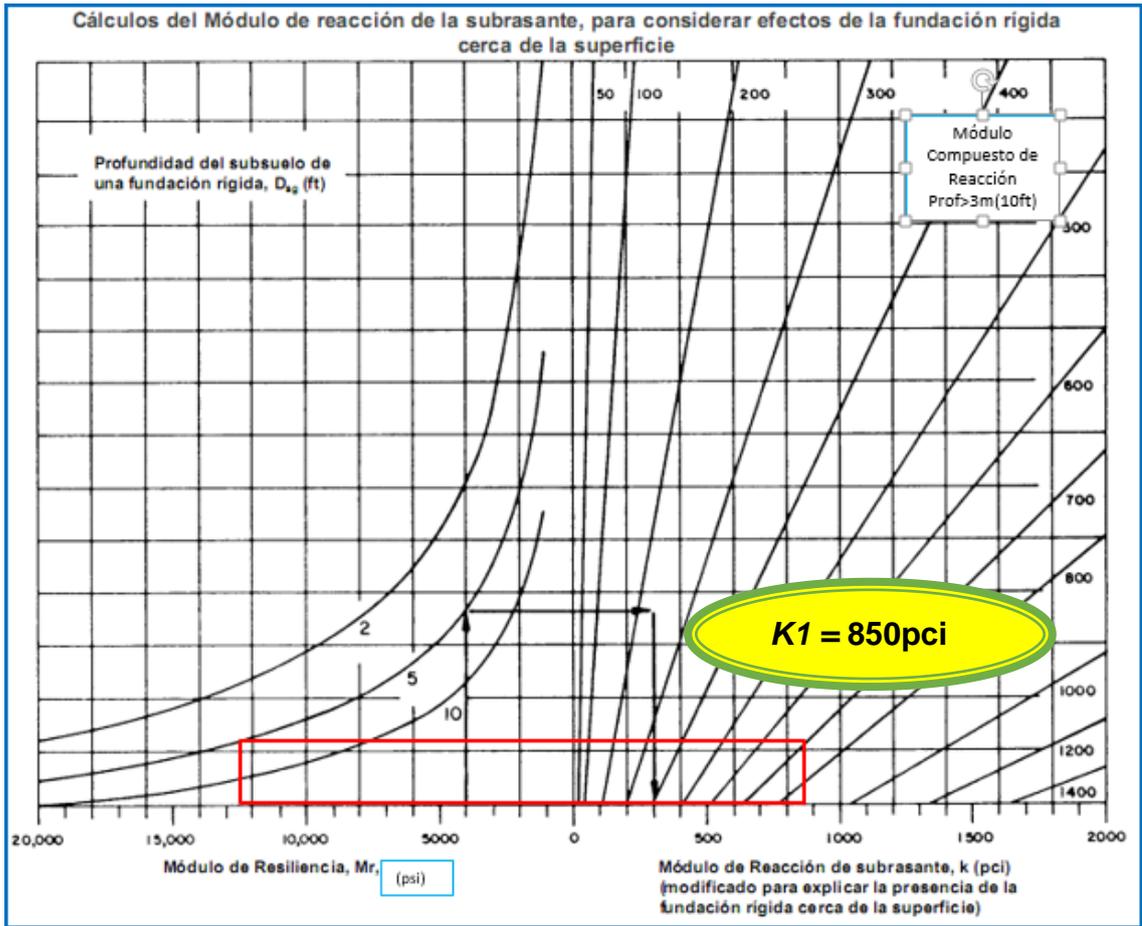


Figura 55. Módulo de reacción de la subrasante modificado para explicar la presencia de la fundación rígida cerca de la superficie.

Fuente: Autor Propio, a base de la Metodología AASHTO 93.

TIPO DE MATERIAL	PERDIDA DE SOPORTE
Base granular tratada con cemento (E = 1000 000 a 2000 000 psi)	0.0 - 1.0
Mezclas de agregado con cemento (E = 500 000 a 1000 000 psi)	0.0 - 1.0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1000 000 psi)	0.0 - 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas (E = 40 000 a 300 000 psi)	0.0 - 1.0
Estabilizaciones con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1.0 - 3.0
Materiales granulares sin ligante (E = 15 000 a 45 000 psi) Is = 2.00	1.0 - 3.0
Materiales granulares finos o sub-rasante natural (E = 3 000 a 40 000 psi)	2.0 - 3.0

Figura 56. Pérdida de soporte (*Is*).

Fuente: *Manual de Carreteras: “Suelos, geología, geotécnica y pavimentos” – RD N°10-2014-MTC/14.*

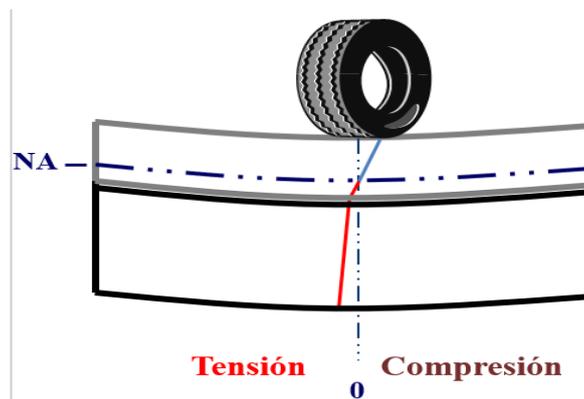


Figura 57. Adherido.

Fuente: *Guide to Concrete Overlays, ACPA Publication TB020P, American Concrete Pavement Association, 2014.*

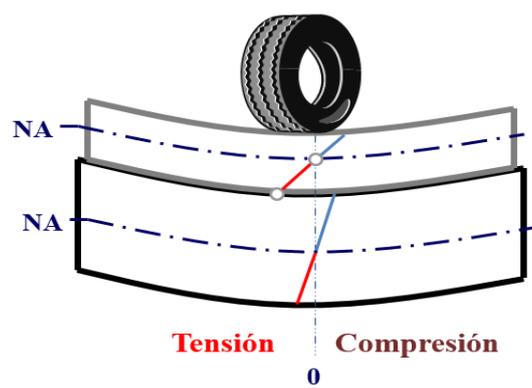


Figura 58. *No adherido.*

Fuente: Guide to Concrete Overlays, ACPA Publication TB020P, American Concrete Pavement Association, 2014.

Tabla 31. *Juntas de espaciamiento recomendada.*

Ancho de carril (metro)	Espesor del Whitetopping	
	< 12.7cm (5 pulg)	≥12.7cm (5 pulg)
3	1.5 x 1.8 (m)	3 x 3.65 (m)
3.65	1.8 x 1.8 (m)	3.65 x 3.65 (m)

Fuente: Elaboración propia, 2018.

ANEXO 03: ACTAS DE VALIDACIÓN.



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Starsky Adán Timana Camacho con DNI N° 76.823732 Magister en Cálculo de Obras Civiles N°
 CIP: 2040.90, de profesión Ingeniero Civil?
 Desempeñándome actualmente como Especialidad de Estructuras en Gobierno Regional Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL E INFORME) PARA IDENTIFICAR LAS CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Starsky Adán Timana Camacho
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 204090

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Starsky Adán Timaná Camacho con DNI N° 76823732 Magister en
Cálculo de Obras Civiles N°
 CIP: 204090, de profesión Ingeniero Civil
 Desempeñándome actualmente como Especialidad de Estructuras en
Gobierno Regional Piura.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL) PARA IDENTIFICAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Starsky Adán Timaná Camacho
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 204090

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Starsky Adam Timaná Camacho con DNI N° 76823732: Magister en Colocación de Obras Civiles N° 204090, de profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente como Especialidad de Estructuras en Gobierno Regional Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FORMULAS, TABLAS Y ÁBACOS PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Starsky Adam Timaná Camacho
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 204090

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ... Starsky Adán Timana Camacho con DNI N° ... 76823732 ... Magister en
 Cálculo de Obras Civiles N°
 CIP: ... 204090 ..., de profesión ... Ingeniero Civil
 Desempeñándome actualmente como ... Especialidad de Estructuras en
 Gobierno Regional Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FORMATOS DE EXCEL PARA DETERMINAR LAS CARGAS DE TRANSITABILIDAD	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Starsky Adán Timana Camacho
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 204090

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Starsky Adan Timana Camacho con DNI N° 76823732... Magister en
Cálculo de Obras Civiles..... N°
 CIP: 204090....., de profesión Ingeniero Civil.....
 Desempeñándome actualmente como Especialidad de Estructuras..... en
Gobierno Regional Piura.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL E INFORME) PARA IDENTIFICAR LAS FALLAS DE PAVIMENTO EXISTENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Starsky Adan Timana Camacho
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 204090

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Starsky Adán Timana Camacho con DNI N° 76023732 Magister en
Cálculo de Obras Civiles N°
 CIP: 204090, de profesión Ingeniero Civil
 Desempeñándome actualmente como Especialidad de Estructuras en
Gobierno Regional Piura

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

PLANOS DE LA ZONA DE ESTUDIO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Starsky Adán Timana Camacho
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 204090

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Roberto Elias Puzho Aguirre con DNI N° ... 03672122 Ingeniero en
 Mecánica de Suelo N°
 CIP: 88077 de profesión Ingeniero Civil
 Desempeñándome actualmente como Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelo en
 Consult.geopov SAC

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL E INFORME) PARA IDENTIFICAR LAS CARÁCTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 04 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Roberto Elias Puzho Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 C.P. N° 88077

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Roberto Elias Castro Aguirre con DNI N° 03672422 Ingeniero en Mecánica de Suelo N° CIP: 88077, de profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente como Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelo en Consulting group SAC

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL) PARA IDENTIFICAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 04 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Roberto Elias Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 D.P. N° 88077

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ... Roberto Elias Castro Aguirre ... con DNI N° ... 03672122 ... Ingeniero en
 Mecánica de Suelo N°
 CIP: ... 88077 ..., de profesión Ingeniero Civil
 Desempeñándome actualmente como ... Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelo ... en
 Consult. Geo. Pav. SAC

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

PLANOS DE LA ZONA DE ESTUDIO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 04 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Roberto Elias Castro Aguirre
 Ingeniero Civil
 CIP 88077

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ...Roberto Dias Castro Aguirre... con DNI N° ...03672122..... Ingeniero en
Mecánico de Suelo..... N°
 CIP: ...88097....., de profesiónIngeniero Civil.....
 Desempeñándome actualmente como ...Jefe de Laboratorio de Mecánico de Suelo... en
Consultora Geopon SAC.....

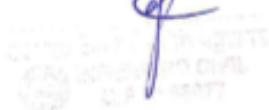
Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FORMATOS DE EXCEL PARA DETERMINAR LAS CARGAS DE TRANSITABILIDAD	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 04 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Roberto Elias Castro Aguirre con DNI N° 03672172 Ingeniero en Mecánica de Suelo N° CIP: 88077, de profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente como Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelo en Consultgeopav SAC

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL E INFORME) PARA IDENTIFICAR LAS FALLAS DE PAVIMENTO EXISTENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 04 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Roberto Elias Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 C.P. 88077

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Roberto Elias Castro Aguirre con DNI N° 03672422..... Ingeniero en
 Mecánica de Suelo N°
 CIP: 88077....., de profesión Ingeniero Civil.....
 Desempeñándome actualmente como Jeefe de Laboratorio de Mecánica de Suelo en
 Consult.geopon...SAS.....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FORMULAS, TABLAS Y ÁBACOS PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 04 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.


 Roberto Elias Castro Aguirre
 INGENIERO CIVIL
 CIP 88077

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ELICEO GUERRERO LABAN con DNI N° 02856030 Ingeniero en ESPECIALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRAS CIVILES

N° CIP: 157926, de profesión INGENIERO CIVIL

Desempeñándome actualmente como Subgerente de Desarrollo U.R. en MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORROPÓN

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

PLANOS DE LA ZONA DE ESTUDIO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de DICIEMBRE del Dos mil Dieciocho.



ELICEO GUERRERO LABAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 157926

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ELICEO GUERRERO LABAN con DNI N° 02856030 Ingeniero en
ESPECIALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRAS
 N° CIP: 157928 , de profesión INGENIERO CIVIL
 Desempeñándome actualmente como SUBGERENTE DE DESARROLLO URBANO RURAL en
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MONROPÓN

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FORMATOS DE EXCEL PARA DETERMINAR LAS CARGAS DE TRANSITABILIDAD	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad				X	
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de DIEMBRE del Dos mil Dieciocho.


 ELICEO GUERRERO LABAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 187888



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ELICEO GUERRERO LABÁN con DNI N° 02836030 Ingeniero en ESPECIALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRAS

N° CIP: 157928, de profesión INGENIERO CIVIL

Desempeñándome actualmente como SUBGERENTE DE DESARROLLO URBANO RURAL en MUNICIPALIDAD DISTRITAL MORROPÓN

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL E INFORME) PARA IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de Diciembre del Dos mil Dieciocho.

Elíceo Guerrero Labán
 ELICEO GUERRERO LABAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 157928

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ELICEO GUERRERO LABAN con DNI N° 02856030 Ingeniero en
ESPECIALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRAS
 N° CIP: 157928, de profesión INGENIERO CIVIL
 Desempeñándome actualmente como SUB GERENTE DE DESARROLLO URBANO RURAL en
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORROPÓN

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL E INFORME) PARA IDENTIFICAR LAS FALLAS DE PAVIMENTO EXISTENTE	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de NOVIEMBRE del Dos mil Dieciocho.


 ELICEO GUERRERO LABAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 157928



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ELICEO GUERRERO LABÁN con DNI N° 02856030..... Ingeniero en
ESPECIALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRAS
 N° CIP: 15792B, de profesión INGENIERO CIVIL
 Desempeñándome actualmente como SUBGERENTE DE DESARROLLO URBANO RURAL en
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORROPÓN

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FICHAS DE LABORATORIO (EXCEL) PARA IDENTIFICAR LA RESISTENCIA DEL CONCRETO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de DIEMBRE del Dos mil Dieciocho.

Eliceo Guerrero Labán
 ELICEO GUERRERO LABAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 15792B



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, ELICEO GUERRERO LABAN con DNI N° 02856030 Ingeniero en ESPECIALIDAD DE EJECUCIÓN DE OBRA

N° CIP: 159928, de profesión INGENIERO CIVIL

Desempeñándome actualmente como Subgerente de Desarrollo Urbano Rural en MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MORNOBÓN

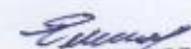
Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos del Proyecto de Desarrollo de Tesis: **“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C. P MALLARES-C. P SAMAN-SULLANA- PIURA, 2018”**

Guías de Pautas y Cuestionario

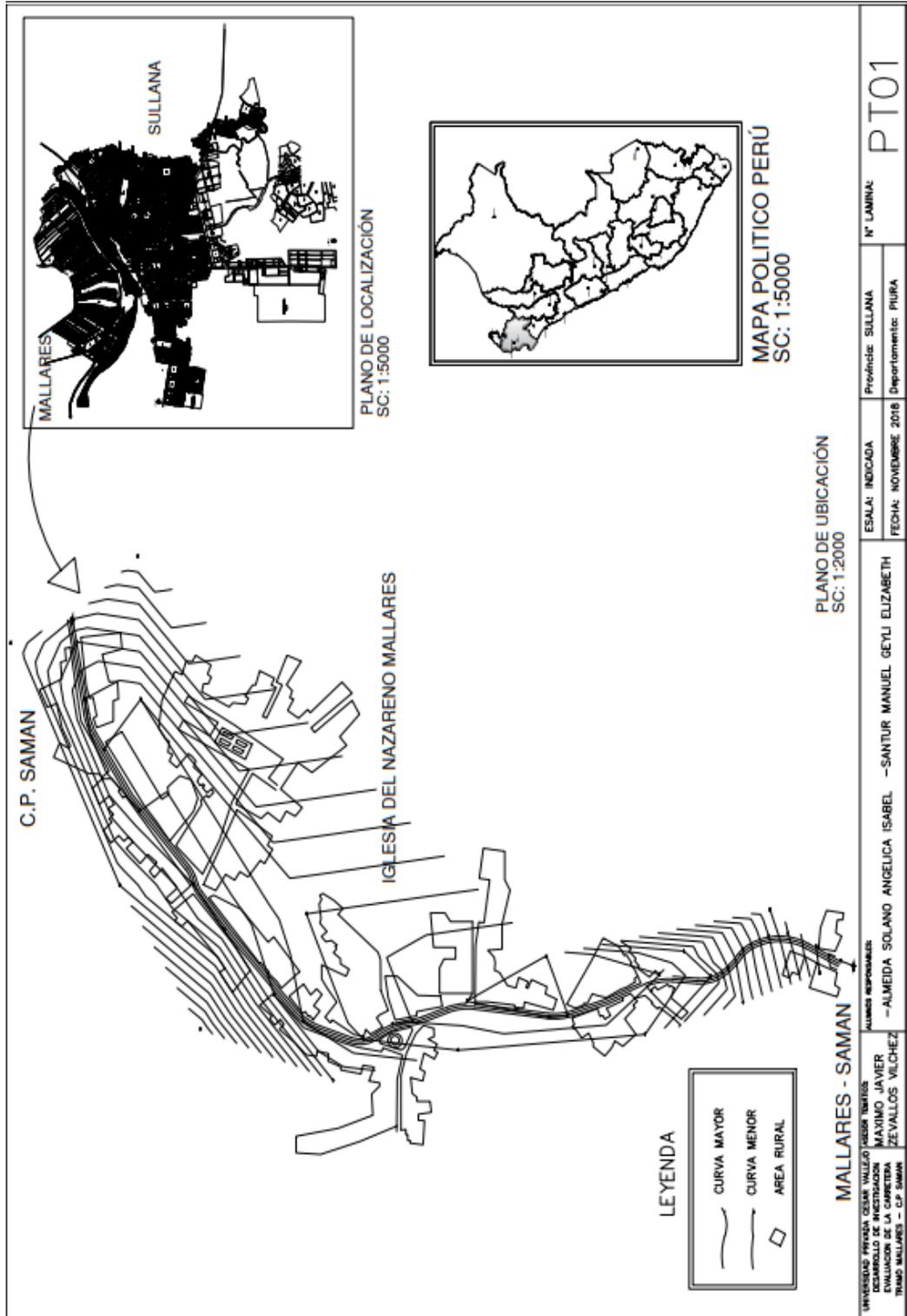
Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

FORMULAS, TABLAS Y ÁBACOS PARA DETERMINAR EL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad					X
2. Objetividad					X
3. Actualidad					X
4. Organización					X
5. Suficiencia					X
6. Intencionalidad					X
7. Consistencia					X
8. Coherencia					X
9. Metodología					X

En señal de conformidad firmo la presente en la Ciudad de Piura a los 03 días del mes de DICIEMBRE del Dos mil Dieciocho.


 ELICEO GUERRERO LABAN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 157928

ANEXO 04: PLANO DE UBICACIÓN.



ANEXO 06: ACTAS DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS.

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo, Máximo Javier Zuñallos Velchez
 docente de Investigación de la Escuela
 Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo- Piura, revisor (a) de la
 tesis titulada
 "Aplicación de la Técnica Uhitopping en la Evolución del
 Pajón Flexible en el C.P. Mallarino - C.P. Samán - Sullana -
 Piura, 2018"
 del estudiante Almeida Diana, Lucía Isabel y Autor Manuel Cayll
 Elizabeth Constató que la investigación tiene un índice de similitud de 28 %
 verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha Piura 27 Marzo 2019

Máximo Javier Zuñallos Velchez
 Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente

DNI: 473839229



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

ANEXO 08: AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION.



AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTAN:

ALMEIDA SOLANO ANGELICA ISABEL

SANTUR MANUEL GEYLI ELIZABETH

INFORME TITULADO:

“APLICACIÓN DE LA TÉCNICA WHITETOPPING EN LA EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL C.P. MALLARES – C.P. SAMAN - SULLANA - PIURA, 2018”

PARA OBTENER EL GRADO O TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 27 DE MARZO DEL 2019

NOTA O MENCIÓN: ALMEIDA SOLANO ANGELICA ISABEL	14 (CATORCE)
SANTUR MANUEL GEYLI ELIZABETH	14 (CATORCE)

FIRMA DEL COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN – E.A.P. INGENIERIA CIVIL
MG. EDWIN RAUL LAZO ECHE



> **CAMPUS PIURA**
Av. Prolongación Chulucanas S/N Z.I.III

fb/ucv.piura
somosucv.edu.pe
#AsíEsLaUCV