



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Uso de la técnica base suelo cemento en el pavimento flexible de la Av. Los Algarrobos entre Av. R y Av. Las amapolas -Veintiséis de octubre –Piura

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

AUTORES:

Calle Renteria, Edixon Jesus Antonio ([orcid.org/0000-0003-4156-6054](https://orcid.org/0000-0003-4156-6054))

Olivera Velasquez, Julio Cesar ([orcid.org/0000-0002-4373-5715](https://orcid.org/0000-0002-4373-5715))

ASESOR:

Ing. Zevallos Vilchez, Maximo Javier ([orcid.org/0000-0003-0345-9901](https://orcid.org/0000-0003-0345-9901))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de la Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA - PERÚ  
2019

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación es dedicado en primer lugar a Dios, por ser una fuente de inspiración y por darnos la fuerza necesaria para continuar siempre firmes en este proceso con la finalidad de obtener nuestras metas profesionales

A nuestros padres por su incondicional apoyo en todos estos años.

## AGRADECIMIENTO

A dios por darnos salud y sabiduría para poder llegar hasta estas instancias de nuestras vidas

A nuestros padres por su apoyo psicológico y económico que nos facilitaron a lo largo de nuestra carrera

A la plana docente que nos impartió sus conocimientos durante estos 5 años y nos apoyó en el desarrollo de este trabajo de investigación

## ÍNDICE

|                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| Carátula.....                     | I    |
| Dedicatoria.....                  | II   |
| Agradecimiento .....              | III  |
| Página De Jurado .....            | IV   |
| Declaración De Autenticidad ..... | V    |
| Índice .....                      | VI   |
| Resumen.....                      | XII  |
| Abstract .....                    | XIII |

|   |    |
|---|----|
| I. Introducción.....  | 1  |
| II. Método.....   | 13 |
| 2.1. Diseño de investigación .....  | 13 |
| 2.2. Población y muestra .....  | 15 |
| 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y<br>confiabilidad..... | 15 |
| 2.4. Métodos de análisis de datos.....  | 16 |
| 2.5. Aspectos éticos .....  | 19 |
| III. Resultados.....  | 20 |
| IV. IV. Discusión.....  | 25 |
| V. Conclusiones.....  | 28 |
| VI. Recomendaciones.....  | 29 |
| Referencias.....  | 33 |
| Anexos.....   | 35 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables.....                   | 14 |
| Tabla 2: Matriz De Instrumentos.....                                      | 18 |
| Tabla 3: Valores del CBR al 95% de la máxima densidad seca a 0.001” ..... | 20 |
| Tabla 4: Resumen de conteo vehicular por tipo de vehículo.....            | 21 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 5: factor de corrección vehicular .....  | 23  |
| Tabla 6: IMDa de vehículos ligeros .....   | 23  |
| Tabla 7: IMDa de vehículos pesados .....   | 24  |
| Tabla 9: Relación de costos de la tesis de Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007), .....                              | 27  |
| Tabla 10: Matriz de consistencia .....   | 35  |
| Tabla 11: Tabla de ejes equivalentes por tipo de vehículo pesado .....   | 36  |
| Tabla 12: Relación de carga por eje (vehículos pesados).....   | 37  |
| Tabla 13: Tasas de crecimiento vehicular .....   | 37  |
| Tabla 14: Transito proyectado para periodo de diseño 20 años.....  | 38  |
| Tabla 15: Ejes equivalentes día-carril .....   | 38  |
| Tabla 16: Datos específicos para método AASHTO 93 .....  | 40  |
| Tabla 17: Coeficientes estructurales .....   | 42  |
| Tabla 18: Relación cargas /vehículos .....   | 46  |
| Tabla 19: Repetición de ejes para el periodo de diseño en miles. ....  | 47  |
| Tabla 20: Cálculo del factor de fatiga (ver tabla 34,35 y 36) .....  | 47  |
| Tabla 21: Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2000-2010)....                                       | 78  |
| Tabla 22: Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000-2010)<br>.....                                  | 79  |
| Tabla 23:Periodo de diseño años (20).....  | 80  |
| Tabla 24: tasa de crecimiento anual de vehículos livianos.....   | 80  |
| Tabla 25: PBI 2018 –Piura.....   | 81  |
| Tabla 26: Factor direccional y factor carril.....  | 81  |
| Tabla 27: Niveles recomendados de confiabilidad.....   | 82  |
| Tabla 28: valores de ZR para diversos grados de confiabilidad .....  | 82  |
| Tabla 29: valores recomendados para la desviacion estandar.....  | 83  |
| Tabla 30: características de drenaje para base o subbase granular .....  | 123 |
| Tabla 31: Coeficiente de Ajuste (m) para los coeficientes Estructurales de las<br>capas de base y/o sub-bases<br>..... | 123 |
| Tabla 32: coeficientes estructurales a1, a2 y a3.....  | 123 |
| Tabla 33: espesores mínimos para carpeta asfáltica y base granular (cm).....   | 125 |
| Tabla 34: Coeficientes de consumo de fatiga ejes simples PCA.....  | 125 |
| Tabla 35: Coeficientes de consumo de fatiga ejes dobles PCA.....   | 126 |
| Tabla 36: Coeficientes de consumo de fatiga ejes tridem PCA .....  | 126 |

Tabla 37: relaciones entre los tipos de suelo y valores del modulo de reaccion . 127

Tabla 38: espesores recomendados de carpeta asfáltica .....  
127

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |           |
|---|-----------|
| Figura 1: Cantidad de vehículos por día.....  | <b>35</b> |
| Figura 2: Ubicación departamento, Figura 3: Ubicación de la provincia de Piura ..       | 35        |
| Figura 4:Ubicación del Distrito, Figura 5: Ubicación de Av. los Algarrobos.....         | 35        |
| Figura 6: Paquete estructural de base suelo cemento.....                                | 37        |
| Figura 7: Diseño estructural del pavimento flexible base granular.....                  | 52        |
| Figura 8: Nomograma de la pca para determinar espesores de base suelo-<br>cemento ..... | 56        |
| Figura 9: Diseño estructural de pavimento flexible base suelo-cemento .....             | 56        |
| Figura 10: Valor referencial para pavimento flexible de base granular.....              | 59        |
| Figura 11: Valor referencial para pavimento flexible base suelo-cemento.....            | 60        |
| Figura 12: Granulometría (1% suelo-cemento) .....                                       | 62        |
| Figura 13: Límites de consistencia (1% suelo-cemento) .....                             | 63        |
| Figura 14: Ensayo proctor (1% suelo-cemento).....                                       | 64        |
| Figura 15: Ensayo CBR (1% suelo-cemento).....   | 64        |
| Figura 16: Granulometría (2% suelo-cemento) .....                                       | 66        |
| Figura 17: Límites de consistencia (2% suelo-cemento) .....                             | 68        |
| Figura 18: Ensayo proctor (2% suelo-cemento).....                                       | 70        |
| Figura 19: Ensayo CBR (2% suelo-cemento).....   | 72        |
| Figura 20: Granulometría (3% suelo-cemento) .....                                       | 73        |
| Figura 21: Límites de consistencia (3% suelo-cemento) .....                             | 74        |
| Figura 22: Ensayo proctor (3% suelo-cemento).....                                       | 75        |
| Figura 23: Ensayo CBR (3% suelo-cemento).....   | 76        |
| Figura 24: Granulometría suelo-cemento optimo.....                                      | 77        |
| Figura 25: Límites de consistencia suelo-cemento optimo.....                            | 78        |
| Figura 26: Ensayo proctor suelo-cemento optimo .....                                    | 80        |
| Figura 27: Ensayo CBR suelo-cemento optimo .....  | 82        |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 28: porcentaje óptimo de suelo-cemento .....                          | 83  |
| Figura 29: formato de conteo vehicular .....                                 | 86  |
| Figura 30: Conteo vehicular del día domingo 01 de septiembre del 2018.....   | 87  |
| Figura 31: conteo vehicular del día lunes, 10 de setiembre del 2018.....     | 88  |
| Figura 32: conteo vehicular del día martes, 11 de setiembre del 2018.....    | 89  |
| Figura 33: conteo vehicular del día miércoles, 12 de setiembre del 2018..... | 90  |
| Figura 34: conteo vehicular del día jueves, 13 de setiembre del 2018.....    | 92  |
| Figura 35: conteo vehicular del día viernes, 14 de setiembre del 2018 .....  | 93  |
| Figura 36: conteo vehicular del día sábado, 15 de setiembre del 2018.....    | 94  |
| Figura 37: índices de servicapacidad inicial y final .....                   | 101 |
| Figura 38: granulometría calicata 01-M1 .....                                | 104 |
| Figura 39: límites de consistencia calicata 01-M1 .....                      | 105 |
| Figura 40: contenido de humedad calicata 01-M1 .....                         | 106 |
| Figura 41: granulometría calicata 01-M2.....                                 | 107 |
| Figura 42: límites de consistencia calicata 01-M2 .....                      | 108 |
| Figura 43: contenido de humedad calicata 01-M2.....                          | 109 |
| Figura 44: ensayo proctor calicata 01-M2 .....                               | 110 |
| Figura 45: ensayo CBR calicata 01-M2 .....                                   | 110 |
| Figura 46: grafico del CBR calicata 01-M2.....                               | 112 |
| Figura 47: granulometría calicata 02-M1 .....                                | 113 |
| Figura 48: límites de consistencia calicata 02-M1 .....                      | 115 |
| Figura 49: contenido de humedad calicata 02-M1 .....                         | 117 |
| Figura 50: ensayo CBR calicata 02-M1 .....                                   | 119 |
| Figura 51: grafico del CBR calicata 02-M1.....                               | 120 |
| Figura 52: granulometría calicata 03-M1 .....                                | 121 |
| Figura 53; límites de consistencia calicata 03-M1 .....                      | 123 |
| Figura 54: contenido de humedad calicata 03-M1 .....                         | 124 |
| Figura 55: ensayo proctor calicata 03-M1 .....                               | 125 |
| Figura 56: ensayo CBR calicata 03-M1 .....                                   | 127 |
| Figura 57: grafico del CBR calicata 03-M1.....                               | 128 |
| Figura 58: granulometría calicata 04-M1 .....                                | 129 |
| Figura 59: límites de consistencia calicata 04-M1 .....                      | 130 |
| Figura 60: contenido de humedad calicata 04-M1 .....                         | 131 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 61: ensayo proctor calicata 04-M1 .....   | 132 |
| Figura 62: ensayo CBR calicata 04-M1 .....   | 133 |
| Figura 63: grafico del CBR calicata 04-M1 .....  | 134 |
| Figura 64: granulometría calicata 05-M1 .....  | 135 |
| Figura 65: límites de consistencia calicata 05-M1 .....  | 136 |
| Figura 66: contenido de humedad calicata 05-M1 .....   | 137 |
| Figura 67: ensayo proctor calicata 05-M1 .....   | 139 |
| Figura 68: ensayo CBR calicata 05-M1 .....   | 141 |
| Figura 69: grafico del CBR calicata 05-M1 .....  | 143 |
| Figura 70: granulometría calicata 06-M1 .....  | 145 |
| Figura 71: límites de consistencia calicata 06-M1 .....  | 147 |
| Figura 72: contenido de humedad calicata 06-M1 .....   | 148 |
| Figura 73: ensayo proctor calicata 06-M1 .....   | 150 |
| Figura 74: ensayo CBR calicata 06-M1 .....   | 151 |
| Figura 75: grafico del CBR calicata 06-M1 .....  | 152 |
| Figura 76: resumen de calicatas .....  | 152 |
| Figura 77: nomograma AASHTO 93 para cálculo de numero estructural .....                        | 155 |
| Figura 78: plantilla de metrados para pavimento flexible base granular .....                   | 160 |
| Figura 79: plantilla de metrados para pavimento flexible base suelo-cemento.....               | 161 |
| Figura 80: análisis de costos unitarios por partida.....                                       | 163 |
| Figura 81: análisis de costos unitarios por partida.....                                       | 164 |
| Figura 82: análisis de costos unitarios por partida.....                                       | 166 |
| Figura 83: análisis de costos unitarios por partida.....                                       | 167 |
| Figura 84: cotizaciones de mano de obra, equipos y materiales.....                             | 169 |
| Figura 85: vista aérea google earth av. Los algarrobos, entre av. y av. Las amapolas .....     | 170 |
| Figura 86: estado de la av. Los algarrobos junio 2018.....                                     | 172 |
| Figura 87: tramo sin pavimentar de av. Los algarrobos, altura 5ta etapa de los algarrobos..... | 172 |
| Figura 88: av. los algarrobos altura de UPIS villa jardín-los claveles .....                   | 173 |
| Figura 89: conteo vehicular para el estudio de trafico.....                                    | 173 |
| Figura 90: estación de conteo vehicular .....  | 174 |
| Figura 91: conteo vehicular, se puede apreciar el paso de un auto.....                         | 174 |
| Figura 92: excavación de calicata 01 .....   | 175 |



|   |     |
|---|-----|
| Figura 93: calicata 01 – tomando la medida de profundidad ..... | 175 |
| Figura 94: calicata 02.....                                     | 176 |
| Figura 95: calicata 03.....                                     | 176 |
| Figura 96: calicata 03.....                                     | 177 |
| Figura 97: calicata 04.....                                     | 177 |
| Figura 98: calicata 04.....                                     | 178 |
| Figura 99: calicata 05 excavación.....                          | 178 |
| Figura 100: calicata 06 .....                                   | 179 |
| Figura 101: toma de muestras de suelos .....                    | 179 |
| Figura 102: análisis granulométrico por tamizado .....          | 180 |
| Figura 103: ensayo de cbr .....                                 | 180 |
| Figura 104: límites de consistencia .....                       | 181 |
| Figura 105: ensayo proctor .....                                | 181 |

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea como objetivo general evaluar el uso de la técnica base suelo-cemento en el pavimento flexible de la av. Los Algarrobos entre Av. R y Av. Las Amapolas-26 de Octubre-Piura, para conseguir llegar al objetivo general, se debe realizar un diseño de mezcla suelo-cemento, un diseño estructural de pavimento flexible base granular, un diseño estructural de pavimento flexible base suelo-cemento y finalmente comparar costos entre ambos diseños de pavimentos todo esto para la avenida en estudio, la avenida en estudio tiene una longitud de 1475 m, caso por el cual se realizaron 6 calicatas intercaladas a lo largo del tramo cada 250m, llevados a laboratorio se obtiene un CBR promedio de 18.3%. Se determinó un tráfico de 22115741.50 de ejes equivalentes. Finalmente se pudo determinar en primera instancia un diseño de mezcla de suelo-cemento con las siguientes características (suelo A-2-4 con 2.4% de contenido cemento en peso y 8.3% de contenido óptimo de humedad, mezcla que tiene un CBR de 170%).

Realizado con el método de la PCA

Para el diseño estructural de pavimento flexible de base granular las siguientes dimensiones

(subbase de 7", base de 11" y carpeta asfáltica de 4") con subrasante compactada.

Se realizó con la metodología AASHTO 93

Para el diseño estructural de pavimento flexible base suelo-cemento se determinan las siguientes dimensiones (base suelo-cemento 8", carpeta asfáltica de 4") con subrasante compactada. Realizado con el método de la PCA

Para la evaluación de costos de las alternativas el costo del pavimento flexible base suelo-cemento es aprox. 55% menos que el pavimento flexible de base granular.

En consecuencia, la evaluación de la técnica base suelo-cemento resulta favorable en cuanto a resistencia y economía.

Palabras clave: Portland cement asociación (PCA), california bearing ratio (CBR), suelo-cemento, mezcla, tráfico, pavimento

## ABSTRACT

The present work of investigation raises like general objective the use of the technique floor soil-cement in the flexible pavement of the av. Los Algarrobos entre Av.R y Av. Las Amapolas-26 de Octubre-Piura, to obtain a general objective, must perform a soil-cement mix design, a structural design of flexible granular base pavement, a structural design of flexible floor-cement based pavement and finally the costs between two pavement designs all this for the avenue in the study, the avenue in the study has a length of 1475 ml, case by which has been made 6 test piles interspersed along the section every 250 m, taken to a laboratory is obtained an average CBR of 18.3%. A traffic of 22115741.50 of equivalent axes was determined.

Finally, it was possible to determine in the first instance a soil-cement mix design with the following characteristics (soil A-2-4 with 2.4% content by weight and 8.3% optimum moisture content, mixture that has a CBR of 170 %). Made with the PCA method. For the structural design of flexible pavement of granular base, the following dimensions (subbase of 7 ", base of 11" and asphaltic folder of 4 ") with compacted subgrade were made with the AASHTO 93 methodology.

For the structural design of flexible base soil-cement pavement, the following dimensions are determined (8-foot concrete-base, 4 "asphalt folder) with compacted subgrade. Made with the PCA method

For the evaluation of the costs of the alternatives the cost of the flexible base floor-cement pavement is approximately 55% less than the flexible pavement of granular base.

Based on the evaluation of the soil-cement base technique, it is favorable in terms of strength and economy.

Keywords: Portland cement association (PCA), california bearing ratio (CBR), soilcement, mixture, traffic, pavement.

## I. INTRODUCCIÓN

Alrededor del mundo las vías de transporte son el eje del desarrollo de un país; y; “Preservar en buen estado la infraestructura vial es vital para evitar sobrecostos de operación vehicular; por lo tanto, si un país permite esto tendrá sobrecostos entre el 1% y el 3 % de su PBI” (Bull 2003). Esto indica que es de suma importancia tener una buena infraestructura vial no solo en las redes nacionales, sino también en las departamentales y las vecinales.

Según las investigaciones, se realizó una comparación de costos de pavimentación de pistas tanto en Latinoamérica como en Europa, y el diario INFOBAE de Argentina indicó en un estudio, realizado en México, Bolivia y Argentina en septiembre de 2013, que el valor medio por km está en \$1´200,000.00, asimismo el TCE (tribunal de cuentas europeo) en un estudio de 24 proyectos en España, Polonia, Grecia y Alemania resaltó que el valor promedio por km, es de \$178,000.00, por lo que es evidente que no se proponen alternativas para reducir los costos.

De acuerdo al panorama existente, según los datos estadísticos del INEI, para el año 2020, la ciudad de Piura estaría superando los 2 millones de habitantes, por lo que, en consecuencia, se vería afectado por una sobrepoblación y el incremento de Asentamientos Humanos, cuyas avenidas no se encuentran en buenas condiciones; por lo que, es de competencia regional habilitar vías urbanas para la ciudad; teniendo como referencia proyectos de muy elevado costo y en algunos casos mal desarrollados a nivel nacional.

Hace algunos años el vecino país de Colombia realizó una propuesta que revolucionaría la industria de la infraestructura vial, este ambicionado proyecto tuvo como objetivo preliminar estabilizar las vías con suelo- Cemento, cuyo resultado, logró determinar que esta tecnología era la mejor opción en materia de costos, resistencia, duración y sostenibilidad para pavimentar. Este tipo de tecnología consiste en mezclar el cemento con el suelo local (lugar donde se realizará la pavimentación), para que, al mezclar este tipo de técnica mejore físicamente la estructura del paquete asfáltico. Con el desarrollo de esta propuesta, determinaron que con los recursos que tenían estimados para ejecutar un km, les sería posible realizar 4 o 5 con dicha tecnología, ya que es una propuesta muy rentable que bien

se podría aplicar en nuestro país teniendo en cuenta los factores climatológicos de nuestra ciudad.

En la ciudad de Piura, Av. Los algarrobos, se ejecutó la obra “Pavimentación de Pistas y Veredas, Sistema de Agua y Alcantarillado, Evacuación de Aguas Pluviales y Electrificación de las principales vías del sector Nor Oeste de Piura, Av. Separadora, Av. Los Algarrobos, Prolongación de la Av. Sullana, Calle Monte Sinai (Vía recolectora Oeste), Calle Belén (Av. 01), Av. Las Amapolas, Distrito y Provincia de Piura”, hace aproximadamente dos años. Sin embargo, el resultado de hoy en día deja mucho que desear, ya que actualmente esta pista se encuentra fuera de servicio.

Entonces tenemos que los pavimentos a nivel nacional son de elevado costo y en muchos casos no cumplen con el tiempo de vida útil y las expectativas de los conductores, por lo que se propone realizar un estudio con el uso de la técnica suelo –cemento en la av. Los algarrobos entre av. Chulucanas y av. Las amapolas – 26 de octubre –Piura, y realizar un análisis de su uso que pueda responder a las interrogantes: ¿será rentable en nuestro país?, ¿Es la solución al problema?

En el plano internacional, Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007), en su proyecto de investigación “Análisis Costo-Beneficio de las estabilizaciones suelo-agregado y suelo-cemento para su uso en construcción vial de pavimentos”, para obtener el grado de Ing. Civil, tesis perteneciente a la Universidad República Bolivariana de Venezuela– Venezuela, cuyo objetivo fue determinar la relación Costo-Beneficio de las estabilizaciones Suelo-Cemento y suelo agregado para su uso en construcción vial de pavimentos. Cuya Metodología de investigación, es una investigación descriptiva que analiza y describe los tipos de estabilizaciones, resaltando las ventajas y desventajas que estas tienen. Para recolectar datos, se procede a perforar las calicatas para el estudio de suelos. Esta investigación concluyó que el suelo estabilizado con cemento S-02 a comparación del suelo con agregado S-01 es de menor costo debido a que tiene un mayor CBR, asimismo el suelo S-02 permite que no se considere el diseño de capas base o subbase ya que aporta una muy buena resistencia en el terreno de fundación y por un costo menor.

Por otro lado, Hernández, Adrián (2016) en su investigación “Análisis comparativo de un material estabilizado con cemento y cal” proyecto para optar por el título de ingeniero civil en la escuela de ingeniería y arquitectura del Instituto Politécnico Nacional – México DF– México, cuyo objetivo general es analizar una trilogía de métodos experimentales para lograr una adecuada estabilización de un suelo tipo arenoso y arcilloso teniendo en cuenta aspectos como calidad, tiempo y costo que implique cualquiera de los métodos estos con la finalidad que su utilidad se aplique en obras de pavimentación . Llegó a las siguientes conclusiones; las bases estabilizadas con cemento demuestran ser una excelente opción para la cimentación de pavimentos, debido a su aporte estructural y su fácil aplicación en zonas lluviosas o de alto nivel freático, además esta técnica permite la reutilización de los suelos y residuos de construcción; para la estabilización con cal se habla de cal viva y cal hidratada, para estas se recomiendan dosificaciones que varían entre 1% y 3% o 2% y 4% respectivamente y son recomendables para suelos secos .

Finalmente, Murillo, Eithel (2010) con su trabajo de investigación denominado “Estudio del comportamiento de las bases de pavimentos rígidos en la ciudad de Cuenca y su incidencia en el diseño” proyecto para optar el grado de magíster en geología de la Universidad de Cuenca-Cuenca– Ecuador, estudio en el cual pretende determinar la estructura mediante el espesor de base y losa de pavimento rígido, utilizando presupuestos bajos, con un alto rendimiento en la estabilización del cemento, este tipo de investigación concluyó que, comprobándose que la mezcla estabilizada con cemento aporta valores de CBR hasta 4 veces mayores que a las bases no estabilizadas con cemento, en conclusión, esta aporta menor dimensión, mayor dureza y menor absorción. Por otro lado, presenta que, el análisis en cuestión de costos, suele ser mucho más rentable realizar una base sin estabilizar que una base ya estabilizada con cemento.

Ahondando en el plano nacional, Pérez, Rocío (2012) en su trabajo de investigación denominado “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos” proyecto para optar el grado de maestro en ciencias con mención en ingeniería geotécnica en la facultad de ingeniería – de la UNI de Lima – Perú, cuya tesis tiene como finalidad, evaluar las características físicas del terreno para poder realizar la mezcla del suelo-

cemento, mediante la elaboración previa de un estudio de suelos que certifique que dicho proyecto sea viable. Sin embargo, en relación a los resultados obtenidos en el estudio, se verificó que, el tipo de suelo ubicado en la zona es arcilloso, por lo que la estabilización no sería factible por sí sola, pero, si se combina con otros materiales (tales como cenizas y cemento), dicho estudio daría buenos resultados, ya que, dichas combinaciones generarían resistencia en el suelo en estudio. Del mismo modo, se obtiene que, la realización del proyecto es 3% más rentable, porque las cenizas crean un efecto de dureza, en el que reduce la capa de espesor del pavimento.

Sin embargo, Jara (2014) en su trabajo de investigación “efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso” Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional De Cajamarca – Perú, presenta como objetivo de estudio: determinar si, la Cal, se puede utilizar como estabilizador en el suelo arcillo, de tal modo que sea un proyecto viable para futuros proyectos de construcción civil. Por el cual, llegó a concluir que, el porcentaje de estabilización para la subrasante en este tipo de suelo es de 4%, cuyos resultados muestran que es óptima debido a que la cal utilizado como aditivo permite que su límite de plasticidad aumente. el investigador recomienda, tomar diferentes tipos de muestras de suelo, para poder utilizar como estabilizante la cal, y así poder tener una información más certera sobre el % de aditivo a utilizar, tomando en cuenta el PH indicado en el estudio científico.

## **Teorías relacionadas al tema**

### **Marco Teórico**

La técnica manejada en el suelo- cemento, una de las invenciones más utilizadas en los últimos tiempos, según De La Fuente (2013), indica que, los procedimientos usados en esta técnica se derivan desde el análisis de suelos para poder determinar qué tipo de estabilizante utilizar, hasta la combinación de estos mismos materiales con porciones de agua y cemento, cuyas reacciones tienden a determinar el porcentaje de espesor y durabilidad del pavimento. ya que, al realizar la mezcla con el cemento, todos los materiales se vuelven duros.

Según la definición de la AASHTO, describe que, un “Pavimento flexible comprende en principio a aquellos pavimentos que están constituidos por una serie de capas

granulares complementadas con una capa de rodamiento asfáltica de alta calidad relativamente delgada”, por lo que, podemos decir que una evaluación del uso de la técnica suelo cemento para la pavimento en el tramo mencionado de la avenida los algarrobos requieren del conocimiento del diseño del pavimento flexible, el diseño del pavimento con la técnica y finalmente el costo de ambas alternativas, cuyos análisis de presupuesto y costos se realizarán en el programa S10.

Ahora para el diseño de las alternativas debemos saber en qué consisten. Primero Hablaremos del pavimento flexible con base granular (convencional); un pavimento flexible es aquella estructura que presenta una deflexión al aplicársele cargas de tránsito conformado comúnmente por una subbase, base y carpeta asfáltica, ahora el pavimento con base suelo – cemento está conformada por la mezcla compactada de suelo-cemento que cumple el papel de base para la carpeta asfáltica. Este tipo de pavimento surge como una opción económica y eficiente, tiene el comportamiento de un pavimento rígido por su distribución de cargas hacia el terreno.

Para ambas propuestas es necesario conocer en primer lugar la topografía del terreno y también los ensayos de materiales que se realizaran que implica lo siguiente

Estudios topográficos: los estudios topográficos se realizan sobre un terreno, cuya finalidad es conocer el tipo de suelo a utilizar mediante la realización de un plano, que permita verificar los puntos de elevación, altitud y latitud de dicho proyecto.

Para el desarrollo del proyecto se necesitará conocer los niveles del terreno para el cual con una estación total el levantamiento topográfico de la zona.

Estudios de suelo: son las características físicas, químicas y mecánicas del suelo que se pretende estudiar , que permitirá tomar en acción el proyecto. Este tipo de estudios permite determinar la estratificación de la capa freática del suelo.

Análisis Granulométrico por Tamizado: según Rosario (2012) indica que, el análisis granulométrico por tamizado consiste en separar en dos tamaños la muestra de suelo.



Límites de Atterberg: como su mismo nombre lo indica, son límites que se le colocan a los ensayos empleados en los laboratorios, cuya finalidad de este estudio, es determinar el índice de humedad que tiene el suelo para así clasificarlo y poder manipular la muestra.

Proctor Modificado: se realiza una muestra del terreno, haciendo una compactación, para determinar cuál es su máxima densidad obtenida.

CBR (California Bearing Ratio): Este tipo de técnicas se utiliza para determinar el rango de humedad del suelo, del mismo modo, el CBR evalúa la calidad del suelo, ya que esto también el pavimento va a depender de su resistencia a un largo plazo.

Contenido de Sales Solubles Totales: se refiere a la cantidad de sales solubles que posee el suelo, esta acumulación de sales permiten la filtración de humedad. Dependiendo de la salinidad del suelo ya sea alta o baja, es la que determina la cantidad y tipos de materiales a emplear. Héctor (2014), indica que es la preparación de una porción de suelo, el cual se agita y se deja en reposo por una hora en agua desionizada para disolver las partículas salinas presentes en la muestra. Posteriormente se filtra dicha muestra hasta que se evapore la solución y quede totalmente seca, y queden los cristales salinos.

Contenido de Sulfatos Solubles: esta técnica se basa en la precipitación de las soluciones, para determinar la solución del sulfato de bario, para que esta muestra obtenga la resistencia necesaria en el pavimento. Héctor (2014), en sus investigaciones aduce que la filtración del sulfato de bario es importante, ya que, al momento de precipitarse, la dosis resultante se pulveriza y ésta es la que se utiliza en las muestras.

Cada técnica mencionada anteriormente, es necesaria e importante para poder diseñar el pavimento flexible. Sin embargo, para poder determinar el número estructural del pavimento, es importante identificar el número de ejes, la subrasante, la confiabilidad, y la desviación estándar; así como la serviciabilidad, el estándar anticipado e índice estructural.

La siguiente ecuación presenta los valores utilizados para determinar el número estructural del pavimento:

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_O + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}[\Delta PSI / (4.2 - 1.5)]}{0.4 + [1094 / (SN + 1)^{5.19}]} + 2.32 \log_{10} M_R - 8.07$$

De acuerdo a los fundamentos de Consorcio Centro II (2009), se le llama Confiabilidad al diseño estructural que posee el pavimento, cuyos métodos, técnicas y procedimientos para adecuar la estructura se encuentren en las condiciones establecidas en la norma.

Del mismo modo, se puede entender por desviación estándar total, y desviación estándar normal, que, cuyos métodos trabajan en función a la calidad de trabajo durante la construcción. Estos indicativos se deben tener presentes en conjunto con el índice de servicapacidad inicial.

Para el caso del índice de servicapacidad final, se toma en cuenta el valor más bajo soportado por los usuarios de la vía, aquí también es de suma necesidad tomar acciones de rehabilitación, reconstrucción o repavimentación.

Corredor, brindó algunas explicaciones sobre el uso de servicapacidad final, en el que se toma en cuenta el tipo de vía, ya sea para tránsito ligero o pesado, ya que ambos tipos de pavimentación y suelo, necesitarán materiales diferentes, para que ésta sea una pista de larga duración.

Para el caso de la capacidad de soporte de la subrasante o (Mr.), se verá determinada en función a los valores del CBR que se obtienen mediante los ensayos de laboratorio con el material de la subrasante. El número de ejes equivalente a 8.2 Tn es el producto de un estudio de tráfico, multiplicado por un factor de crecimiento que guarda relación con el crecimiento de loa vehículos y el periodo de diseño. Para el cálculo del EAL se emplea la fórmula dada por el AASHTO.

$$EAL = \sum_{i=1}^n (IMD_0)_i (FECV)(G)(D)(L)(365)(N)$$

Dónde:

(IMDo) i = cantidad vehicular inicial de tipo "i"

N = vida útil del pavimento (periodo de diseño)

D = Factor direccional, normalmente se asume 0.5 para carreteras de única calzada y doble sentido de circulación.

L = Factor distribucional del tránsito por carril.

G = Factor de incremento o crecimiento

FECV = Factor de Ejes Equivalentes de Carga por Vehículo

Para el cálculo del incremento del tráfico, se utiliza la formula siguiente:

$$\frac{[(1+r)^n - 1]}{r}$$

Factor de crecimiento (G):

Dónde: r = tasa de crecimiento; n = número de años

Que vendría a ser lo mismo expresado en la siguiente formula despejando los factores D y L de la formula anterior

$$W18 = Dd * DI * EAL$$

Dd: factor de distribución direccional, dependiente de la cantidad de carriles.

DI: dependiente de la cantidad de carriles en cada dirección

Finalmente, para determinar la capa de espesor del pavimento, y obtener el número estructural, se realiza la siguiente fórmula:

$$SN = a1D1 + a2m2D2 + a3m3D3$$

SN: número estructural

a1, 2,3: coeficiente de equivalencia de grosor de capas del pavimento

m2, 3: coeficiente de drenaje

D1, 2,3: grosores de capa del pavimento

Para el pavimento con base suelo –cemento se realizará con la metodología de la PCA (portland Cement Association), pero se seguirán los lineamientos de la AASHTO 93, lo que difiere es el material, que hará la vez de base para la carpeta de rodadura, pero es conveniente tener la dosificación óptima para dicha base. De la siguiente manera.

### *Ensayos preliminares*

Para poder obtener una muestra de suelo, es importante realizar los ensayos a mencionar:

- a) Análisis granulométrico por tamizado y por sedimentación;
- b) Determinar el Límite Líquido;
- c) Determinar el Límite plástico;
- d) Determinar la absorción y el peso específico aparente de la porción de cascajo.

### *Ensayos con la mezcla de suelo y cemento*

- a. Determinar la densidad máxima aparente y la humedad óptima de la mezcla de suelo y cemento por medio del ensayo de Proctor Normal (Especificación AASHTO T134-70); para este ensayo es necesario contar con el contenido de cemento más probable para el suelo en estudio, teniendo en cuenta la experiencia con materiales similares
- b. Ensayo de durabilidad por mojado y secado utilizando una trilogía de contenidos de cemento : el más apto para el suelo en estudio, 2 % por encima y 2 %. Por debajo del mismo.
- c. Interpretación de los resultados; se adoptará como contenido de cemento el que nos garantice que se cumplan los requisitos de pérdida por peso en el ensayo de durabilidad

Diseños de mezcla: para el caso de la base de suelo – cemento será útil para determinar la cantidad de cemento por volumen de terreno que se utilizara se hace a partir de datos previos como; estudios de tráfico, resistencia del terreno y periodo de diseño

Todo lo anteriormente mencionado en cuando a la dosificación exacta para la mezcla. Ahora para la determinación de los espesores se debe tener en cuenta lo siguiente:

## PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Los factores que se analizaran para obtener el espesor de diseño son:

1. Resistencia del suelo.
2. Periodo de diseño del pavimento.
3. Trafico, incluye volumen y distribución de pesos por eje (configuración de Cargas de ejes simple y tándem, de camiones convencionales).
4. Espesor de la capa de base suelo-cemento.
5. Espesor de la capa bituminosa superficial.

### *Resistencia del suelo*

Para poder determinar la resistencia del suelo, es necesario saber identificar a través de los ensayos el soporte que proporciona tanto el suelo como el pavimento, para de este modo determinar el módulo resiliente K, para la continuidad de la obra.

### *Periodo de diseño*

Normalmente cuando se diseña una carretera se propone un periodo de 20 años, pero aquí hay que tener en cuenta algo, este valor no hay que confundirlo con la vida útil. De acuerdo, a estudios de proyectos de gran envergadura, se ha podido determinar, que existen proyectos construidos a mediados y finales de 1930 los mismos demuestran que sus vidas útiles no han sido excedidas, y que las capas de suelo-cemento persisten funcionando como el elemento principal que soporta las cargas” (NN pág. 5).

### *Trafico*

Para poder realizar el análisis de tráfico, se realizan los siguientes procedimientos:

- a. Determinar el tráfico promedio diario en ambos sentidos (TPD) y el porcentaje de camiones.
- b. Proyección del tráfico con relación al periodo de diseño.
- c. Determinar la distribución probable eje-carga.
- d. Cálculo del Factor de Fatiga.

### *Espesores de capa de base suelo-cemento*

La dimensión de esta capa se identifica empleando dos tipos de nomograma para un suelocemento de gradación fina y para un suelo-cemento granular, su lectura es con aproximación a un décimo de pulgada, se emplea el factor de fatiga

calculado y el valor del módulo resiliente k, dicho espesor usualmente se incrementa a la media pulgada superior, pero se puede hacer un ajuste por el espesor de la capa bituminosa.

#### *Espesores de carpeta bituminosa.*

Este espesor tiene dependencia de muchos factores como; tipo de superficie, volumen de tráfico, condiciones climatológicas, disposición de materiales, sin embargo, la PCA, facilita una tabla basada en la experiencia que muestra el espesor de carpeta recomendado como una buena práctica de diseño.

### **MARCO CONCEPTUAL.**

LA TÉCNICA SUELO CEMENTO: de acuerdo a la Norma establecida “CE-020 de suelos y taludes”, define esta técnica como, el procedimiento de mezclar muestras de suelo y cantidades medidas de cemento Portland, con agua, ya que al estar entre todas ellas juntas, generan una alta compactación y mayor espesor y volumen del pavimento.

“El suelo- cemento, por la acción aglutinante del cemento, proporciona alta rigidez y resistencia mecánica a la base, por lo cual se disminuyen los esfuerzos transmitidos a la subrasante en comparación con las bases granulares, en las cuales se presenta una mayor concentración de esfuerzos en un área menor” (icpc, 1999 pág. 03)

### TIPOS DE BASES DE PAVIMENTOS

- BASE: conforma la estructura de un pavimento, aquí se colocan los materiales y agregados que permitan la resistencia del pavimento.
- SUB BASE: Aquella capa de pavimento que se encuentra por bajo la capa que se menciona anteriormente base
- PAVIMENTO FLEXIBLES: “un pavimento flexible es un paquete estructural que mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la subrasante; ser estable tiene dependencia del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión” (MTC, 2008 pág. 41)

## **Formulación del problema**

### Problema general

- ¿Cuál sería la evaluación del uso de la técnica base suelo cemento en el pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura”?

### Problemas específicos

- ¿Cuál sería el diseño de mezcla suelo-cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura
- ¿Cuál será el diseño del pavimento flexible con base granular de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura?
- ¿Cuál sería el diseño del pavimento con base suelo cemento de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura?
- ¿cuál sería la diferencia de los costos entre pavimentos con base granular y base suelo cemento de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura?

## **Justificación del estudio**

Como trabajo de investigación proponemos una “evaluación del uso de la técnica base suelo cemento en el pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av. Chulucanas y av. las amapolas -26 de Octubre –Piura” la cual justificamos de la siguiente manera.

Este trabajo de investigación posee una justificación técnica, ya muestra nuevos modelos constructivos de pavimentos, que podrían ser favorables para el ámbito de la construcción civil, cuyos métodos y conocimientos se ponen en a lo largo de nuestra carrera profesional, enfocándonos esencialmente en el área de diseño vial. Asimismo, presenta también una justificación práctica al pretender identificar una solución más viable en el área de pavimentación para los asentamientos humanos en la ciudad y por qué no, para que pueda ser una solución a futuro para los pavimentos de nuestra nación. Asimismo , esta investigación se justifica de manera metodologica, puesto que la manera en que se desarrolla esta investigación será útil como un modelo a seguir tanto, para estudiantes, ingenieros civiles y empresas en general que busquen dar soluciones viables a los constantes problemas que

existen en la construcción vial. Por último, presenta relevancia social pues al tener una solución viable se optimizará la calidad de vida de la población rural.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis General**

- Se podría evaluar el uso de la técnica suelo cemento en el pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura

### **Hipótesis específicas**

- Se podría elaborar el diseño de mezcla suelo-cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura
- Se puede elaborar el diseño del pavimento flexible con base granular para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura
- Se puede elaborar el diseño del pavimento con base suelo cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura
- Se pueden comparar los costos entre pavimentos con base granular y base suelo cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre – Piura

## **Objetivos.**

### **Objetivo general**

- Evaluar el uso de la técnica suelo cemento en el pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura

### **Objetivos Específicos**

- Elaborar el diseño de mezcla suelo-cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura
- Elaborar el diseño de pavimento flexible con base granular de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura
- Elaborar el Diseño de pavimento con base suelo cemento de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura
- Comparar los costos entre pavimentos con base granular y base suelo cemento de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura



## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

El diseño de investigación de este proyecto es Experimental, ya que en este se manipulan las variables, para así determinar el efecto que crea la variable independiente sobre la variable dependiente. (Hernández; Fernández; Baptista;, 2010 pág. 129)

Del mismo modo, posee un experimento Puro ya que, diferentes variables dependientes e independientes se utilizan para la recolección de datos, durante las Pre y Post. Pruebas; de este modo que se pueda determinar los efectos que pueda causar dicho experimento. (Hernández; Fernández; Baptista;, 2010 pág. 141) Puro experimental:

Diseño con post prueba únicamente y grupo control

Para nuestro caso tendremos como variable independiente al uso de la técnica suelo-cemento la cual será la variable manipulable y que modificará a la variable independiente pavimento flexible

RG2 – O2

G2  O2

Variable independiente      variable dependiente

G2: VARIABLE INDEPENDIENTE

USO TÉCNICA SUELO CEMENTO

Procedimiento de mezcla de muestras de suelo y cantidades medidas de cemento Portland, con agua, ya que al estar entre todas ellas juntas, generan una alta compactación y mayor espesor y volumen del pavimento

O2: VARIABLE DEPENDIENTE

PAVIMENTO FLEXIBLE

Estructura que tiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la subrasante; cuya estabilidad es dependiente del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión.

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de variables

| VARIABLE  | DEFINICIÓN CONCEPTUAL  | DIMENSIONES  | DEFINICIÓN OPERACIONAL  | INDICADORES  | ESCALA DE MEDICIÓN   |
|---|--|--|---|--|--|
| USO DE LA TECNICA SUELO CEMENTO (independiente) | Procedimiento de mezcla de muestras de suelo y cantidades medidas de cemento Portland, con agua, ya que al estar entre todas ellas juntas, generan una alta compactación y mayor espesor y volumen del pavimento.        | Diseño la mezcla suelo cemento                                       | el diseño de mezclas de suelo-cemento para utilizar como base para pavimento se realiza a través de una serie de ensayos con la finalidad de determinar<br>a. la proporción de cemento que debe agregar al suelo<br>b. la cantidad de agua para el mezclado<br>c. la densidad a la cual se debe compactar (ICPC)                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis granulométrico</li> <li>Límites de atterberg</li> <li>Densidad y humedad optima</li> <li>Ensayos de durabilidad</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nominal</li> <li>Intervalo</li> <li>Intervalo</li> <li>Intervalo</li> </ul>                     |
| PAVIMENTO FLEXIBLE (dependiente)                | Paquete estructural que mantiene un contacto íntimo con las cargas y las distribuye a la subrasante; ser estable es dependiente del entrelazamiento de los agregados, de la fricción de las partículas y de la cohesión. | Características iniciales del lugar de estudio                       | Determinar el tipo de suelo y sus propiedades físico-mecánicas  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Características físicas y mecánicas del suelo</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Nominal</li> </ul>  |
|   |  | Diseño del pavimento flexible Con base granular y base suelo cemento | El diseño de un pavimento flexible según AASHTO 93 consta en encontrar un número estructural (SN) en función a diferentes factores, que serán establecidos siguiendo los lineamientos del método.<br>En el caso de la PCA a partir del diseño de mezcla y la resistencia que este aporta, y con el factor de fatiga se determinan los espesores | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ejes equivalentes (W18)</li> <li>Módulo resiliente</li> <li>Desviación estándar</li> <li>Perdida de serviciabilidad</li> <li>confiabilidad</li> <li>Factor de fatiga</li> <li>Espesores de capas</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Razón</li> <li>Razón</li> <li>Ordinal</li> <li>Ordinal</li> <li>Razón</li> <li>Razón</li> </ul> |

|  |  |  |  |   |   |
|--|--|--|--|---|---|
|  |  | <p>Comparación de costos entre pavimento flexible de base granular y base suelocemento</p> | <p>Permitirá determinar si el uso de la técnica suelo cemento resulta conveniente para aplicarla en la avenida en estudio, se identificarán los costos de ambas propuestas por un km de carretera.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presupuesto, análisis de costos unitarios</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Razón</li> </ul> |
|--|--|--|--|---|---|

Fuente: elaboración propia,2018

## 2.2. Población y muestra

Definición de términos:

**Población:** La Torre (2003), señala que, es un conjunto de individuos, los cuales pueden ser: objetos, personas, eventos, etc, cuyo fenómeno se desea estudiar.

**Muestra:** Fernández (1983), dicese de muestra a aquel subconjunto de la población del que se desea estudiar.

A partir de los conceptos anteriores podemos decir que:

*Población:*

Para el presente trabajo de investigación se tiene como población a la Av. los Algarrobos, perteneciente a los AA. HH Los algarrobos y Las dalias, así como la UPIS pueblo libre-los claveles - del distrito 26 de Octubre – Piura

*Muestra:*

Para el presente trabajo de investigación la muestra será un tramo de la av. los algarrobos dicho tramo Seria; Entre av. R y av. las amapolas

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

Para la recolección de datos secundarios, se buscaron fuentes que permitan buscar información en relación a las variables de estudio. Estas definiciones permitieron reunir la información necesaria para poder recolectar información mediante la utilización de ensayos.

Para poder Determinar las Características de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura mediante estudios de suelos se utilizarán formatos Excel, será necesario la técnica de la exploración, observación y análisis documental que serán validados por el centro donde se realizarán dichos ensayos y siguiendo los lineamientos del manual de ensayo de materiales.

Para poder elaborar el diseño de mezcla suelo - cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre– Piura se utilizará como instrumentos los formatos en Excel ya establecidos para realizar los estudios de mecánica de suelos, del mismo modo, se utilizará la técnica de la exploración, observación y análisis documental y serán validados por el centro donde se realizarán los ensayos

de laboratorio (caso de los ems), siguiendo lineamientos de la metodología de la PCA y el manual de ensayos de materiales

Para poder elaborar el Diseño de pavimento con base suelo - cemento de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas - 26 de Octubre- Piura serán necesarios instrumentos como formatos Excel para ensayos de mecánica de suelo y conteo vehicular, ábacos y tablas, se utilizará la técnica de la exploración, observación y análisis documental validados por el centro donde se realizarán los ensayos de laboratorio (caso de los ems), siguiendo lineamientos establecidos en el MTC y la metodología de la PCA

Para elaborar el diseño de pavimento flexible con base granular de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura serán necesarios instrumentos como formatos Excel para ensayos de mecánica de suelos y conteo vehicular, ábacos y tablas, se utilizara la técnica de la exploración, observación y análisis documental validados por el centro donde se realizaran los ensayos de laboratorio (caso de los ems), siguiendo lineamientos establecidos en el MTC y la metodología AASHTO 93.

Finalmente, para Comparar los costos entre pavimentos con base granular y base suelo cemento de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura será necesario los formatos de software S10 se utilizará la técnica de la, observación y análisis documental si es necesario será validado por un ingeniero civil especialista.

#### 2.4. Métodos de análisis de datos

Para el siguiente trabajo de investigación se recolectaran los datos de acuerdo a los objetivos que se persiguen; en primera instancia para la evaluación de las características del lugar de estudio para el diseño de un pavimento flexible se buscara determinar el número estructural a partir de los diferentes lineamientos que establece la metodología AASHTO 93, para esto será necesario realizar una serie de ensayos de laboratorio así como un estudio del tráfico , a partir de estos se determinaran los requerimientos para el diseño estructural del pavimento mencionado . Seguido de ello para el diseño del pavimento con base suelo – cemento, se buscará determinar la dosificación de la mezcla, todo esto siguiendo el método de la pca, del mismo modo que el pavimento anterior se realizaran

ensayos de laboratorio y se determinara el diseño estructural del pavimento. Finalmente, para la evaluación del uso de la técnica suelo cemento en relación al pavimento flexible con base granular, se realizará un análisis de costos de ambas propuestas utilizando los formatos del S10.

Es necesario mencionar que para los ensayos de laboratorio y estudios de tráfico se realizaran a través de formatos que se mostraran en los anexos, todos estos regidos en el manual de ensayos de materiales y respetando la normativa del MTC.

En el presente de investigación se realizará la evaluación de las características del lugar de estudio mediante un levantamiento topográfico que será realizado en el software civil 3d y se identificara el tipo de suelo que tiene la avenida los algarrobos en el tramo ya referenciado mediante un análisis granulométrico.

Para el diseño del pavimento flexible el estudio seguirá los lineamientos de la metodología AASHTO 93, para ello será necesario la utilización de fichas técnicas para ensayos de materiales, así como para conteo vehicular, será de mucha ayuda el software Microsoft Excel.

Para el diseño de pavimento con base granular se seguirá los lineamientos del método de la PCA, del mismo modo para el análisis de datos serán de utilidad fichas técnicas tanto para ensayos de laboratorio como conteo vehicular

Finalmente, para la evaluación del uso de la técnica suelo –cemento como base de pavimento se realizará a través del costo de esta en relación a la del pavimento flexible, todo esto en el software S10.

Tabla 2: Matriz De Instrumentos

| OBJETIVOS ESPECÍFICOS   | FUENTE  | TÉCNICA   | INSTRUMENTO   | LOGRO  |
|---|---|---|---|--|
| Elaborar el diseño de mezcla suelo-cemento.                     | Ensayos de laboratorio con las muestras extraídas.  | Observación, análisis documental y exploración. | Fichas técnicas de ensayos de laboratorio.  | Se logrará establecer el diseño de mezcla óptimo de la mezcla suelo-cemento.   |
| Elaborar un diseño de pavimento flexible con base granular      | Estudios de suelos del terreno en estudio, cantidad de vehículos, normas técnicas del MTC | Observación, Análisis documental y exploración  | Fichas técnicas de estudios de suelo, reglamento nacional de edificaciones, método AASHTO           | Se logrará determinará los espesores que conforman la estructura del pavimento flexible de la Av. Los algarrobos ente Av. R y Av. Las amapolas- 26 de octubre- Piura   |
| Elaborar un diseño de pavimento flexible con base suelo-cemento | Estudios de suelos del terreno en estudio, cantidad de vehículos, normas técnicas del MTC | Observación, Análisis documental exploración    | Fichas técnicas de estudios de suelo, reglamento nacional de edificaciones, método del PCA y AASHTO | Se logrará determinará los espesores que conforman la estructura del pavimento con base suelo cemento de la Av. Los algarrobos ente Av. R y Av. Las amapolas- 26 de octubre- Piura. Así como la dosificación óptima para la mezcla |

|  |  |   |                                 |   |
|--|--|---|---------------------------------|---|
| <p>Comparar los costos entre pavimentos con base granular y base suelo cemento</p> | <p>Costos de las propuestas en estudio por km de carretera</p> | <p>Observación, Análisis documental</p> | <p>Análisis de costos EXCEL</p> | <p>Se logrará identificar los costos de cada una de las propuestas y evaluar el uso de la técnica suelo – cemento</p> |
|--|--|---|---------------------------------|---|

Fuente: elaboración propia 2018



## 2.5. Aspectos éticos

- siendo investigadores encargados del presente proyecto tenemos el compromiso de ; respetar los resultados que se obtengan de los estudios realizados; utilizar fuentes de alto nivel de confiabilidad, asimismo, las fuentes utilizadas serán debidamente citadas.

### III. RESULTADOS

Para cumplir con nuestro objetivo general “Evaluar el uso de la técnica suelo cemento en el pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –

Piura”, es necesario cumplir cada uno de nuestros objetivos específicos de forma ordenada, de este modo tendremos lo siguiente:

#### DISEÑO DE MEZCLA SUELO-CEMENTO

Para el diseño de la mezcla suelo-cemento, teniendo en cuenta ensayos realizados por la PCA, consiste básicamente en hacer granulometrías de las mezclas de los suelos , identificar el tipo de suelo , hacer pruebas de compactación con porcentajes de cemento que básicamente va desde 1% y a partir del CBR de cada una de estas pruebas escoger el diseño optimo que no necesariamente son los establecidos por la PCA cumple una desviación estándar de 3% menos o 3% más del mínimo y máximo respectivamente .

En primera instancia se tomaron tres muestras representativas de suelos, estas muestras de la parte superior de terreno (0.00m-0.30m) obtenidas de la av. los algarrobos entre av. R y av. Las amapolas - 26 de octubre –Piura

Realizada la granulometría se determinó el tipo de suelo que es un A2-4 según la clasificación AASHTO y que se puede apreciar en los ensayos que se muestran en las fig.

12, 16 y 20

Posteriormente a ello se trabajará con los CBR que aportan las distintas mezclas de 1%, 2% y 3% respectivamente el día de la penetración datos que se aprecian en la siguiente tabla y que pueden ser corroborados en los ensayos que se muestran en la fig.28

Tabla 3: Valores del CBR al 95% de la máxima densidad seca a 0.001”

| Porcentaje de cemento | CBR   |
|-----------------------|-------|
| 1%                    | 129.1 |
| 2%                    | 161.3 |
| 3%                    | 217.7 |

Fuente: elaboración propia (datos obtenidos en laboratorio)

Para el diseño de mezcla se requiere que el valor de CBR sea mayor al 170% es por ello que estos tres valores se llevan a una interpretación grafica en donde serán interpolados el mismo que arrojará que la dosificación de cemento será de 2.1%, pero se debe adoptar un margen de seguridad del 13% según norma por lo que el valor adecuado en peso será:

$$\%cemento = 2.1 + (2.1 * 0.13) = 2.4$$

Este sería el porcentaje en peso ideal para compactar el suelo de la av. Los algarrobos entre av.R y av. Las amapolas – 26 de octubre-Piura en relación al peso, con una humedad optima del 8.7% (ver fig.26 y 28)

## DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE BASE GRANULAR

### ESTUDIO DE TRÁFICO

En el desarrollo de este se satisface al objetivo “Determinar las cargas de transitabilidad vehicular para el diseño estructural del pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av.

R y av. las amapolas -26 de octubre” así bien tenemos:

conteo vehicular

Este estudio data de una semana de conteo vehicular durante 24 horas del cual se muestran los siguientes resultados (ver fig.29, 30, 31, 32,33, 34 y 35)

Tabla 4: Resumen de conteo vehicular por tipo de vehículo

| VEHÍCULOS     | L   | M   | M   | J   | V   | S   | D   |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| AUTO          | 890 | 791 | 786 | 790 | 765 | 795 | 586 |
| STATION WAGON | 311 | 264 | 256 | 257 | 263 | 269 | 227 |
| PICK UP       | 251 | 220 | 247 | 245 | 247 | 229 | 224 |
| PANEL         | 95  | 102 | 97  | 85  | 85  | 69  | 82  |
| RURAL COMBI   | 165 | 163 | 169 | 141 | 148 | 132 | 148 |
| MICRO         | 386 | 358 | 322 | 333 | 326 | 351 | 294 |
| BUS 2E        | 69  | 55  | 64  | 50  | 52  | 56  | 55  |
| BUS 3E        | 79  | 47  | 47  | 44  | 55  | 51  | 48  |
| CAMION 2E     | 33  | 35  | 35  | 29  | 41  | 32  | 32  |
| CAMION 3E     | 13  | 21  | 15  | 19  | 11  | 16  | 13  |
| CAMION 4E     | 18  | 21  | 18  | 15  | 10  | 28  | 12  |
| T2S1/T2S2     | 17  | 24  | 14  | 18  | 11  | 22  | 14  |
| T2S3          | 23  | 22  | 13  | 14  | 14  | 22  | 19  |
| T3S1/T2S2     | 13  | 11  | 12  | 11  | 8   | 13  | 12  |

|       |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| T3S3  | 11   | 12   | 5    | 14   | 7    | 12   | 10   |
| 2T2   | 6    | 4    | 4    | 4    | 4    | 4    | 3    |
| 2T3   | 5    | 6    | 3    | 5    | 4    | 5    | 4    |
| 3T2   | 3    | 4    | 2    | 3    | 1    | 5    | 2    |
| 3T3   | 2    | 4    | 2    | 4    | 2    | 4    | 3    |
| TOTAL | 2390 | 2164 | 2111 | 2081 | 2054 | 2105 | 1788 |

Fuente: elaborada por los investigadores, 2018

Interpretación: de la tabla 06 se puede apreciar que el día lunes es el de mayor tránsito vehicular y el día domingo el de menor tránsito

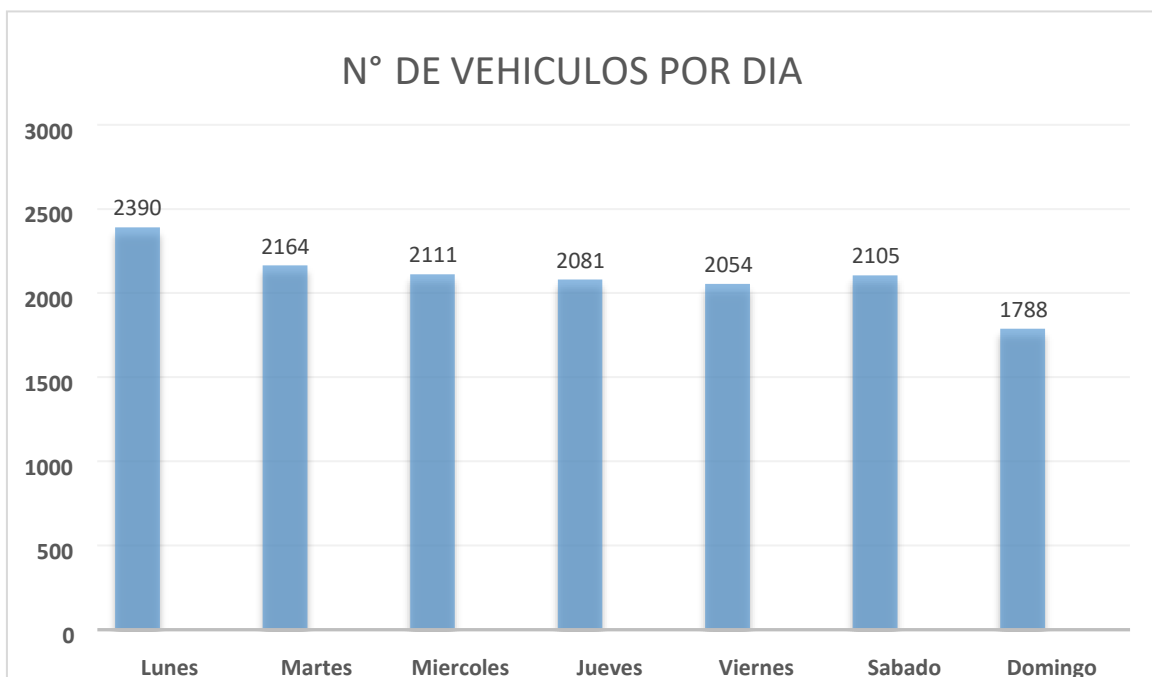


Figura 1: Cantidad de vehículos por día

Interpretación: Podemos observar en el gráfico que el lunes es el día con mayor tránsito vehicular y asimismo el domingo el día de menor tránsito vehicular

Cálculo del Índice Medio Anual (IMDa)

Para determinar este índice es necesario conocer tres aspectos básicos como son el índice medio diario semanal (IMDs), el factor de corrección y el propiamente mencionado IMDa.

### Índice Medio Diario Semanal (IMDs)

Es el promedio de los vehículos que transitaron a lo largo de una semana por la vía en estudio en este caso la av. Los algarrobos, mejor explicada en la siguiente formula:

$$IMDs = \sum vi/7$$

Donde:

IMDs: índice medio diario semanal

$\sum vi$ : sumatoria de la cantidad de vehículos de cada uno de los días de conteo (7días)

### Factor de corrección

Este factor está dado por “Oficina General de Planeamiento y Presupuesto de transporte” cada unidad de peaje tiene factores de conversión tanto para vehículos ligeros como pesados, así pues, para nuestro estudio tenemos:

Tabla 5: factor de corrección vehicular

|                        |          |
|------------------------|----------|
| FCE vehículos livianos | 1.034053 |
| FCE vehículos pesados  | 1.029725 |

Fuente: elaboración propia

### Índice medio diario anual (IMDa)

Es el resultado del promedio de la cantidad vehicular que transita por una vía en el transcurso de una semana (IMDs) multiplicado por un Factor de corrección establecido anteriormente, más explicado en la siguiente formula:

$$IMDa = IMDs * FCE$$

Donde:

IMDa: índice medio diario anual

IMDs: índice medio diario semanal

FCE: factor de corrección estacional

Conocedores de estos tres conceptos básicos se aplicarán para determinar el índice medio diario anual (IMDa) tanto para vehículos livianos como para vehículos pesados el que se aprecia con mayor detalle en las siguientes tablas

Tabla 6: IMDa de vehículos ligeros

| VEHICULOS (TIPO) | TOTAL SEMANAL | IMDs   | FCE      | IMDa   |
|------------------|---------------|--------|----------|--------|
| AUTO             | 5403          | 771.86 | 1.034053 | 799.00 |
| STATION WAGON    | 1847          | 263.86 | 1.034053 | 273.00 |
| PICK UP          | 1663          | 237.57 | 1.034053 | 246.00 |
| PANEL            | 615           | 87.86  | 1.034053 | 91.00  |
| RURAL COMBI      | 1066          | 152.29 | 1.034053 | 158.00 |
| MICRO            | 2370          | 338.57 | 1.034053 | 351.00 |
| Total            |               |        |          |        |

Fuente: elaboración propia 2018

Tabla 7: IMDa de vehículos pesados

| VEHICULOS (TIPO) | TOTAL SEMANAL | IMDs  | FCE      | IMDa  |
|------------------|---------------|-------|----------|-------|
| BUS 2E           | 401           | 57.28 | 1.029725 | 59.00 |
| BUS 3E           | 371           | 53.00 | 1.029725 | 55.00 |
| CAMION 2E        | 237           | 33.86 | 1.029725 | 35.00 |
| CAMION 3E        | 109           | 15.57 | 1.029725 | 17.00 |
| CAMION 4E        | 122           | 17.43 | 1.029725 | 18.00 |
| T2S1/T2S2        | 120           | 17.14 | 1.029725 | 18.00 |
| T2S3             | 127           | 18.14 | 1.029725 | 19.00 |
| T3S1/T3S2        | 80            | 11.43 | 1.029725 | 12.00 |
| T3S3             | 71            | 10.14 | 1.029725 | 11.00 |
| 2T2              | 29            | 4.14  | 1.029725 | 5.00  |
| 2T3              | 27            | 3.85  | 1.029725 | 4.00  |
| 3T2              | 18            | 2.57  | 1.029725 | 3.00  |
| 3T3              | 19            | 2.71  | 1.029725 | 3.00  |
| Total            |               |       |          |       |

Fuente: elaboración propia 2018

Interpretación: como se puede apreciar en la “Tabla 8 y 9”, se determinó del Índice medio Anual (IMDa) de la sumatoria de cada tipo de vehículo liviano y pesado

#### IV. DISCUSIÓN

Para la presente investigación se muestra la discusión de resultados que tienen relación con las teorías o trabajos previos que se muestran en el primer capítulo

En relación al objetivo general de esta investigación “Evaluar el uso de la técnica suelo cemento en el pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura”. Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007), se plantean el objetivo de “Analizar la relación Costo- beneficio de las estabilizaciones suelo- cemento y suelo agregado para su uso en vialidad y la construcción de pavimento”, concluye que que al tener una estabilización suelo cemento se obtiene potenciales valores de cbr, asimismo el pavimento aumentara su resistencia con el tiempo y a un menor costo de estabilizar con suelo agregado , caso que corrobora nuestra investigación ya que los valores de CBR y el precio son evidentemente mejores con una base suelo-cemento que con una base granular.

Por otro lado Hernández, Adrián (2016) en su investigación “Análisis comparativo de un material estabilizado con cal y cemento”, tiene una conclusión importante pues dice que el suelo-cemento es un material que eficientemente se adapta a las necesidades de construcción y que su empleo se generaliza generalmente por su economía en pavimentación debido a su gran capacidad de soporte en relación a grandes capas granulares y permite la reducción de espesores bituminosos , esto es comprobado en nuestra investigación puesto que si es económico a su vez el paquete estructural es menor y por si fuera poco la capacidad de soporte es muy buena.

De acuerdo al primer objetivo específico de nuestra investigación “elaborar el diseño de mezcla suelo-cemento para el suelo de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -

26 de octubre –Piura” Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007), se plantean el objetivo

“elaborar mezclas de suelo cemento y suelo agregado para aumentar la capacidad de soporte CBR del suelo , al realizar los ensayos necesarios para determinar la dosificación , tiene dos muestras de suelo que les llama S01 y S02 con CBRs muy pobres de 3.5% y 5.3% caso por el cual le resulta un porcentaje de cemento de 12% y 8% respectivamente , caso que para nuestra investigación no sucede puesto

que nuestro CBR es de 18.3% y nuestro porcentaje en cemento es de 2.4% , pero sin embargo guardan relación.

En relación al segundo objetivo específico, se muestran 4 diseños estructurales de base granular con un ESAL de 10000000 también realizados con la metodología AASHTO 93.

S01: con módulo resiliente de 5250 cuyos espesores de subbase, base y carpeta asfáltica son de 20.7",6.1" y 4" respectivamente

S02: Con módulo resiliente de 7950 cuyos espesores de subbase, base y carpeta asfáltica son de 14.88",6.1" y 4" respectivamente

S01, 60-40: Con módulo resiliente de 10881.2 cuyos espesores de subbase, carpeta asfáltica y base son de 11.57",6.1" y 4" respectivamente

S02, 70-30: Con módulo resiliente de 13768 cuyos espesores de subbase, base y base son de 10.74",6.1" y 4" respectivamente

En materia de nuestra investigación con un ESAL de 22000000 y módulo resiliente de

16419.48 se obtuvieron espesores de subbase, base y carpeta asfáltica de 7",11" y 4" respectivamente.

En su caso existe que hay paquetes estructurales mayores esto se debe a un menor módulo resiliente, que es el que mayormente influye para determinar los espesores del paquete estructural

En relación nuestro tercer objetivo específico que consta en elaborar el diseño estructural de un pavimento base suelo-cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -

26 de octubre –Piura". Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007), se plantean el objetivo "realizar dos tipos de pavimento con las estabilizaciones realizadas", aquí podría entra en discusión nuestro tercer objetivo específico "elaborar el diseño estructural de un pavimento base granular para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura" puesto que esta investigación nos muestra 6 diseños estructurales que los podemos comparar por partes.



Para nuestro segundo objetivo específico, muestran dos diseños estructurales con base suelo cemento la primera con 8% de cemento una carpeta asfáltica de 4”, la segunda con 12% de cemento y carpeta asfáltica de 4”. No plantea un espesor de base, simplemente dice que al analizar las muestras los CBRs son muy altos tal es que garantiza realizar la mezcla con el terreno natural insitu y compactar, para que posteriormente se coloque la carpeta asfáltica. Caso que en nuestra investigación no se da puesto que se plantea una carpeta asfáltica de 4” y una base de suelo-cemento de 20cm (8” aprox), pero con subrasante compactada es decir remover los 20cm, para compactar la subrasante y luego colocar la mezcla suelo-cemento la misma que debe ser compactada y finalmente la carpeta asfáltica.

Finalmente, para el cuarto objetivo específico de esta investigación Comparar los costos entre pavimentos con base granular y base suelo cemento de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura. Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007), tienen como objetivo de estudio “establecer la relación costo-beneficio de las estabilizaciones SUELO-AGREGADO Y SUELO-CEMENTO”, relativamente para costos ellos llegan a la siguiente conclusión para un análisis de 1km de pavimento

Tabla 8: Relación de costos de la tesis de Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007),

| Tipo de suelo | Costo en bolívares (2007) (Cambio:0.0015)<br>* | Costo en soles (2007) |
|---------------|--|-----------------------|
| S01           | 519193850.3Bs                                  | S/.778790.78          |
| S02           | 464293850.3Bs                                  | S/.696440.78          |
| S01,60-40     | 636313850.3Bs                                  | S/.954470.78          |
| S02,70-30     | 577753850.3Bs                                  | S/.866630.78          |
| S01,12%       | 516607810.7Bs                                  | S/.774911.72          |
| S02,8%        | 461230099.1Bs                                  | S/.691845.15          |

Fuente: elaboración propia, 2018. Basado en tesis Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007),

\*tipo de cambio del bolívar en año 2007

Para nuestra investigación se tiene que para un pavimento de base granular su costo aproximado es de S/.892363.00 y el de base suelo cemento es de S/.403562.85, en relación a esto se puede decir que los costos de suelo cemento para nuestro caso vendría a ser aproximadamente la mitad del pavimento de base

granular , y en el caso de la tesis de Pérez, Anabel & Torres, Leonardo (2007), no se cumple lo mismo pero se puede inferir que esto se debe a que existe una mayor proporción de cemento a utilizar y este sería el factor que elevaría estos costos.

## V. CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos en esta investigación tenemos las siguientes conclusiones:

1. Respecto al diseño de la mezcla suelo-cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura se determinó una mezcla de suelo de tipo A-2-4 siendo el porcentaje de cemento en peso de 2.3% y 8.7% de contenido de humedad óptimo
2. Respecto al diseño estructural del pavimento flexible con base granular para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura se concluye con los espesores de base, subbase y carpeta asfáltica de 7”, 11” y 4” respectivamente.
3. Respecto al diseño estructural del pavimento flexible con base suelo-cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura se concluye con los espesores de base y carpeta asfáltica de 8” y 4” respectivamente, y con una subrasante compactada
4. En relación a la comparación de costos de pavimento flexible con base suelo-cemento y base granular para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura, se llegó a un valor aprox. De S/.892363.00 para el pavimento de base granular y S/.403562.85 para el pavimento de base suelo cemento
5. Finalmente la evaluación del uso de la técnica base suelo cemento para la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas -26 de octubre –Piura , se podría decir que es factible por los siguientes factores ; muy buena capacidad de soporte (CBR:170), menores espesores puesto que el paquete estructural del pavimento suelo-cemento es de 12” y el del pavimento base granular de 22” y finalmente los costos del pavimento flexible base suelo-cemento son menores en relación al pavimento flexible de base granular un 55% menos aproximadamente.

## VI. RECOMENDACIONES

1. Para suelos, pobres utilizar la técnica base suelo-cemento no resultaría tan económico, sin embargo, sería recomendable su uso por la capacidad de soporte que esta técnica aportaría al pavimento
2. Es recomendable realizar un diseño óptimo de mezcla suelo-cemento esto garantiza que el pavimento tenga el comportamiento esperado.
3. Se recomienda tener en cuenta las posibles variaciones en los índices del crecimiento vehicular en una nueva investigación.
4. Es recomendable el mantenimiento del pavimento suelo-cemento para que pueda cumplir eficazmente su tiempo de vida útil
5. Es recomendable el uso de este paquete estructural base suelo cemento para poder pavimentar la av. Los algarrobos entre av.R y av. Las amapolas -  
26 de octubre-Piura

## PROPUESTA

“USO DE LA TECNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE  
OCTUBRE –PIURA”

### GENERALIDADES

Ubicación del proyecto

#### Ubicación política:

Departamento : Piura.  
Provincia : Piura  
Distrito : 26 de octubre  
Localidad : AA: HH los algarrobos, UPIS pueblo libre-los claveles

#### Limites

Norte : UPIS pueblo libre –los olivos, AA.HH los algarrobos  
Sur : UPIS pueblo libre los claveles –AA.HH José valer Sandoval  
Este : urbanización Mariscal tito  
Oeste : AA.HH las dalias

#### Vías de acceso

Para llegar a la zona de estudio existen diferentes vías de acceso se mencionan dos; se puede llegar a través de la av. Prolongación Chulucanas con destino a UPIS pueblo libre - los claveles, también se puede llegar siguiendo toda la av.R desde la av. Andrés Avelino Cáceres.

## Micro localización



Figura 2: Ubicación departamento de Piura de Piura



Figura 3: Ubicación de la provincia de Piura

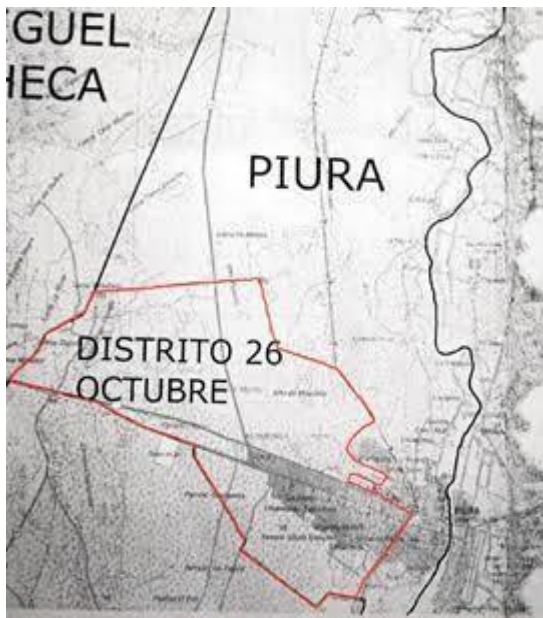


Figura 4: Ubicación del Distrito 26 de Octubre.



Figura 5: Ubicación de Av. los Algarrobos entre Av. R y Av. las Amapolas

### Situación actual de la zona del proyecto

La av. Los algarrobos entre av.R y av. Las amapolas, es una zona muy transitada que por lo tanto tiende a un rápido deterioro, en la actualidad se encuentra en rehabilitación parte de esta zona que comprende desde la av.R hasta av. Prolongación Chulucanas y una zona que aún está en deterioro que es desde la av. Prolongación Chulucanas hasta av. Las amapolas, presenta una topografía poco accidentada según se puede apreciar. Hace algunos años se rehabilito sin embargo no fue rentable ya que volvió a quedar en mal estado en poco tiempo. En cuanto al tipo de terreno presenta un muy buen suelo A-2-4 según la clasificación AASHTO con CBR de 18.3% en promedio.

### Objetivo

El objetivo es evaluar el uso de la técnica base suelo-cemento en la av. Los algarrobos entre av.R y av. Las amapolas -26 de octubre-Piura

### Justificación

El uso de la técnica base suelo-cemento para la av. Los algarrobos entre av.R y av. Las amapolas -26 de octubre-Piura presenta un panorama positivo en base a la investigación realizada principalmente basándose en la economía y la resistencia que se logra con un pavimento de base suelo-cemento respecto a un pavimento flexible de base granular.

### Beneficiarios

Serán beneficiados el parque automotor que transita continuamente por la vía en estudio, así como la población de villa jardín, UPIS pueblo libre, AA.HH las dalias entre otros

### Estructura del pavimento base suelo cemento

La presente investigación concluyo con un paquete estructural con las características de una subrasante compactada, 20cm de base suelo-cemento y 10cm de carpeta asfáltica



Figura 6: Paquete estructural de base suelo cemento



## REFERENCIAS

1. Pérez Collantes, Rocío del Carmen. 2012. ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CENIZAS DE CARBÓN PARA SU USO COMO SUBRASANTE MEJORADA Y/O SUB BASE DE PAVIMENTOS. Lima : s.n., 2012. pág. 89.
2. Aguaza, Ortega. 2012. Análisis de Coste Beneficio. [En línea] 2012. file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-AnalisisCosteBeneficio-5583839.pdf.
3. Anabel, Perez Colmenarez y leonardo, Torres Martinez. 2007. Analisis costobeneficio de las estabilizaciones suelo-cemento y suelo-agregado para su uso en construccion y vialidad de pavimentos. Maracaibo : s.n., 2007.
4. Bravo Guzmán Rosario, gracia luna nadia , morales alejandre victor michel , ramirez granados alejandra. 2012. Análisis granulométrico. mexico : s.n., 2012.
5. consorcio centro II. 2009. diseño de pavimentos. ayacucho , abancay : s.n., 2009.
6. Hector, Salvador Jara. 2014. Manual de procedimientos analiticos para suelos y agregados en construccion . Piura : s.n., 2014.
7. Hernandez Dominguez, Adrian . 2016. Analisis comparativo de un material estabilizado con cal y cemento. Mexico : s.n., 2016. pág. 91.
8. Hernández; Fernández; Baptista;. 2010. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. [aut. libro]. MEXICO : MCGRAW -HILL, 2010.
9. ICPC. dosificacion de muestras suelo-cemento . colombia : s.n.
10. icpc. 1999. suelo- cemento para pavimentos . colombia : s.n., 1999.
11. Instituto de la construccion y gerencia. 2013. Manual de carreteras;Suelos,geologia,geotecnia y pavimentos ;seccion:suelos y pavimentos. 2da edicion. Lima : Fondo editorial ICG, 2013. pág. 208. 2013-15344.
12. MTC. 2008. Glosario de Términos de UsoFrecuente en Proyectos de infraestructura vial. Ministerio de transportes y comunicaciones . Lima-Peru : s.n., 2008.

13. Rocha Pitta, Marcio . 2002. Construcción de bases suelo cemento por el proceso de mezcla en sitio. La paz : s.n., 2002. pág. 42.
14. Toirac Corral, Jose. 2008. El suelo cemento como material de construcción. Santo domingo : s.n., 2008. pág. 53. Vol. XXXIII. 0378-7680.
15. Torres, Pérez &. 2007. European Commission (2008), [En línea] 2007.  
<http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-07-01782.pdf>.
16. Xavier Murillo, Elithel. 2010. Estudio del comportamiento de las bases de pavimentos rígidos en la ciudad de Cuenca y su influencia en el diseño . Cuenca : s.n., 2010. pág. 190.

ANEXOS  
ANEXO 01

Tabla 9: Matriz de consistencia

| TEMA  | PROBLEMAS  | OBJETIVOS   | METODOLOGÍA  |
|---|--|---|--|
|   | <u>PROBLEMA GENERAL</u>  | <u>OBJETIVO GENERAL</u>   | <u>METODOLOGÍA GENERAL</u>   |
|   | ¿Cuál sería la evaluación uso de la técnica base suelo cemento en el pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas - 26 de octubre –Piura”? | Evaluar el uso de la técnica suelo cemento en el pavimento flexible de la av. los algarrobos entre av. R y av. las amapolas 26 de octubre –Piura. | Experimental, ya que existen manipulación de las variables independientes, para analizar el efecto que tienen sobre las variables dependientes                 |
|   | <u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u>   | <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u>  |  |
| USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE –PIURA | ¿Cuál sería el diseño de mezcla óptimo de cemento?   | Elaborar el diseño de mezcla óptimo de suelo-cemento  | La investigación es una investigación aplicada, pues se tomarán muestras de campo y serán procesadas en laboratorio  |
|   | ¿Cuál sería el diseño del pavimento con base suelo cemento   | Elaborar un Diseño de pavimento con base suelo cemento  |  |
|   | ¿Cuál será el diseño del pavimento flexible con base granular?   | Elaborar un diseño de pavimento flexible con base granular  | Tiene un enfoque cuantitativo ya que el proyecto se divide en diferentes procesos que conllevan a analizar los resultados obtenidos de la recolección de datos |
|   | ¿Cuál sería la diferencia de los costos entre pavimentos con base granular y base suelo cemento?   | Comparar los costos entre pavimentos con base granular y base suelo cemento   |  |

## ANEXO 2:

### Cálculo del ESAL

Para este cálculo es necesario conocer distintos factores que se determinan a continuación:

#### Periodo de diseño

Para el presente estudio el periodo de diseño de pavimento flexible es de 20 años (ver tabla 23)

#### Ejes equivalentes (EE)

Para el cálculo de los EE, se utilizará las siguientes relaciones simplificadas por tipo de eje visibles en la tabla 10, de tal modo que se determinen las toneladas ejercidas de cada eje de vehículo pesado, utilizado para el diseño estructural del pavimento flexible.

(P = peso real por eje en toneladas).

Tabla 10: Tabla de ejes equivalentes por tipo de vehículo pesado

| TIPO DE EJE  | Eje Equivalente<br>(EE 8.2 ton) |
|--|---------------------------------|
| 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 tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje ruedas simples) (EETA1)  | $EETA1=[P/14.8]^{4.0}$          |
| Eje tándem (2 ejes ruedas dobles) (EETA2)                        | $EETA2=[P/15.1]^{4.0}$          |
| Eje tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje ruedas simples) (EETR1) | $EETR1=[P/20.7]^{3.9}$          |
| Eje tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)                     | $EES1=[P/21.8]^{3.9}$           |

Fuente: elaboración propia, datos método AASHTO 934

Para determinar el peso unitario de cada tipo de vehículo pesado es necesario aplicar dichas formulas y las podemos ver representadas en la siguiente tabla

Tabla 11: Relación de carga por eje (vehículos pesados)

| VEHÍCULO       | EJE DELANTERO | EJES POSTERIORES |      |      |      |      |      |      |      | TOTAL PESO UNITARIO |
|----------------|---------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|---------------------|
|                |               | 1                |      |      | 2    |      |      | 3    |      |                     |
|                | 7             | 11               | 18   | 23   | 11   | 18   | 25   | 11   | 18   |                     |
| Bus 2E         | 1.27          | 3.24             |      |      |      |      |      |      |      | 4.51                |
| Bus 3E         | 1.27          |                  | 1.37 |      |      |      |      |      |      | 2.64                |
| Camión 2E (C2) | 1.27          | 3.24             |      |      |      |      |      |      |      | 4.51                |
| Camión 3E (C3) | 1.27          |                  | 2.02 |      |      |      |      |      |      | 3.29                |
| Camión 4E (C4) | 1.27          |                  |      | 1.51 |      |      |      |      |      | 2.78                |
| T2S1/T2S2      | 1.27          | 3.24             |      |      |      | 2.02 |      |      |      | 6.53                |
| T2S3           | 1.27          | 3.24             |      |      |      |      | 1.71 |      |      | 6.22                |
| T3S1/T3S2      | 1.27          |                  | 2.02 |      |      | 2.02 |      |      |      | 5.31                |
| T3S3           | 1.27          |                  | 2.02 |      |      |      | 1.71 |      |      | 5.00                |
| 2T2            | 1.27          | 3.24             |      |      | 3.24 |      |      | 3.24 |      | 10.99               |
| 2T3            | 1.27          | 3.24             |      |      | 3.24 |      |      |      | 2.02 | 9.77                |
| 3T2            | 1.27          |                  | 2.02 |      | 3.24 |      |      | 3.24 |      | 9.77                |
| 3T3            | 1.27          |                  | 2.02 |      | 3.24 |      |      |      | 2.02 | 8.55                |

Fuente: elaboración propia 2018

Tasa de crecimiento y proyección

$$T_n = T_o(1 + r)^{n-1} \text{ Donde:}$$

T<sub>n</sub>: tránsito proyectado  
 T<sub>o</sub>: tránsito actual  
 r: tasa anual de crecimiento de tránsito  
 n: número de periodo de diseño

De acuerdo a la ecuación se hace el cálculo del tránsito proyectado para 20 años para la cantidad de vehículos que transitaran en la vía estudiada , el mismo que está en función de la tasa anual de crecimiento de tránsito y el tránsito actual (ver tabla 24 y 25)

Tabla 12: Tasas de crecimiento vehicular

|  |         |
|--|---------|
| Tasa de crecimiento anual (vehículos livianos) | 5.8%    |
| PBI (vehículos pesados)                        | 3.4%    |
| Periodo de diseño años                         | 20 años |

Fuente: elaboración propia 2018

Ahora bien, se calculará el número de ejes equivalentes proyectados

Tabla 13: Transito proyectado para periodo de diseño 20 años

| Vehículo       | IMDa  | Transito proyectado |
|----------------|-------|---------------------|
| Bus 2E         | 59.00 | 111.36              |
| Bus 3E         | 55.00 | 103.81              |
| Camión 2E (C2) | 35.00 | 66.06               |
| Camión 3E (C3) | 17.00 | 32.08               |
| Camión 4E (C4) | 18.00 | 33.97               |
| T2S1/T2S2      | 18.00 | 33.97               |
| T2S3           | 19.00 | 35.86               |
| T3S1/T3S2      | 12.00 | 22.65               |
| T3S3           | 11.00 | 20.76               |
| 2T2            | 5.00  | 9.44                |
| 2T3            | 4.00  | 7.55                |
| 3T2            | 3.00  | 5.66                |
| 3T3            | 3.00  | 5.66                |

Fuente: elaboración propia 2018

Interpretación: Como se puede visualizar en la “Tabla 13”, se obtuvo un Transito Proyectado por cada tipo de vehículo pesado a proyección de 20 años. Siendo los de mayor transitabilidad los buses 2E y 3E

Para determinar los EE (Ejes equivalentes) en Día-Carril es necesario conocer los factores de distribución direccional y de carril, los cuales están sujetos a las características de Transitabilidad de la carretera en estudio.

Para la presente investigación se determina que la carretera en estudio será de una calzada la misma que tiene dos sentidos (ida y vuelta), por lo tanto para la obtención de EE día-carril es aplicable la siguiente ecuación:

$$EEdia - carril = IMDp * Fd * Fc * Fvp * Fp$$

Donde

IMDp: índice medio diario proyectado

Fd: factor direccional (ver tabla 26)

Fc: factor carril (ver tabla 26)

Fvp: Total unitario de tabla 11

Fp: presión óptima del neumático (1.95)

Tabla 14: Ejes equivalentes día-carril

| Vehículo       | IMDp   | Fd  | Fc | Fvp   | Fp    | EEdia-carril |
|----------------|--------|-----|----|-------|-------|--------------|
| Bus 2E         | 111.36 | 0.5 | 1  | 4.51  | 1.95  | 489.68       |
| Bus 3E         | 103.81 | 0.5 | 1  | 2.64  | 1.95  | 267.21       |
| Camión 2E (C2) | 66.06  | 0.5 | 1  | 4.51  | 1.95  | 290.48       |
| Camión 3E (C3) | 32.08  | 0.5 | 1  | 3.29  | 1.95  | 102.91       |
| Camión 4E (C4) | 33.97  | 0.5 | 1  | 2.78  | 1.95  | 92.08        |
| T2S1/T2S2      | 33.97  | 0.5 | 1  | 6.53  | 1.95  | 216.28       |
| T2S3           | 35.86  | 0.5 | 1  | 6.22  | 1.95  | 217.47       |
| T3S1/T3S2      | 22.65  | 0.5 | 1  | 5.31  | 1.95  | 117.26       |
| T3S3           | 20.76  | 0.5 | 1  | 5.00  | 1.95  | 101.21       |
| 2T2            | 9.44   | 0.5 | 1  | 10.99 | 1.95  | 101.15       |
| 2T3            | 7.55   | 0.5 | 1  | 9.77  | 1.95  | 71.22        |
| 3T2            | 5.66   | 0.5 | 1  | 9.77  | 1.95  | 53.92        |
| 3T3            | 5.66   | 0.5 | 1  | 8.55  | 1.95  | 47.18        |
|                |        |     |    |       | TOTAL | 2168.74      |

Fuente: elaboración propia 2018

Luego de esto la cantidad de EEdia-carril, guarda relación con un factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo, el cual se representa en la siguiente ecuación:

$$Fc \text{ livianos} = ((1 + r)^n - 1)/r$$

$$Fc \text{ pesados} = ((1 + PBI)^n - 1)/PBI$$

Donde:

r : tasa anual de crecimiento de

transito PBI: producto bruto

interno n : periodo de diseño en

años

Aplicando estas ecuaciones tenemos como resultado

$$Fc \text{ livianos} = \frac{(1 + 0.058)^{20} - 1}{0.058} = 36.00$$

$$Fc \text{ pesados} = \left( \frac{(1 + 0.034)^{20} - 1}{0.034} \right) = 27.99$$

Ahora para el cálculo del ESAL para un periodo de diseño de 20 años es aplicable la siguiente ecuación:

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [EE_{dia-carril} * Fc * 365]$$

$$Nrep \text{ de } EE_{8.2tn} = \sum [2168.74 * 27.99 * 365] = 22115741.50$$

#### DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

El diseño estructural busca determinar los espesores de capas que conformaran el pavimento flexible para la vía que está determinada en la presente investigación, con sustento teórico en la “guía de diseño de pavimentos AASHTO 93” la misma que nos proporciona datos ya establecidos, así como un nomograma que es de gran utilidad para el desarrollo de la investigación, el mismo que esta adjunto en la fig.78.

Para poder determinar los espesores de carpeta se necesita en número estructural y para ello es necesario conocer diferentes datos los mismos que se muestran a continuación:

Tabla 15: Datos específicos para método AASHTO 93

| DATO                                  | VALOR      | FUENTE    |
|---------------------------------------|------------|-----------|
| Numero de ejes equivalentes (W18)     | 22115741.5 | Calculado |
| Periodo de diseño                     | 20 años    | Tabla 23  |
| Confiabilidad (R)                     | 90%        | Tabla 27  |
| Desviación estándar normal (Zr)       | -1.282     | Tabla 28  |
| Desviación estándar total (So)        | 0.45       | Tabla 29  |
| Índice de servicapacidad inicial (Po) | 4.2        | Fig.37    |
| Índice de servicapacidad final (Pt)   | 2.5        | Fig.37    |
| ΔPSI                                  | 1.7        | Po-Pt     |

Fuente: elaboración propia 2018



### Módulo resiliente (MR)

Es necesario conocer tres valores de CBR tanto el de la subrasante, subbase y base. Para poder determinar el Mr se realiza el cálculo del CBR de diseño, dato que es aporte de los ems realizados y tiene como valor 18.33; conocido este dato es aplicable a la siguiente ecuación según corresponda:

### CBR DE DISEÑO:

Para criterio de investigación se realizaron 6 calicatas ubicadas cada 250 m en la av. Los algarrobos, las cuales muestran diferentes valores de CBR en tanto se cree conveniente utilizar como CBR de diseño el valor promedio de estas, datos que serán corroborados en la Fig.67 de los anexos de la presente investigación en tanto se tiene

$$CBR \text{ subrasante} = \frac{15.1 + 33.1 + 17.3 + 7.8 + 18.2 + 18.2}{6} = 18.3$$

Asimismo, se tomarán los valores mínimos que da la norma AASHTO 93 para los valores de cbr de subbase y base que son 55 y 80 respectivamente

1) Mr de subrasante

$$Mr(PSI) = 2555 * CBR^{0.64}$$

De la misma que se obtiene el siguiente resultado

$$Mr = 2555 * 18.3^{0.64} = 16419.48 \text{ PSI}$$

2) Mr de subbase

$$Mr(PSI) = 2555 * CBR^{0.64}$$

De esta ecuación se obtiene el siguiente resultado

$$Mr = 2555 * 55^{0.64} = 33206.49 \text{ PSI}$$

### 3) Mr de base

$$Mr(PSI) = 2555 * CBR^{0.64}$$

De esta ecuación se obtiene el siguiente resultado

$$Mr = 2555 * 80^{0.64} = 42205.44 \text{ PSI}$$

#### Coeficiente de drenaje

Para este coeficiente es necesario el cálculo del tiempo de saturación del pavimento, En Piura se prevé un periodo de retorno del FEN de 5 años y con un periodo lluvioso de 3 meses por año es decir que este sería el tiempo en el que el pavimento estaría expuesto a la saturación.

El resultado es expresado en porcentaje y se determina a través de la siguiente ecuación:

$$P = (TII/Pd) * 100 \text{ Donde:}$$

P: Tiempo de saturación

TII: Temporada de lluvias en meses (usualmente 3 meses por año)

Pd: Periodo de diseño en meses (20 años)

En consecuencia, al aplicar resulta

$$P = \left(\frac{60}{240}\right) * 100 = 25\%$$

Entonces tendríamos un m2 y m3 de 1.5 (ver tabla 30 y 31)

#### Coeficientes estructurales de las capas del pavimento

Están determinadas y recomendadas por la guía AASHTO 93 y son las siguientes (ver tabla 32):

Tabla 16: Coeficientes estructurales

|    |       |
|----|-------|
| a1 | 0.44" |
| a2 | 0.14" |
| a3 | 0.11" |

Fuente: elaboración propia 2018

#### Calculo del número estructural

Como número estructural requerido se tiene según el ábaco que será 4.4 (ver fig.78). AASHTO propone dos metodologías para determinar los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento: El primero es por espesores mínimos y la segunda donde los espesores mínimos son referenciales

### Espesores mínimos

Según la guía se recomienda los siguientes espesores en función del tránsito como se puede apreciar en el anexo tabla 33

Espesor de carpeta asfáltica  $D1=10\text{cm}-4''$

Espesor de base granular  $D2=15\text{cm}-6''$

Estos valores podemos reemplazarlos en la siguiente ecuación:

$$SN = a1 * d1 + a2 * d2 * m2 + a3 * d3 * m3$$

$$4.4 = 0.44 * 4 + 0.14 * 6 * 1.15 + a3 * 0.11 * 1.15$$

$$4.4 = 1.76 + 0.966 + 0.1265a3$$

$$4.4 - 2.726 = 0.1265a3$$

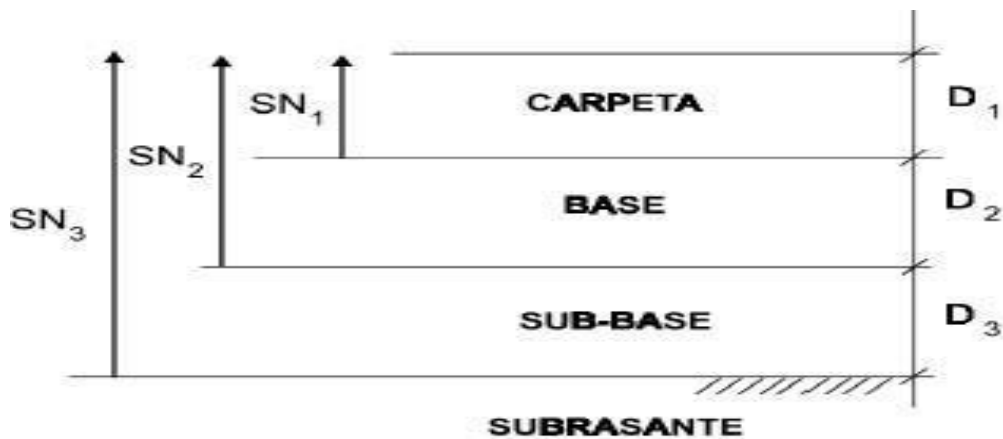
$$1.674/0.1265 = a3$$

$$a3 = 13.23''$$

Realizado este cálculo el pavimento tendría las siguientes dimensiones:



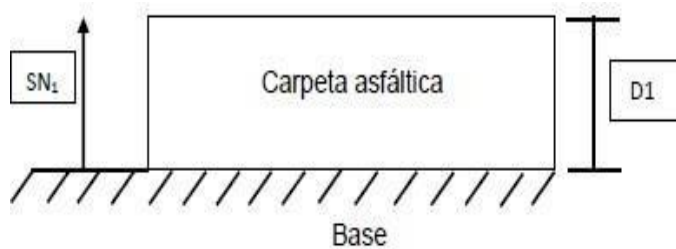
Espesores mínimos referenciales



Espesor de la carpeta asfáltica d1

La carpeta asfáltica se cimenta sobre la base granular con un módulo resiliente de 42205.44 PSI.

Según el ábaco de la figura 78 se tiene un SN aproximado = 3.2. Por lo tanto, este valor será ajustado por la ecuación (02) cuyo resultado fue de un SN = 1.76



$$SN1 = a1 * d1$$

$$d1 = SN1/a1$$

$$d1 = 3.2/0.44$$

$$d1 = 7.3"$$

Para el valor d1 de carpeta asfáltica se tomará el mínimo que es de 4" determinado anteriormente, por tanto:

$$SN1 = 0.44 * 4 = 1.76$$

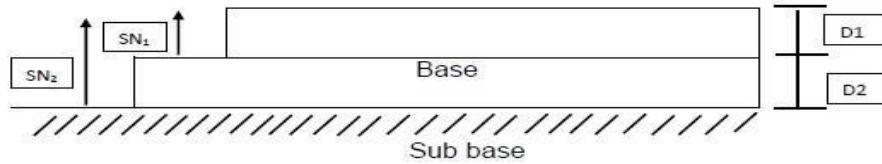
$$d1 = 4"$$

Espesor de la base granular d2

La base granular se cimenta sobre la sub base granular con un módulo resiliente de 33206.49

PSI.

Según el ábaco de la figura 78 se tiene un SN aproximado = 3.5” Por lo tanto este valor será ajustado por la ecuación (02) cuyo resultado fue de un  $SN_2 = 3.53$



$$SN_2 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2$$

$$3.5 = 0.44 * 4 + 0.14 * d_2 * 1.15$$

$$3.5 = 1.76 + 0.161d_2$$

$$1.74/0.161 = d_2$$

$$d_2 = 10.8" = 11"$$

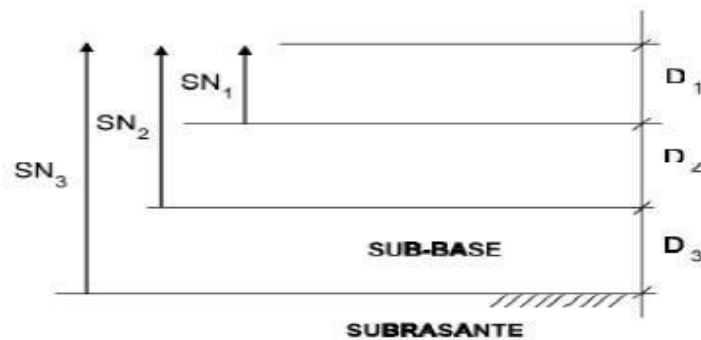
Por lo tanto:

$$SN_2 = 0.44 * 4 + 0.14 * 11 * 1.15 = 3.53$$

Espesor de la sub base granular  $d_3$

La sub base granular se cimenta sobre la sub rasante con un módulo resiliente de 16419.98 PSI.

Según el ábaco de la figura 78 se tiene un SN aproximado = 4.4pulgadas. Por lo tanto, este valor será ajustado por la ecuación (02) cuyo resultado fue de un  $SN_3 = 4.41$



$$SN_3 = a_1 * d_1 + a_2 * d_2 * m_2 + a_3 * d_3 * m_3$$

$$4.4 = 0.44 * 4 + 0.14 * 11 * 1.15 + a_3 * 0.11 * 1.15$$

$$4.4 = 1.76 + 1.771 + 0.1265a_3$$

$$4.4 - 3.531 = 0.1265a_3$$

$$0.869/0.1265 = a3 a3$$

$$= 6.87" = 7"$$

Por tanto:

$$SN3 = 0.44 * 4 + 0.14 * 11 * 1.15 + 7 * 0.11 * 1.15 = 4.41$$

En consecuencia, tendremos un nuevo diseño de la estructura del pavimento que es la siguiente



D3=7"

Figura 7: Diseño estructural del pavimento flexible base granular

Comprobamos el número estructural requerido

$$SN_{req} \geq SN_t$$

$$0.44 * 4 + 0.14 * 11 * 1.15 + 7 * 0.11 * 1.15 \geq 4.4$$

$$4.41 \geq 4.4 \quad \text{¡Si cumple!}$$

## DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE BASE SUELO CEMENTO

El método para este diseño es el método de la PCA (portland Cement Association), nos brinda algunas consideraciones teóricas con sustento en ensayos sobre pavimentos ya existentes que serán de mucha utilidad para el desarrollo de la presente investigación. Básicamente el método busca encontrar dos valores que permitirán entrar a un nomograma para determinar los espesores adecuados del pavimento base –suelo cemento que son el factor de fatiga y el módulo de reacción K de la subrasante.}

### Factor de fatiga

En primera instancia es necesario conocer las cargas de ejes simples, dobles y trídem y la relación de vehículos que les pertenece

Tabla 17: Relación cargas /vehículos

| Carga por eje | Vehículos   |  |
|---------------|---|--|
|               | Ejes simples  |  |
| 7             | B2E,B3E,C2E,C3E,C4E,T2S1/T2S2,T2S3,T3S1/T3S2,T3S3,2T2,2T3,3T2 y 3T3 |  |
| 11            | B2E,C2E,T2S1/T2S2,T2S3,2T2,3T2,3T3                                  |  |
| Ejes tándem   |   |  |
| 18            | C3E,T2S1/T2S2,T3S1/T3S2,T3S3,3T2,3T3                                |  |
| 16            | B3E   |  |
| Ejes trídem   |   |  |
| 23            | C4E   |  |
| 25            | T2S3,T3S3   |  |

Fuente: elaboración propia 2018

Interpretación: en el estudio de tráfico realizado para pavimento flexible base granular se determinó los vehículos pesados que son los que aportarían cargas al pavimento, para este caso cada vehículo tiene una configuración de carga según sus ejes, en este cuadro se relaciona el tipo de eje, la carga y el tipo de vehículo (ejm: el vehículo B2E tiene dos ejes simples que aportan 7 y 11 tn respectivamente al pavimento)

Tabla 18: Repetición de ejes para el periodo de diseño en miles.

| VEHICULOS<br>IMDP | EJES |     |    |     |    |    |
|-------------------|------|-----|----|-----|----|----|
|                   | 7    | 11  | 18 | 16  | 23 | 25 |
| Bus 2E            | 112  | 112 |    |     |    |    |
| Bus 3E            | 104  |     |    | 104 |    |    |
| Camión 2E<br>(C2) | 66   | 66  |    |     |    |    |

|                              |      |      |       |       |       |       |
|------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Camión 3E (C3)               | 33   |      | 33    |       |       |       |
| Camión 4E (C4)               | 34   |      |       |       | 34    |       |
| T2S1/T2S2                    | 34   | 34   | 34    |       |       |       |
| T2S3                         | 36   | 36   |       |       |       | 36    |
| T3S1/T3S2                    | 23   |      | 23    |       |       |       |
| T3S3                         | 21   |      | 23    |       |       | 23    |
| 2T2                          | 10   | 10   |       |       |       |       |
| 2T3                          | 8    |      |       |       |       |       |
| 3T2                          | 6    | 6    | 6     |       |       |       |
| 3T3                          | 6    | 6    | 6     |       |       |       |
| TOTAL                        | 493  | 270  | 125   | 104   | 34    | 59    |
| TOTAL en miles               | 0.49 | 0.27 | 0.125 | 0.104 | 0.034 | 0.059 |
| DIAS                         | 7300 | 7300 | 7300  | 7300  | 7300  | 7300  |
| Repetición Periodo de diseño | 3577 | 1971 | 912.5 | 759.2 | 248.2 | 430.7 |

Fuente: elaboración propia 2018

Interpretación: este cuadro representa la repetición para el del periodo de diseño es decir cuántos ejes de determinada cantidad de toneladas aportaran un consumo de fatiga al pavimento durante el periodo de 20años, el número total queda expresado en miles.

Tabla 19: Cálculo del factor de fatiga (ver tabla 34,35 y 36)

| Carga por eje tn | Repeticiones de carga en la vida de diseño(miles) | Coeficiente de consumo de fatiga | Consumo de fatiga |
|------------------|---|----------------------------------|-------------------|
| 7                | 3577  | 0.0078                           | 27.9              |
| 11               | 1971  | 11210                            | 22094910          |
| 16               | 759.2   | 175                              | 132860            |
| 18               | 912.5   | 7297                             | 6642087.5         |
| 23               | 248.2   | 287                              | 71233.4           |
| 25               | 430.7   | 2056                             | 885519.2          |
|                  |   | Factor de fatiga                 | 29762528          |

Fuente. Elaboración propia

Interpretación: para el cálculo del factor de fatiga las repeticiones de la carga en la vida de diseño expresada en miles son multiplicado por el factor de fatiga dado por el



PCA para la carga por ejes (ver tabla 34,35 y 36) y el resultado final es la sumatoria de todos estos.

#### Módulo de reacción de la subrasante K

Para este caso el método propone encontrar este valor mediante la siguiente ecuación que guarda relación con el CBR (ya conocido CBR de diseño: 18.3%)

$$k = \left(1550 * \frac{\text{---}}{26}\right) \text{CBR}^{0.7788} \text{PCI}$$

Datos:

CBR: 18.3

1PCI=0.028kg/cm<sup>3</sup>

$$k = \left(1550 * \frac{18.3}{26}\right)^{0.7788} = 226.33 \text{PCI}$$

$$k = 226.33 * 0.028 = 6.34 \text{kg/cm}^3$$

El módulo cumple con los requerimientos del método pca que indica que para un CBR mayor de 10 debe de existir un valor de K mayor de 200PCI (ver tabla 37)

#### Calculo de espesores

Se debe saber que el suelo A2-4 está considerado como un suelo granular por lo tanto se utilizara el nomograma para suelo granular, el mismo que por interpolación nos da el siguiente resultado para base suelo-cemento

Espesor suelo cemento =18cm =20cm

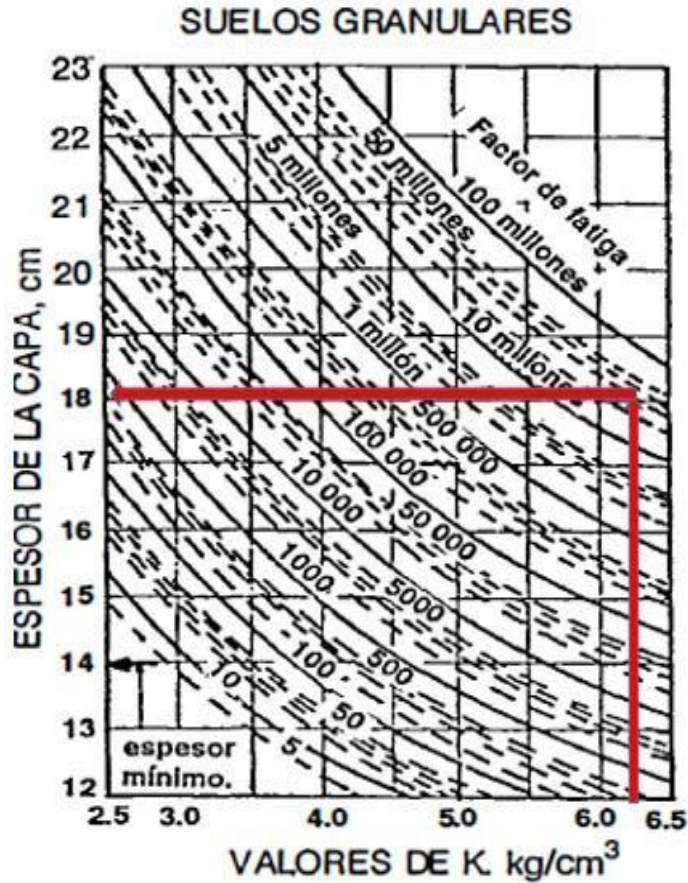


Figura 8: Nomograma de la pca para determinar espesores de base suelo-cemento

Según la pca para el espesor de la capa suelo-cemento se debe utilizar una capa de carpeta asfáltica de mínimo 2.5" pero recomienda una capa en el intervalo de 4"-6.5" para nuestro caso se tomará el espesor de 4" (ver tabla 38) Así se tendría el siguiente paquete estructural:

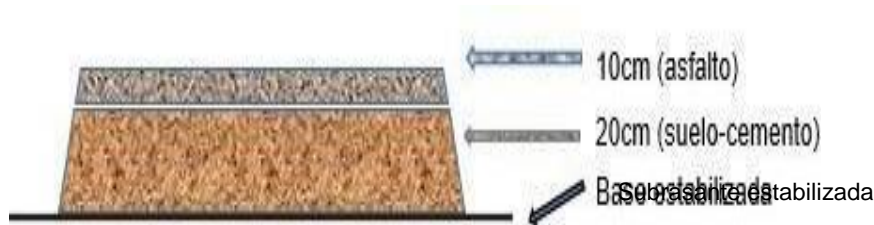


Figura 9: Diseño estructural de pavimento flexible base suelo-cemento

## EVALUACION DE COSTOS

Como criterio de investigación se realizará un valor aproximado en cuanto se refiere a las dos propuestas de pavimento planteadas como es el caso de pavimento flexible con base granular y base suelo cemento para la av. Los algarrobos entre av. y av. Las amapolas – 26 de octubre –Piura. Este valor referencial esta realizado para un km de carretera en ambas propuestas y una calzada de 6m. y muestra a partir de los cálculos realizados los siguientes valores referenciales

Para poder determinar este valor referencial o costo por km de carretera se realizaron algunos metrados y análisis de costos unitarios, además de unas cotizaciones que se muestran desde la figura 79 hasta la figura 85

Los costos que se pudieron determinar para cada propuesta fueron los siguientes:

Pavimento flexible base granular:

Para un km de pavimento con paquete estructural; subbase, base y carpeta asfáltica de 7” ,11” y 4” respectivamente el costo asciende a S/.892,363.00 (ochocientos noventa y dos mil trescientos sesenta y tres con 00/100 soles) (ver fig.05)

Pavimento flexible base suelo-cemento:

Para un km de pavimento con paquete estructural; base suelo-cemento y carpeta asfáltica de

8” y 4” respectivamente el costo asciende a S/.403,562.85 (cuatrocientos tres mil quinientos sesenta y dos con 85/100 soles) (ver fig.06)

Con la obtención de estos valores se puede hacer una relación en cuanto a porcentajes que el costo del pavimento suelo-cemento es aprox 55% menos que el pavimento flexible base granular

| VALOR REFERENCIAL |   |     |          |          |            |            |
|-------------------|---|-----|----------|----------|------------|------------|
| PROYECTO          | "PROPUESTA DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LOS ALGARROBOS ENTRE AV.R Y AV.LAS AMAPOLAS |     |          |          |            |            |
|                   | DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA "   |     |          |          |            |            |
| UBICACIÓN         | DISTRITO 26 DE OCTUBRE  |     |          |          |            |            |
| FECHA             | 10 DE NOVIEMBRE DE 2018   |     |          |          |            |            |
| PARTIDA           | DESCRIPCION   | UND | METRADO  | COSTOS   |            |            |
|                   |   |     |          | UNITARIO | PARCIAL    | TOTAL      |
| <b>01.00.00</b>   | <b>OBRAS PROVISIONALES</b>  |     |          |          |            |            |
| 01.01.00          | Movilización y Desmovilización de Equipo Caseta de Guardiania y Almacén               |     |          |          | 1,500.00   |            |
| 01.02.00          | Gastos de Operación Mantenimiento de  |     |          |          | 940.25     |            |
| 01.03.00          | Tránsito  |     |          |          | 500.00     |            |
| 01.04.00          | Cartel de Obra 4.80 x 2.40 m. Trazo y Replanteo                                       |     |          |          | 500.00     |            |
|                   |   |     |          |          | 871.21     |            |
|                   | <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>  |     |          |          |            |            |
| 01.05.00          | <b>CORTES A NIVEL DE SUBRASANTE</b>   |     |          |          |            |            |
| 01.06.00          | Corte a nivel subrasante, con tractor 140-160HP                                       |     |          |          | 6,000.00   | 10,311.46  |
|                   | <b>CONFORMACION DE SUBRASANTE</b>   | GLB | 1.00     | 1,500.00 |            |            |
| <b>02.00.00</b>   | Compactación de Subrasante  | GLB | 1.00     | 940.25   |            |            |
|                   | <b>ELIMINACION DE EXCEDENTES</b>  | GLB | 1.00     | 500.00   |            |            |
| <b>02.01.00</b>   | Eliminación de material excedente c/volq. 12m3 d=10km                                 | GLB | 1.00     | 500.00   |            |            |
|                   | <b>PAVIMENTOS</b>   | UND | 1.00     | 871.21   |            |            |
| 02.01.01          | <b>BASE GRANULAR</b>  | M2  | 6,000.00 | 1.00     | 31,038.98  | 31,038.98  |
| <b>02.02.00</b>   | Conformación de Subbase Granular e=0.18 m. conformación de base granular e=0.28m      | M3  | 2,700.00 | 11.50    |            |            |
| 02.02.01          | <b>IMPRIMACION</b>  |     |          |          | 42,562.31  | 42,562.31  |
|                   | Imprimación Asfáltica con equipo  | M2  | 6,000.00 | 7.09     |            |            |
| <b>02.03.00</b>   | <b>CARPETA ASFALTICA</b>  | M3  | 2,700.00 | 14.40    |            |            |
| 02.03.01          | Carpeta Asfáltica en caliente e=4.0"  |     |          |          | 38,870.55  | 38,870.55  |
|                   | <b>SEÑALIZACION</b>   |     |          |          |            |            |
| <b>03.00.00</b>   |   | M2  | 6,000.00 | 26.25    |            |            |
|                   |   | M2  | 6000     | 33.70    |            |            |
| <b>03.01.00</b>   |   |     |          |          |            |            |
| 03.01.01          |   | M2  | 6,000.00 | 2.66     |            |            |
|                   |   |     |          |          | 157,520.39 |            |
| 03.01.02          |   | M3  | 600.00   | 218.29   |            |            |
|                   |   |     |          |          | 202,192.30 | 359,712.69 |
|                   |   | ML  | 1,000.00 | 0.74     |            |            |

|                 |                          |     |  |  |            |                   |
|-----------------|--------------------------|-----|--|--|------------|-------------------|
| <b>03.02.00</b> |                          |     |  |  |            |                   |
| 03.02.01        |                          |     |  |  | 15,983.94  | 15,983.94         |
| <b>03.03.00</b> |                          |     |  |  |            |                   |
| 03.03.01        |                          |     |  |  | 130,974.99 | 130,974.99        |
| <b>04.00.00</b> |                          |     |  |  |            |                   |
| 04.01.00        | Pintado de Pavimento     |     |  |  | 744.95     | 744.95            |
|                 |                          |     |  |  |            |                   |
|                 | <b>COSTO DIRECTO</b>     |     |  |  |            | <b>630,199.86</b> |
|                 | GASTOS GENERALES         | 10% |  |  |            | 63,019.99         |
|                 | UTILIDAD                 | 10% |  |  |            | 63,019.99         |
|                 | <b>SUB TOTAL</b>         |     |  |  |            | <b>756,239.83</b> |
|                 | I.G.V                    | 18% |  |  |            | 136,123.17        |
|                 | <b>TOTAL PRESUPUESTO</b> |     |  |  |            | <b>892,363.00</b> |

Figura 10: Valor referencial para pavimento flexible de base granular

| <b>VALOR REFERENCIAL</b> |  |     |         |          |          |       |  |
|--------------------------|--|-----|---------|----------|----------|-------|--|
| PROYECTO                 | <i>"PROPUESTA DE PAVIMENTO BASE SUELO-CEMENTO DE LA AV LOS ALGARROBOS ENTRE AV.R Y AV.LAS AMAPOLAS DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA "</i> |     |         |          |          |       |  |
| UBICACIÓN                | DISTRITO 26 DE OCTUBRE   |     |         |          |          |       |  |
| FECHA                    | 14 DE NOVIEMBRE DE 2018  |     |         |          |          |       |  |
|                          |  |     |         |          |          |       |  |
| PARTIDA                  | DESCRIPCION  | UND | METRADO | COSTOS   |          |       |  |
|                          |  |     |         | UNITARIO | PARCIAL  | TOTAL |  |
| <b>01.00.00</b>          | <b>OBRAS PROVISIONALES</b>   | GLB | 1.00    | 1,500.00 |          |       |  |
| 01.01.00                 | Movilización y Desmovilización de Equipo   | GLB | 1.00    | 940.25   | 1,500.00 |       |  |
|                          | Caseta de Guardiania y Almacen   | GLB | 1.00    | 500.00   |          |       |  |
| 01.02.00                 | Gastos de Operación  | GLB | 1.00    | 500.00   | 940.25   |       |  |
|                          |  | UND | 1.00    | 871.21   |          |       |  |

|          |   |     |          |        |            |                   |
|----------|---|-----|----------|--------|------------|-------------------|
| 01.03.00 | Mantenimiento de Transito<br>Cartel de Obra 4.80 x 2.40 m.  | M2  | 6,000.00 | 1.00   | 500.00     |                   |
|          |   |     |          |        | 500.00     |                   |
| 01.04.00 | Trazo y Replanteo   |     |          |        | 871.21     |                   |
| 01.05.00 | <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>  | M3  | 1,200.00 | 9.79   |            |                   |
| 01.06.00 | <b>CORTES A NIVEL DE SUBRASANTE</b><br>Corte a nivel subrasante, con tractor<br>material suelto 140-160HP | M2  | 6,000.00 | 7.09   | 6,000.00   | 10,311.46         |
| 02.00.00 | <b>CONFORMACION DE SUBRASANTE</b><br>Compactacion de Subrasante   | M2  | 6,000.00 | 11.86  |            |                   |
| 02.01.00 | <b>PAVIMENTOS</b><br><b>BASE SUELO-CEMENTO</b>  | M2  | 6,000.00 | 2.66   |            |                   |
| 02.01.01 | Conformación de base suelo cemento .  | M2  | 6,000.00 |        | 11,748.00  | 11,748.00         |
| 02.02.00 | <b>IMPRIMACION</b><br>Imprimacion Asfaltica con equipo  | M2  | 600.00   | 218.29 |            |                   |
| 02.02.01 | <b>CARPETA ASFALTICA</b>  | ML  | 3,000.00 | 0.74   | 42,562.31  | 42,562.31         |
| 03.00.00 | Carpeta Asfaltica en caliente e=4.0"<br><b>SEÑALIZACION</b>   |     |          |        |            |                   |
| 03.01.00 |   |     |          |        |            |                   |
| 03.01.01 |   |     |          |        | 71,186.47  | 71,186.47         |
| 03.02.00 |   |     |          |        |            |                   |
| 03.02.01 |   |     |          |        | 15,983.94  | 15,983.94         |
| 03.03.00 |   |     |          |        |            |                   |
| 03.03.01 |   |     |          |        | 130,974.99 | 130,974.99        |
| 05.00.00 |   |     |          |        |            |                   |
| 05.01.00 | Pintado de Pavimento  |     |          |        | 2,234.84   | 2,234.84          |
|          |   |     |          |        |            |                   |
|          | <b>COSTO DIRECTO</b>  |     |          |        |            | <b>285,002.01</b> |
|          | GASTOS GENERALES  | 10% |          |        |            | 28,500.20         |
|          | UTILIDAD  | 10% |          |        |            | 28,500.20         |
|          | <b>SUB TOTAL</b>  |     |          |        |            | <b>342,002.41</b> |
|          | I.G.V   | 18% |          |        |            | 61,560.43         |
|          | <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>  |     |          |        |            | <b>403,562.85</b> |

Figura 11: Valor referencial para pavimento flexible base suelo-cemento

## ANEXO 02: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



### CONSULTGEOPAV SAC

RUC: 20602407021

Sistema Integral

de Geotecnia  
Suelos y Pavimentos

Tel: 074-804800 Cel: 974195772 Monterrey - Cel: 98270811 Claret

Dirección: Calle Arequipa N° 808 Bellavista - Suriana - Piura

Email: geopav\_sac@consultgeopav.com - jordan\_castro@consultgeopav.com - carolita@consultgeopav.com

#### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-66)

|             |   |               |              |
|-------------|---|---------------|--------------|
| OBRA        | : "USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS - 26 DE OCTUBRE - PIURA" | ING. RESP.    | : J.C.A      |
| MATERIAL    | : 1 % Estabilización Suelo Cemento  | TÉCNICO       | : M.A.C      |
| CARRIL      | : IZQUIERDO   | REALIZADO POR | : R.J.V.     |
| UBICACIÓN   | : Av. los algarrobos entre Av.R y Av. las amapolas - 26 de octubre - Piura  | FECHA         | : 21/1/2018  |
| CALICATA    | : N° 1  | N° ENSAYO     | : SC-LAB-013 |
| SOLICITANTE | : EDIXON CALLE RENTERIA y JULIO OLIVERA VELASQUEZ   |               |              |

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | Materiales sin Especificación | Descripción                       |
|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 5"           | 127.000       |               |                  |                    |                     |                               | 1. Peso de Material               |
| 4"           | 101.600       |               |                  |                    |                     |                               | Peso Inicial Total (kg) = 600.0   |
| 3"           | 76.200        |               |                  |                    |                     |                               | Peso Fracción Fina Para Lavar (g) |
| 2 1/2"       | 63.500        |               |                  |                    |                     |                               | 2. Características                |
| 2"           | 50.800        |               |                  |                    |                     |                               | Tamaño Máximo = 19"               |
| 1 1/2"       | 37.500        |               |                  |                    |                     |                               | Tamaño Máximo-Nominal = 14"       |
| 1"           | 25.400        |               |                  |                    |                     |                               | Grava (%) = 0.8                   |
| 3/4"         | 19.000        |               |                  |                    |                     |                               | Arena (%) = 73.8                  |
| 1/2"         | 12.500        |               |                  |                    |                     |                               | Fines (%) = 25.3                  |
| 3/8"         | 9.500         |               |                  |                    | 100.0               |                               | Modulo de Finezas (%)             |
| 1/4"         | 6.350         |               |                  |                    |                     |                               | 3. Clasificación                  |
| N° 4         | 4.750         | 4.8           | 0.8              | 0.8                | 99.2                |                               | Límite Líquido (%) = NP           |
| N° 5         | 2.380         |               |                  |                    |                     |                               | Límite Plástico (%) = NP          |
| N° 10        | 2.000         | 25.4          | 5.1              | 5.9                | 94.1                |                               | Índice de Plasticidad (%) = NP    |
| N° 16        | 1.180         |               |                  |                    |                     |                               | Clasificación SUCS = SM           |
| N° 20        | 0.850         |               |                  |                    |                     |                               | Clasificación AASHTO = A-2-4 (0)  |
| N° 30        | 0.600         |               |                  |                    |                     |                               |                                   |
| N° 40        | 0.425         | 67.4          | 13.5             | 19.4               | 80.6                |                               |                                   |
| N° 50        | 0.300         |               |                  |                    |                     |                               |                                   |
| N° 60        | 0.250         |               |                  |                    |                     |                               |                                   |
| N° 80        | 0.180         |               |                  |                    |                     |                               |                                   |
| N° 100       | 0.150         | 107.4         | 21.5             | 40.8               | 59.2                |                               |                                   |
| N° 200       | 0.075         | 189.5         | 33.9             | 74.7               | 25.3                |                               |                                   |
| Pasante      |               | 120.3         | 25.3             | 100.0              |                     |                               |                                   |

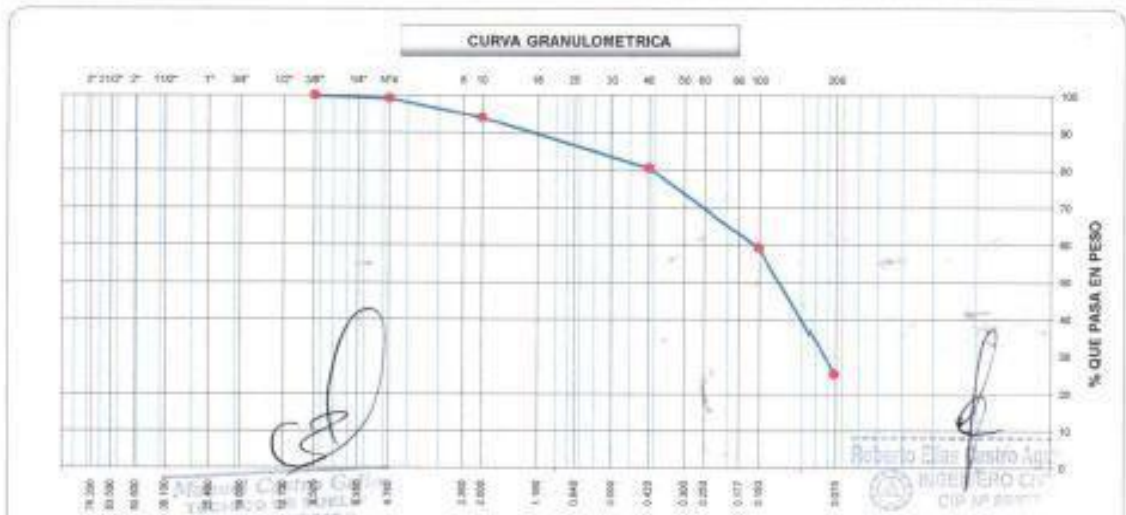


Figura 12: Granulometría (1% suelo-cemento)

**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20802407021  
 Geotecnia Integrada  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos

Tel: 074-804000 Cel: 978198772 Moquegua - Cel: 98279811 Arequipa  
 Dirección: Calle Arequipa # 508 Bellavista - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_moquegua@hotmail.com - jutor\_castro@hotmail.com - consultgeopav@gmail.com

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

OBRA : "USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAROLAS - 26 DE OCTUBRE - PIURA"

MATERIAL : 1 % Estabilización Suelo C  
 ING. RESP. : J.C.A.

CARRIL : IZQUIERDO  
 TÉCNICO : M.A.C.

UBICACIÓN : Av. los algarobos entre Av. R y Av. las amapolas - 26 de octubre - Piura  
 REALIZADO POR : R.J.V.

CALICATA : N° 1  
 FECHA : 3/11/2018

SOLICITANT : EDIXON CALLE RENTERÍA y JULIO OLIVERA VELASQUEZ  
 N° ENSAYO : SC-LAB-013

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

|                              |     |  |  |  |                |
|------------------------------|-----|--|--|--|----------------|
| N° de Tarro                  |     |  |  |  |                |
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. |  |  |  |                |
| Peso de Tarro + Suelo Seco   | gr. |  |  |  |                |
| Peso de Tarro                | gr. |  |  |  |                |
| Peso de Agua                 | gr. |  |  |  |                |
| Peso del Suelo Seco          | gr. |  |  |  | Limite Liquido |
| Contenido de Humedad         | %   |  |  |  |                |
| Numero de Golpes             |     |  |  |  |                |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

|                              |     |    |    |  |                 |
|------------------------------|-----|----|----|--|-----------------|
| N° de Tarro                  |     |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro + Suelo seco   | gr. |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro                | gr. |    |    |  |                 |
| Peso de Agua                 | gr. |    |    |  |                 |
| Peso de Suelo seco           | gr. |    |    |  | Limite Plastico |
| Contenido de Humedad         | %   | NP | NP |  | NP              |



Manuel Castro Gallo  
 TÉCNICO DE SUELOS

Roberto Elias Castro Aguilar  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 9577



Figura 13: Límites de consistencia (1% suelo-cemento)

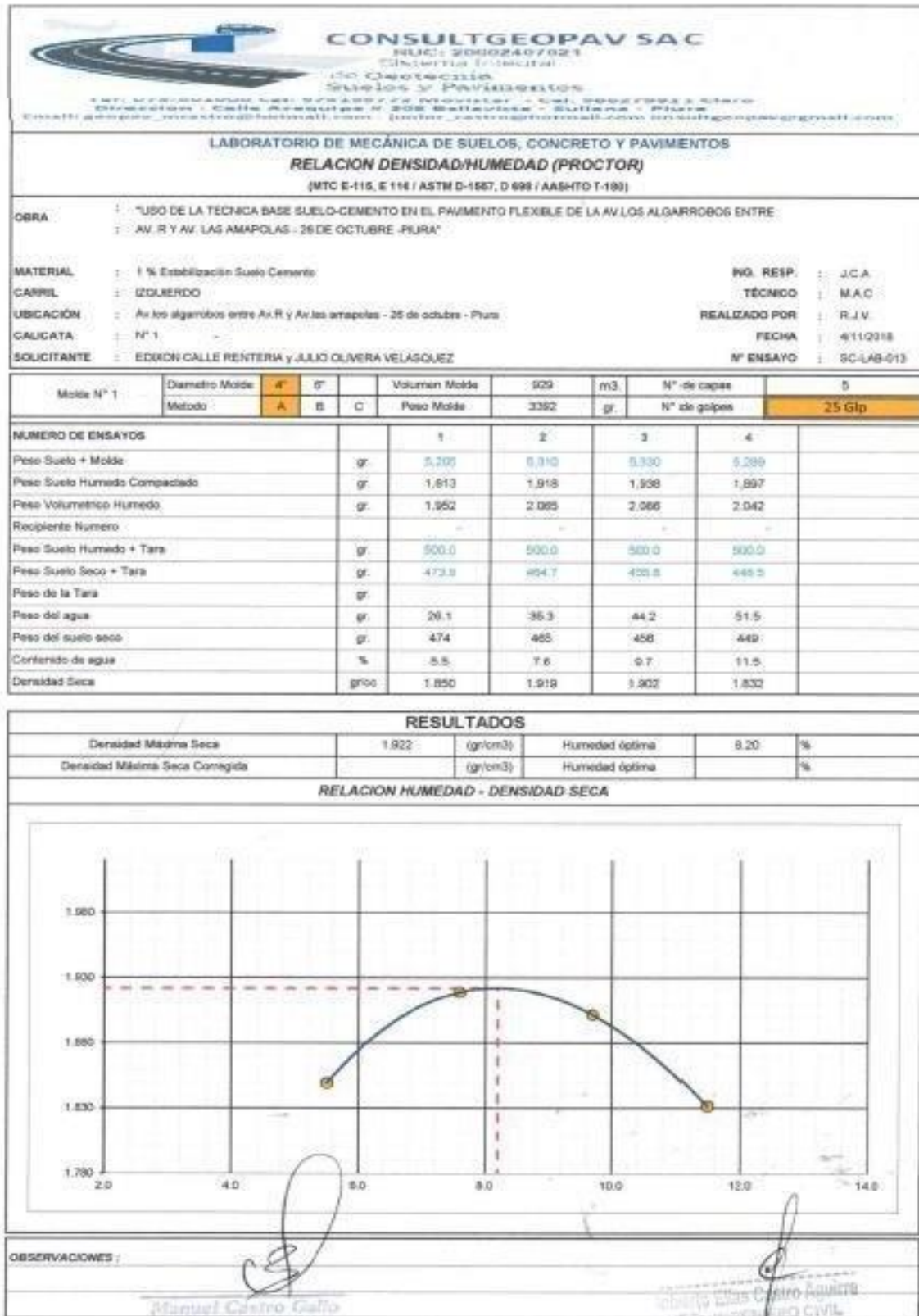



Figura 14: Ensayo proctor (1% suelo-cemento)



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
 CUSCO - PERU  
 C/O GEOLOGIA  
 SUELOS Y PAVIMENTOS  
 Tel: 075-801000 Cel: 975399772 Moquegua - Cel: 986278833 Cusco  
 Dirección: Calle Arequipa # 508 Bellavista - Sullana - Piura  
 Email: geoprof@consultgeopav.com.pe - geoprof@consultgeopav.com.pe

---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
(MTC E-132 / ASTM D-1885 / AASTHO T-193)

---

**OBRA:**  
 - USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV LOS ALGARROBOS ENTRE AV R Y AV LAS AMAPOLAS - 25 DE OCTUBRE -PIURA

**MATERIAL:** 1% Estabilización Suelo Cemento  
**CARRE:** 1 DQUERDO  
**UBICACIÓN:** 1 Av los algarrobos entre Av R y Av las amapolas - 25 de octubre - Piura  
**CALICATA:** 1 N°1  
**SOLICITANTE:** 1 EDIXON CALLE RENTERIA Y JULIO OLIVERA VELASQUEZ

**ING. RESP.:** 1 J.C.A.  
**TÉCNICO:** 1 M.A.C.  
**REALIZADO POR:** 1 R.J.V.  
**FECHA:** 1 07/11/18  
**N° ENSAYO:** 1 BC-LAB-013

---

**CALCULO DEL CBR**

|                                  | 22          |          | 23          |          | 24          |          |
|----------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|                                  | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Molde N°                         |             |          |             |          |             |          |
| Capas N°                         | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| Golpes por capa N°               | 56          |          | 56          |          | 56          |          |
| Condición de la muestra          |             |          |             |          |             |          |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g) | 11772.0     |          | 11851.0     |          | 12886.0     |          |
| Peso de molde (g)                | 7390.0      |          | 7453.0      |          | 8483.0      |          |
| Peso del suelo húmedo (g)        | 4382.0      |          | 4398.0      |          | 4415.0      |          |
| Volumen del molde (cm³)          | 2107.0      |          | 2116.0      |          | 2123.0      |          |
| Densidad húmeda (g/cm³)          | 2.085       |          | 2.078       |          | 2.093       |          |
| Tara (N°)                        |             |          |             |          |             |          |
| Peso suelo húmedo + tara (g)     | 500.0       |          | 500.0       |          | 500.0       |          |
| Peso suelo seco + tara (g)       | 482.1       |          | 482.8       |          | 482.0       |          |
| Peso de tara (g)                 |             |          |             |          |             |          |
| Peso de agua (g)                 | 37.9        |          | 37.4        |          | 38.0        |          |
| Peso de suelo seco (g)           | 482.1       |          | 482.8       |          | 482.0       |          |
| Contenido de humedad (%)         | 8.2         |          | 8.1         |          | 8.2         |          |
| Densidad seca (g/cm³)            | 1.922       |          | 1.923       |          | 1.922       |          |

---

**EXPANSION**

| FECHA    | HORA          | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|----------|---------------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|          |               |        |      | mm        | % |      | mm        | % |      | mm        | % |
| 04/11/18 | 16:50:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 05/11/18 | 16:50:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 06/11/18 | 16:50:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 07/11/18 | 16:50:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |

**NO EXPANSIVO**


---

**PENETRACION**

| PENETRACION |       | CARGA  |            | MOLDE N°   |       | M-22       |            | MOLDE N°   |       | M-23       |            | MOLDE N°   |    | M-24  |  |
|-------------|-------|--------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|----|-------|--|
|             |       | STAND. | CARGA      | CORRECCION | CARGA | CORRECCION | CARGA      | CORRECCION | CARGA | CORRECCION | CARGA      | CORRECCION |    |       |  |
| mm          | psf.  | 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 |        | 140        | 140        |       |            | 130        | 136        |       |            | 138        | 141        |    |       |  |
| 1.270       | 0.050 |        | 472        | 475        |       |            | 460        | 463        |       |            | 482        | 486        |    |       |  |
| 1.905       | 0.075 |        | 954        | 957        |       |            | 926        | 941        |       |            | 952        | 955        |    |       |  |
| 2.540       | 0.100 | 70.29  | 1769       | 1772       | -     | 129.9      | 1752       | 1755       | -     | 128.7      | 1729       | 1756       | -  | 128.7 |  |
| 3.810       | 0.150 |        | 2700       | 2711       |       |            | 2700       | 2703       |       |            | 2690       | 2701       |    |       |  |
| 5.080       | 0.200 | 185.43 | 3406       | 3411       | -     | 166.7      | 3388       | 3399       | -     | 166.2      | 3370       | 3402       | -  | 166.3 |  |
| 6.350       | 0.250 |        | 4350       | 4368       |       |            | 4372       | 4375       |       |            | 4350       | 4362       |    |       |  |
| 7.620       | 0.300 |        |            | 4552       |       |            | 4538       | 4541       |       |            |            | 4542       |    |       |  |
| 10.160      | 0.400 |        |            |            |       |            |            |            |       |            |            |            |    |       |  |
| 12.700      | 0.500 |        |            |            |       |            |            |            |       |            |            |            |    |       |  |

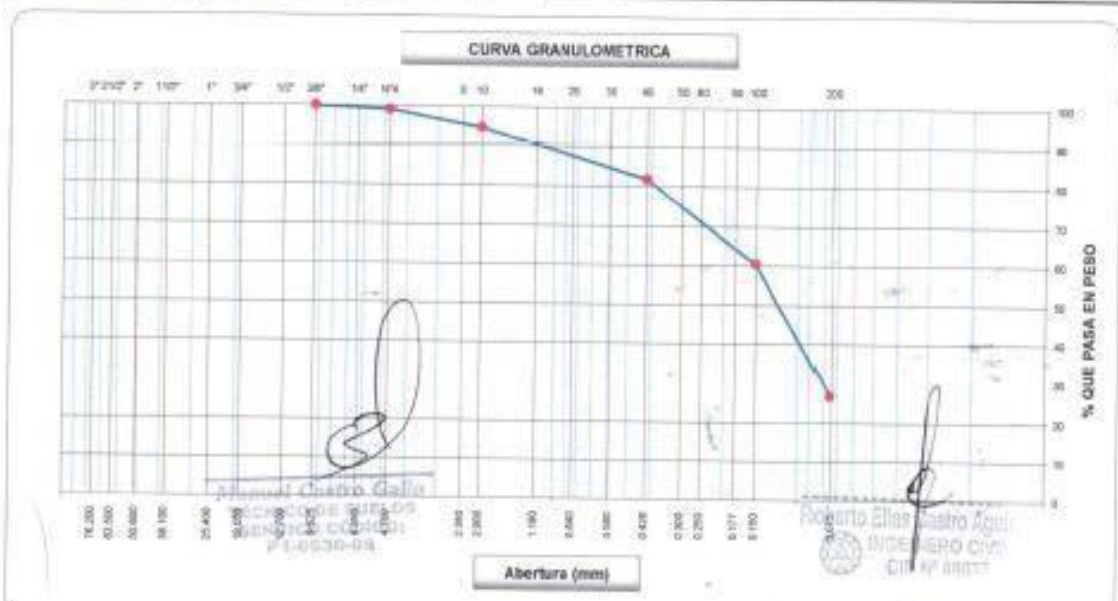
OBSERVACIONES: Anillo: 90 KN

Figura 15: Ensayo CBR (1% suelo-cemento)

|  <b>CONSULTGEOPAV SAC</b><br>RUC: 20002407021<br>SUCURSAL PIURA<br>DE Geotecnia<br>Suelos y Pavimentos<br>Tel: 078-501000 Cel: 978299772 Moquegua - Cel: 986279812 Lima<br>Dirección: Calle Arequipa N° 898 Bellavista - Piura - PIURA<br>Email: geopav_piura@consultgeopav.com - piura_piura@consultgeopav.com - consultgeopav@consultgeopav.com |   |               |            |
|--|---|---------------|------------|
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS   |   |               |            |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO   |   |               |            |
| (MTC E-107 / ASTM D-423, C-117 / AASHTO T-27, T-88)  |   |               |            |
| OBRA   | USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV.R Y AV.LAS AMAPOLAS - 28 DE OCTUBRE - PIURA |               |            |
| MATERIAL   | 7 % Estabilización Suelo Cemento  |               |            |
| CARRIL   | IZQUIERDO   | ING. RESP.    | J.C.A      |
| UBICACIÓN  | Av. Los algarrobos entre Av.R y Av.las amapolas-28 de octubre -Piura  | TÉCNICO       | M.A.C      |
| CALCATA  | N° 1  | REALIZADO POR | R.J.V      |
| SOLICITANTE  | EDIXON CALLE RENTERIA y JULIO OLIVERA VELASQUEZ   | FECHA         | 3/11/2018  |
|  |   | N° ENSAYO     | SC-LAB-014 |

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | Material sin Especificación | Descripción                        |
|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| 5"           | 127.000       |               |                  |                    |                     |                             | 1. Peso de Material                |
| 4"           | 101.600       |               |                  |                    |                     |                             | Peso Inicial Total (kg) 500.0      |
| 3"           | 73.000        |               |                  |                    |                     |                             | Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) |
| 2 1/2"       | 60.300        |               |                  |                    |                     |                             | 1. Características                 |
| 2"           | 50.800        |               |                  |                    |                     |                             | Tamaño Máximo 50"                  |
| 1 1/2"       | 37.500        |               |                  |                    |                     |                             | Tamaño Máximo Nominal 1.5"         |
| 1"           | 25.400        |               |                  |                    |                     |                             | Grava (%) 0.0                      |
| 3/4"         | 19.000        |               |                  |                    |                     |                             | Arena (%) 72.4                     |
| 1/2"         | 12.700        |               |                  |                    |                     |                             | Finos (%) 25.3                     |
| 3/8"         | 9.520         |               |                  |                    | 100.0               |                             | Módulo de Finos (%)                |
| 1/4"         | 6.350         |               |                  |                    |                     |                             | 1. Clasificación                   |
| N° 4         | 4.750         | 4.3           | 0.9              | 0.9                | 99.1                |                             | Límite Líquido (%) NP              |
| N° 8         | 2.360         |               |                  |                    |                     |                             | Límite Plástico (%) NP             |
| N° 10        | 2.000         | 21.5          | 4.3              | 5.2                | 94.8                |                             | Índice de Plasticidad (%) NP       |
| N° 15        | 1.180         |               |                  |                    |                     |                             | Clasificación SUCS SM              |
| N° 20        | 0.850         |               |                  |                    |                     |                             | Clasificación AASHTO A-2-4 (0)     |
| N° 30        | 0.600         |               |                  |                    |                     |                             |                                    |
| N° 40        | 0.420         | 85.5          | 13.0             | 18.2               | 81.8                |                             |                                    |
| N° 50        | 0.300         |               |                  |                    |                     |                             |                                    |
| N° 60        | 0.250         |               |                  |                    |                     |                             |                                    |
| N° 80        | 0.180         |               |                  |                    |                     |                             |                                    |
| N° 100       | 0.150         | 106.7         | 21.3             | 39.5               | 80.5                |                             |                                    |
| N° 200       | 0.075         | 168.8         | 33.7             | 73.2               | 26.8                |                             |                                    |
| Pasante      |               | 131.3         | 25.8             | 100.0              |                     |                             |                                    |



Figura

## 16: Granulometría (2% suelo-cemento)

Figura



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
 Sistema Integrado  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos

Telf: 074-501000 Cel: 979399772 Mochilar - Cel: 989278811 Clara  
 Dirección : Calle Arequipa N° 408 Bellavista - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_mochilar@hotmail.com - jordan\_castro@hotmail.com consultgeopav@gmail.com

---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 (MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

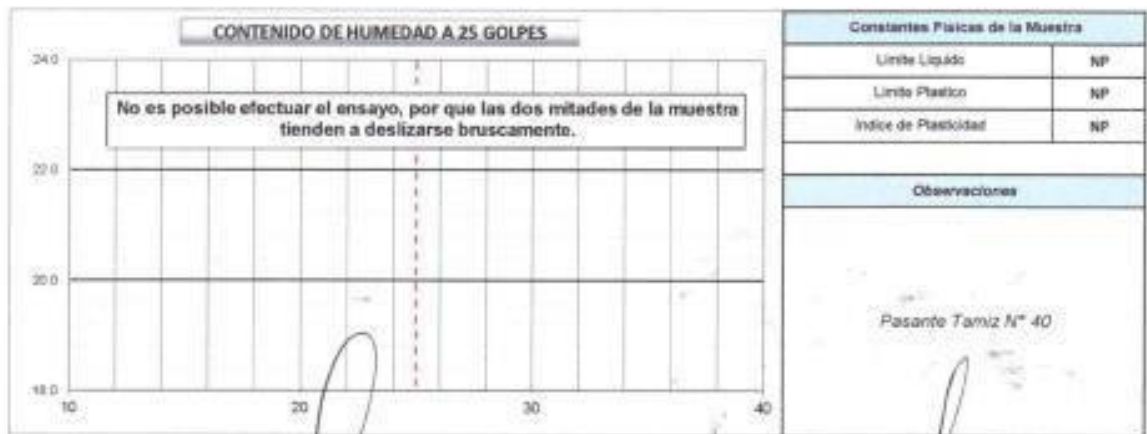
|            |  |               |            |
|------------|--|---------------|------------|
| OBRA       | TUBO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV R Y AV LAS AMAPOLAS - 26 DE OCTUBRE - PIURA | ING. RESP.    | J.C.A      |
| MATERIAL   | 2 % Estabilización Suelo Cx  | TÉCNICO       | M.A.C      |
| CARRIL     | IZQUIERDO  | REALIZADO POR | R.J.V.     |
| UBICACIÓN  | Av. Los algarrobos entre Av R y Av las amapolas-26 de octubre -Piura   | FECHA         | 4/11/2018  |
| CALCATA    | N° 1   | N° ENSAYO     | SC-LAB-014 |
| SOLICITANT | EDIXON CALLE RENTERIA y JULIO OLIVERA VELASQUEZ  |               |            |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

|                              |     |  |  |  |                |
|------------------------------|-----|--|--|--|----------------|
| N° de Tarro                  |     |  |  |  |                |
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. |  |  |  |                |
| Peso de Tarro + Suelo Seco   | gr. |  |  |  |                |
| Peso de Tarro                | gr. |  |  |  |                |
| Peso de Agua                 | gr. |  |  |  |                |
| Peso del Suelo Seco          | gr. |  |  |  | Limite Liquido |
| Contenido de Humedad         | %   |  |  |  |                |
| Numero de Golpes             |     |  |  |  |                |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

|                              |     |    |    |  |                 |
|------------------------------|-----|----|----|--|-----------------|
| N° de Tarro                  |     |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gr. |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro + Suelo seco   | gr. |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro                | gr. |    |    |  |                 |
| Peso de Agua                 | gr. |    |    |  |                 |
| Peso de Suelo seco           | gr. |    |    |  | Limite Plastico |
| Contenido de Humedad         | %   | NP | NP |  | NP              |




**Marnel Castro Gallo**  
 TÉCNICO DE SUELO  
 DENSIDAD CODIGO  
 P1-0530-03

**Roberto Esas Castro Aguirre**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 58177

Figura

## 17: Límites de consistencia (2% suelo-cemento)

Figura



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20002497021  
 Centro de Estudios  
 de Geotecnia,  
 Suelos y Pavimentos  
 Tel: 078-501008 (Ext. 37888773) - Cel: 98279811 Cel  
 Dirección: Calle Rentería N 308 Batallas - Suiza - Pura  
 Email: geopav@consultgeopav.com | Sitio: www.consultgeopav.com

---

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**  
 (MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 898 / AASHTO T-99)

---

|                     |  |                       |            |
|---------------------|--|-----------------------|------------|
| <b>OBRA:</b>        | "USO DE LA TECNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV.R Y AV.LAS AMAPOLAS - 28 DE OCTUBRE - PURA" | <b>ING. RESP.:</b>    | J.C.A      |
| <b>MATERIAL:</b>    | 2 % Estabilización Suelo Cemento   | <b>TÉCNICO:</b>       | M.A.C      |
| <b>CARRIL:</b>      | IZQUIERDO  | <b>REALIZADO POR:</b> | R.J.V.     |
| <b>UBICACIÓN:</b>   | Av. Los algarobos entre Av.R y Av.las amapolas-28 de octubre -Pura   | <b>FECHA:</b>         | 5/11/2018  |
| <b>CALICATA:</b>    | N° 1   | <b>N° ENSAYO:</b>     | SC-LAB-014 |
| <b>SOLICITANTE:</b> | EDIXON CALLE RENTERIA y JULIO OLVERA VELASQUEZ   |                       |            |

---

|            |                |    |    |               |            |      |             |              |
|------------|----------------|----|----|---------------|------------|------|-------------|--------------|
| Molde N° 1 | Diámetro Molde | 4" | 6" | Volumen Molde | 929        | m3.  | N° de capas | 5            |
|            | Método         | A  | B  | C             | Peso Molde | 3392 | gr.         | N° de golpes |
|            |                |    |    |               |            |      |             | 25 Glp       |

---

| NUMERO DE ENSAYOS            |       | 1     | 2     | 3     | 4     |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Suelo + Molde           | gr.   | 5,210 | 5,293 | 5,321 | 5,398 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr.   | 1,818 | 1,901 | 1,929 | 1,906 |
| Peso Volumétrico Humedo      | gr.   | 1,957 | 2,049 | 2,078 | 2,052 |
| Recipiente Numero            |       |       |       |       |       |
| Peso Suelo Humedo + Tara     | gr.   | 500.0 | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| Peso Suelo Seco + Tara       | gr.   | 476.2 | 485.8 | 488.7 | 447.5 |
| Peso de la Tara              | gr.   |       |       |       |       |
| Peso del agua                | gr.   | 23.8  | 33.2  | 41.3  | 52.4  |
| Peso del suelo seco          | gr.   | 476   | 457   | 459   | 448   |
| Contenido de agua            | %     | 5.0   | 7.1   | 9.0   | 11.7  |
| Densidad Seca                | gr/cc | 1.954 | 1.910 | 1.905 | 1.837 |

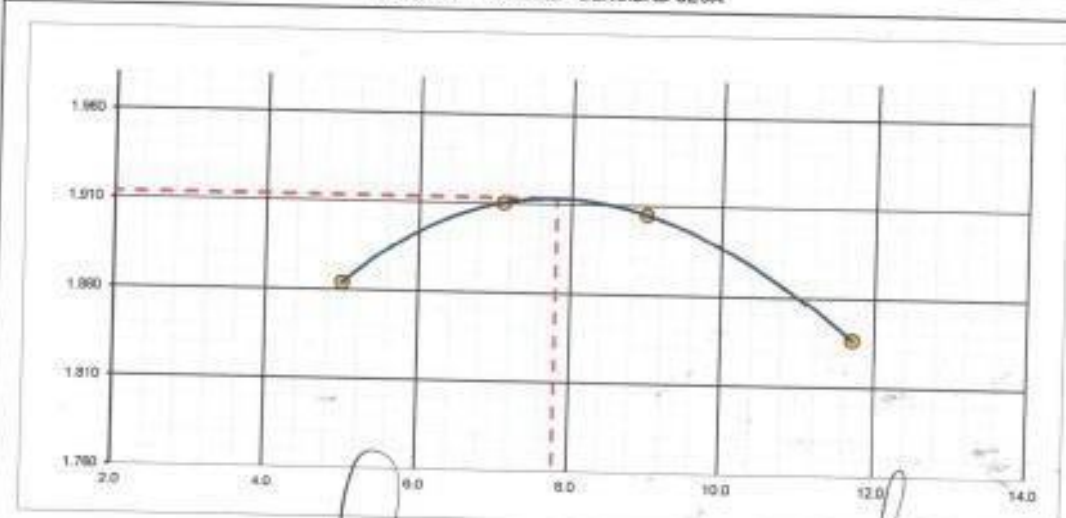
---

**RESULTADOS**

|                                |       |          |                |      |   |
|--------------------------------|-------|----------|----------------|------|---|
| Densidad Máxima Seca           | 1.913 | (gr/cm3) | Humedad óptima | 7.81 | % |
| Densidad Máxima Seca Corregida |       | (gr/cm3) | Humedad óptima |      | % |


---

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**




---

**OBSERVACIONES:**



Juan Carlos Gallo  
 TECNICO DE LABORATORIO  
 SENCICO CODIGO:  
 001.00000000



Roberto Elias Castro Agu  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 80472

Figura

## 18: Ensayo proctor (2% suelo-cemento)

Figura



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
(MTC 8-132 / ASTM D-1583 / AASTHO T-193)

|                    |   |                      |           |
|--------------------|---|----------------------|-----------|
| <b>OBRA</b>        | USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV R Y AV LAS AMAPOLAS - 25 DE OCTUBRE - PLURA<br>AMAPOLAS - 25 DE OCTUBRE - PLURA | <b>MO. RESP.</b>     | JCA       |
| <b>MATERIAL</b>    | 3 % Estabilización Suelo Cemento  | <b>TÉCNICO</b>       | M.A.C.    |
| <b>CARRIL</b>      | IZQUIERDO   | <b>REALIZADO POR</b> | R.J.V.    |
| <b>UBICACIÓN</b>   | Av. Los algarrobos entre Av R y Av las amapolas 25 de octubre Plura   | <b>FECHA</b>         | 5/11/2018 |
| <b>CALICATA</b>    | N° 1  | <b>N° ENSAYO</b>     | SCLAB-014 |
| <b>SOLICITANTE</b> | EDDON CALLE RENTERIA y JULIO OLIVERA VELAZQUEZ  |                      |           |

**CALCULO DEL CBR**

|                                      | 25          |          | 28          |          | 27          |          |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
| Molde N°                             | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| Capas N°                             | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| Golpes por capa N°                   | 56          |          | 56          |          | 56          |          |
| Condición de la muestra              | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g)     | 11560.0     |          | 12430.0     |          | 12066.0     |          |
| Peso de molde (g)                    | 7649.0      |          | 8105.0      |          | 7767.0      |          |
| Peso del suelo húmedo (g)            | 4546.0      |          | 4325.0      |          | 4331.0      |          |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ) | 2107.5      |          | 2096.0      |          | 2101.0      |          |
| Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.063       |          | 2.063       |          | 2.061       |          |
| Tara (g)                             |             |          |             |          |             |          |
| Peso suelo húmedo + tara (g)         | 500.0       |          | 500.0       |          | 500.0       |          |
| Peso suelo seco + tara (g)           | 463.3       |          | 463.3       |          | 454.0       |          |
| Peso de tara (g)                     |             |          |             |          |             |          |
| Peso de agua (g)                     | 36.7        |          | 36.7        |          | 36.0        |          |
| Peso de suelo seco (g)               | 463.3       |          | 463.3       |          | 454.0       |          |
| Contenido de humedad (%)             | 7.8         |          | 7.9         |          | 7.0         |          |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.913       |          | 1.912       |          | 1.913       |          |

**EXPANSION**

| FECHA    | HORA          | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|----------|---------------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|          |               |        |      | mm        | % |      | mm        | % |      | mm        | % |
| 05/11/18 | 17:20:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 06/11/18 | 17:20:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 07/11/18 | 17:20:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 08/11/18 | 17:20:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |

NO EXPANSIVO

**PENETRACION**


| PENETRACION |       | CARGA  |                    | MOLDE N°   |      |    |       | M-25       |      |    |       | MOLDE N°   |      |    |       | M-25       |      |    |       | MOLDE N°   |      |    |       | M-27       |      |    |       |
|-------------|-------|--------|--------------------|------------|------|----|-------|------------|------|----|-------|------------|------|----|-------|------------|------|----|-------|------------|------|----|-------|------------|------|----|-------|
|             |       | STAND. | kg/cm <sup>2</sup> | Dial (div) | kg   | kg | %     | Dial (div) | kg   | kg | %     | Dial (div) | kg   | kg | %     | Dial (div) | kg   | kg | %     | Dial (div) | kg   | kg | %     | Dial (div) | kg   | kg | %     |
| 0.000       | 0.000 |        |                    | 0          | 0    |    |       | 0          | 0    |    |       | 0          | 0    |    |       | 0          | 0    |    |       | 0          | 0    |    |       | 0          | 0    |    |       |
| 0.635       | 0.025 |        |                    | 166        | 169  |    |       | 166        | 163  |    |       | 176        | 181  |    |       | 176        | 181  |    |       | 176        | 181  |    |       | 176        | 181  |    |       |
| 1.270       | 0.050 |        |                    | 435        | 436  |    |       | 444        | 447  |    |       | 434        | 407  |    |       | 436        | 439  |    |       | 436        | 439  |    |       | 436        | 439  |    |       |
| 1.905       | 0.075 |        |                    | 1254       | 1287 |    |       | 1289       | 1292 |    |       | 1289       | 1289 |    |       | 1289       | 1289 |    |       | 1289       | 1289 |    |       | 1289       | 1289 |    |       |
| 2.540       | 0.100 | 76.29  |                    | 2187       | 2200 |    | 181.3 | 2202       | 2205 |    | 181.7 | 2184       | 2188 |    | 181.0 | 2184       | 2188 |    | 181.0 | 2184       | 2188 |    | 181.0 | 2184       | 2188 |    | 181.0 |
| 3.810       | 0.150 |        |                    | 3082       | 3385 |    |       | 3007       | 3070 |    |       | 3364       | 3386 |    |       | 3364       | 3386 |    |       | 3364       | 3386 |    |       | 3364       | 3386 |    |       |
| 5.080       | 0.200 | 106.43 |                    | 4353       | 4260 |    | 206.1 | 4256       | 4256 |    | 206.2 | 4246       | 4246 |    | 200.7 | 4246       | 4246 |    | 200.7 | 4246       | 4246 |    | 200.7 | 4246       | 4246 |    | 200.7 |
| 6.350       | 0.250 |        |                    | 5066       | 5101 |    |       | 5101       | 5104 |    |       | 5090       | 5060 |    |       | 5090       | 5060 |    |       | 5090       | 5060 |    |       | 5090       | 5060 |    |       |
| 7.620       | 0.300 |        |                    | 5660       | 5695 |    |       | 5669       | 5672 |    |       | 5674       | 5673 |    |       | 5674       | 5673 |    |       | 5674       | 5673 |    |       | 5674       | 5673 |    |       |
| 10.180      | 0.400 |        |                    |            |      |    |       |            |      |    |       |            |      |    |       |            |      |    |       |            |      |    |       |            |      |    |       |
| 12.700      | 0.500 |        |                    |            |      |    |       |            |      |    |       |            |      |    |       |            |      |    |       |            |      |    |       |            |      |    |       |

OBSERVACIONES: Anillo: 80 KN

  
**Manuel Castro Gallo**  
 TÉCNICO DE SUELO  
 SENCICO CODIGO  
 P1-0030-08

 **INGENIERO CIVIL**  
 CIP N° 00077

Figura 19: Ensayo CBR (2% suelo-cemento)

|  <b>CONSULTGEOPAV SAC</b><br>RUC: 20002407021<br>Ingeniería Informática<br>Geotecnia<br>Suelos y Pavimentos<br>Telf: 078-804000 Cel: 97448972 Movistar - Cel: 986278611 Claro<br>Dirección: Calle Arequipa N° 808 Bellavista - Suflana - Piura<br>Email: geopav_mech@consultgeopav.com - center_piura@consultgeopav.com - consultgeopav@gmail.com |   |
|--|---|
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS   |   |
| ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO   |   |
| (MTC E-107 / ASTM D-422, G-117 / AASHTO T-27, T-88)  |   |
| OBRA   | USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS - 29 DE OCTUBRE - PIURA |
| MATERIAL   | 3% Estabilización Suelo Cemento   |
| CARRIL   | IZQUIERDO   |
| UBICACIÓN  | Av. los algarrobos entre Av. R y Av. las amapolas - 29 de octubre - Piura   |
| CALCATA  | N° 1  |
| SOLICITANTE  | EDIXON CALLE RENTERÍA y JULIO OLIVERA VELASQUEZ   |
| ING. RESP.   | Z.C.A   |
| TÉCNICO  | M.A.C   |
| REALIZADO POR  | R.J.V.  |
| FECHA  | 3/11/2018   |
| N° ENSAYO  | SC-LAB-015  |

| Tamices ASTM | Abertura (mm) | Peso Retenido | Retenido Parcial | Retenido Acumulado | Porcentaje que Pasa | Material sin Especificación | Descripción                       |
|--------------|---------------|---------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 5"           | 127.000       |               |                  |                    |                     |                             | 1. Peso de Material               |
| 4"           | 101.600       |               |                  |                    |                     |                             | Peso Inicial Total (kg) 600.0     |
| 3"           | 73.000        |               |                  |                    |                     |                             | Peso Fracción Fina Para Lavar (g) |
| 2 1/2"       | 60.300        |               |                  |                    |                     |                             | 2. Características                |
| 2"           | 50.800        |               |                  |                    |                     |                             | Tamaño Máximo 3/8"                |
| 1 1/2"       | 37.500        |               |                  |                    |                     |                             | Tamaño Máximo Nominal 1/4"        |
| 1"           | 25.400        |               |                  |                    |                     |                             | Grava (%) 1.0                     |
| 3/4"         | 19.000        |               |                  |                    |                     |                             | Arés (%) 79.3                     |
| 1/2"         | 12.700        |               |                  |                    |                     |                             | Finos (%) 88.9                    |
| 3/8"         | 9.520         |               |                  |                    | 100.0               |                             | Modulo de Finezza (%)             |
| 1/4"         | 6.350         |               |                  |                    |                     |                             | 3. Clasificación                  |
| N° 4         | 4.750         | 5.0           | 1.0              | 1.0                | 99.0                |                             | Limite Líquido (%) NP             |
| N° 8         | 2.360         |               |                  |                    |                     |                             | Limite Plástico (%) NP            |
| N° 10        | 2.000         | 14.8          | 2.9              | 3.9                | 96.1                |                             | Indice de Plasticidad (%) NP      |
| N° 16        | 1.190         |               |                  |                    |                     |                             | Clasificación SUCS SM             |
| N° 20        | 0.850         |               |                  |                    |                     |                             | Clasificación AASHTO A-2-4 (2)    |
| N° 30        | 0.600         |               |                  |                    |                     |                             |                                   |
| N° 40        | 0.420         | 61.1          | 13.4             | 17.3               | 82.7                |                             |                                   |
| N° 50        | 0.300         |               |                  |                    |                     |                             |                                   |
| N° 60        | 0.250         |               |                  |                    |                     |                             |                                   |
| N° 80        | 0.180         |               |                  |                    |                     |                             |                                   |
| N° 100       | 0.150         | 93.4          | 19.9             | 37.2               | 62.8                |                             |                                   |
| N° 200       | 0.075         | 100.0         | 33.9             | 71.1               | 28.9                |                             |                                   |
| Pasante      |               | 144.5         | 28.9             | 100.0              |                     |                             |                                   |



Figura 20: Granulometría (3% suelo-cemento)

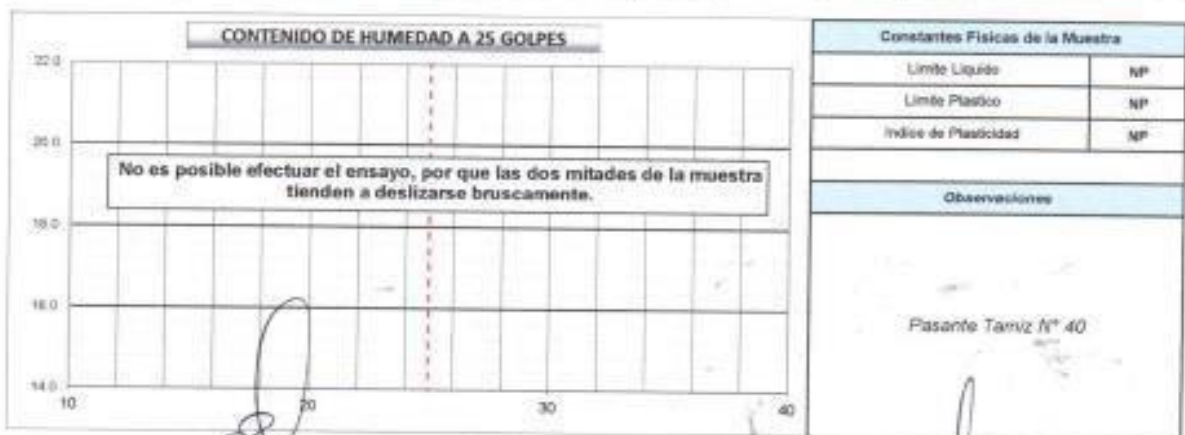
|  |   |
|--|---|
|  <b>CONSULTGEOPAV SAC</b><br>RUC: 20602407921<br>Sistema Integral<br>de Geotecnia<br>Suelos y Pavimentos<br>Tel: 074-864860 Cel: 978196778 Movistar / Cel: 986278811 Claro<br>Dirección: Calle Arequipa # 808 Bellavista - Surana - Piura<br>Email: geopav_rocastro@hotmail.com - junior_castro@hotmail.com - consultgeopav@gmail.com |   |
| <b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b><br><b>LIMITES DE CONSISTENCIA</b><br>(MTC E-110, 111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)  |   |
| OBRA   | USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS - 26 DE OCTUBRE - PIURA |
| MATERIAL   | 3 % Estabilización Suelo Cemento  |
| CARRIL   | IZQUIERDO   |
| UBICACIÓN  | Av los algarrobos entre Av R y Av las amapolas - 26 de octubre - Piura  |
| CALICATA   | N° 1  |
| SOLICITANT   | EDIXON CALLE RENTERIA y JULIO OLIVERA VELASQUEZ   |
| ING. RESP  | J.C.A   |
| TÉCNICO  | M.A.C   |
| REALIZADO POR  | R.J.V   |
| FECHA  | 2/11/2018   |
| N° ENSAYO  | SC-LAB-015  |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

|                              |     |  |  |  |                |
|------------------------------|-----|--|--|--|----------------|
| N° de Tarro                  |     |  |  |  |                |
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gf. |  |  |  |                |
| Peso de Tarro + Suelo Seco   | gf. |  |  |  |                |
| Peso de Tarro                | gf. |  |  |  |                |
| Peso de Agua                 | gf. |  |  |  |                |
| Peso del Suelo Seco          | gf. |  |  |  | Limite Liquido |
| Contenido de Humedad         | %   |  |  |  |                |
| Numero de Golpes             |     |  |  |  |                |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

|                              |     |    |    |  |                 |
|------------------------------|-----|----|----|--|-----------------|
| N° de Tarro                  |     |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro + Suelo Humedo | gf. |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro + Suelo seco   | gf. |    |    |  |                 |
| Peso de Tarro                | gf. |    |    |  |                 |
| Peso de Agua                 | gf. |    |    |  |                 |
| Peso de Suelo seco           | gf. |    |    |  | Limite Plastico |
| Contenido de Humedad         | %   | NP | MP |  | NP              |



Mamuel Castro Gallo  
 TÉCNICO DE SUELOS  
 SERVICIO CÓDIGO  
 PI-0230-03

Ricardo Elias Castro Aquino  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 88077



Figura 21: Límites de consistencia (3% suelo-cemento)

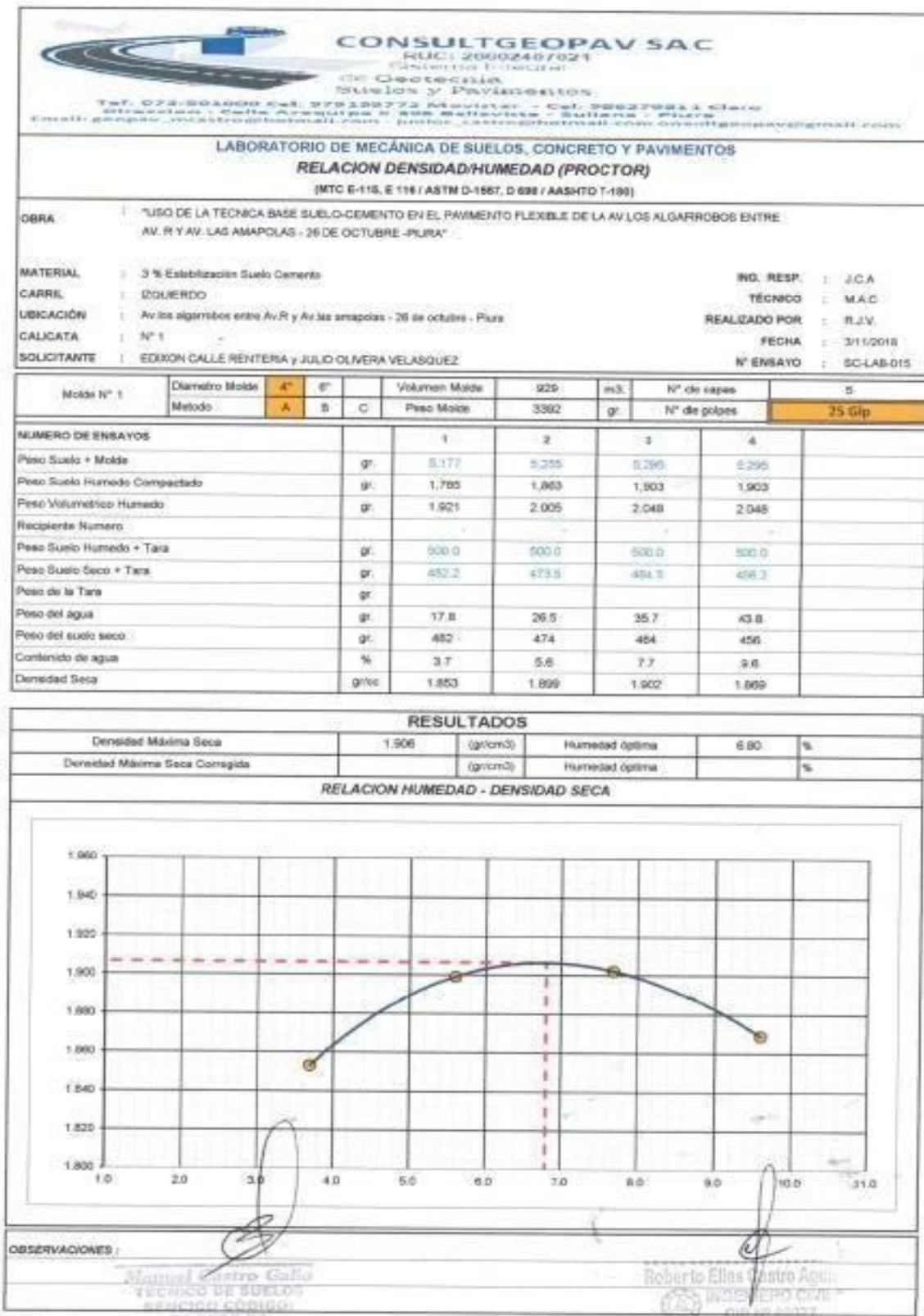



Figura 22: Ensayo proctor (3% suelo-cemento)



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20502407021  
 S.A. de Capitalización Privada  
 Calle Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos  
 Tel: 073-803800 Fax: 073-899772 Mavilaca - Cel: 986279613 Cuzco  
 Dirección: Calle Arequipa # 408 Ballesteros - Sullana - Piura  
 Email: geopav@consultgeopav.com | info@consultgeopav.com | www.consultgeopav.com

---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR**  
 (BTC E-132 / ASTM D-1983 / AASTHO T-193)

---

**OBRA:** 1. USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE  
 2. AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS - 25 DE OCTUBRE -PIURA

**MATERIAL:** 1. 3 % Estabilización Suelo Cemento

**CARRIL:** 1. IZQUIERDO

**UBICACIÓN:** 1. Av los algarrobos entre R y Av las amapolas - 25 de octubre - Piura

**CALICATA:** 1. N° 1

**SOLICITANTE:** 1. EDKON CALLE RENTERIA Y JULIO OLIVERA VELASQUEZ

**ING. RESP.:** J.C.A.  
**TÉCNICO:** M.A.C.  
**REALIZADO POR:** R.J.V.  
**FECHA:** 3/11/2018  
**N° ENSAYO:** SC-LAB-015

---

**CALCULO DEL CBR**

|                                      | 28          |          | 29          |          | 30          |          |
|--------------------------------------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|
|                                      | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Molde N°                             | 28          |          | 29          |          | 30          |          |
| Capas N°                             | 5           |          | 5           |          | 5           |          |
| Golpes por capa N°                   | 56          |          | 26          |          | 13          |          |
| Condición de la muestra              | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO | NO SATURADO | SATURADO |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g)     | 11488.0     |          | 13242.8     |          | 12582.0     |          |
| Peso de molde (g)                    | 7156.0      |          | 8034.0      |          | 8236.0      |          |
| Peso del suelo húmedo (g)            | 4331.0      |          | 4208.0      |          | 4327.0      |          |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> ) | 2127.0      |          | 2118.0      |          | 2126.0      |          |
| Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> ) | 2.036       |          | 2.036       |          | 2.035       |          |
| Tara (N°)                            |             |          |             |          |             |          |
| Peso suelo húmedo + tara (g)         | 500.0       |          | 500.0       |          | 500.0       |          |
| Peso suelo seco + tara (g)           | 486.0       |          | 487.8       |          | 488.3       |          |
| Peso de tara (g)                     |             |          |             |          |             |          |
| Peso de agua (g)                     | 32.0        |          | 32.2        |          | 31.7        |          |
| Peso de suelo seco (g)               | 468.0       |          | 487.8       |          | 468.3       |          |
| Contenido de humedad (%)             | 6.8         |          | 6.6         |          | 6.8         |          |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.956       |          | 1.965       |          | 1.964       |          |

---

**EXPANSION**

| FECHA    | HORA          | TIEMPO | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   | DIAL | EXPANSION |   |
|----------|---------------|--------|------|-----------|---|------|-----------|---|------|-----------|---|
|          |               |        |      | mm        | % |      | mm        | % |      | mm        | % |
| 03/11/18 | 17:50:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 04/11/18 | 17:50:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 05/11/18 | 17:50:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |
| 06/11/18 | 17:50:00 p.m. |        |      |           |   |      |           |   |      |           |   |


NO EXPANSIVO

---

**PENETRACION**

| PENETRACION |       | CARGA              |            | MOLDE N°   |       | M-28       |            | MOLDE N°   |       | M-28       |            | MOLDE N°   |    | M-30  |   |
|-------------|-------|--------------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|------------|----|-------|---|
|             |       | STAND.             | CARGA      | CORRECCION | CARGA | CORRECCION | CARGA      | CORRECCION | CARGA | CORRECCION | CARGA      | CORRECCION |    |       |   |
| mm          | polg. | kg/cm <sup>2</sup> | Dial (div) | kg         | kg    | %          | Dial (div) | kg         | kg    | %          | Dial (div) | kg         | kg | kg    | % |
| 0.000       | 0.000 |                    | 0          | 0          |       |            | 0          | 0          |       |            | 0          | 0          |    |       |   |
| 0.635       | 0.025 |                    | 248        | 251        |       |            | 259        | 262        |       |            | 243        | 245        |    |       |   |
| 1.270       | 0.050 |                    | 848        | 851        |       |            | 853        | 856        |       |            | 841        | 844        |    |       |   |
| 1.905       | 0.075 |                    | 1730       | 1733       |       |            | 1730       | 1736       |       |            | 1730       | 1733       |    |       |   |
| 2.540       | 0.100 | 70.29              | 2967       | 2970       | -     | 217.8      | 2970       | 2973       | -     | 218.0      | 2960       | 2965       | -  | 217.5 |   |
| 3.810       | 0.150 |                    | 4228       | 4232       |       |            | 4238       | 4233       |       |            | 4207       | 4209       |    |       |   |
| 5.080       | 0.200 | 106.43             | 5311       | 5317       | -     | 259.9      | 5318       | 5321       | -     | 260.1      | 5310       | 5313       | -  | 259.7 |   |
| 6.350       | 0.250 |                    | 6361       | 6364       |       |            | 6366       | 6371       |       |            | 6362       | 6366       |    |       |   |
| 7.620       | 0.300 |                    | 7102       | 7105       |       |            | 7105       | 7108       |       |            | 7084       | 7086       |    |       |   |
| 9.190       | 0.400 |                    |            |            |       |            |            |            |       |            |            |            |    |       |   |
| 12.700      | 0.500 |                    |            |            |       |            |            |            |       |            |            |            |    |       |   |

**OBSERVACIONES:** Anillo: EDKON

  
**Manuel Castro Gallardo**  
 TÉCNICO DE SUELOS  
 SENCICO CÓDIGO:  
 P1-0000-07


  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP N° 88077

Figura 23: Ensayo CBR (3% suelo-cemento)

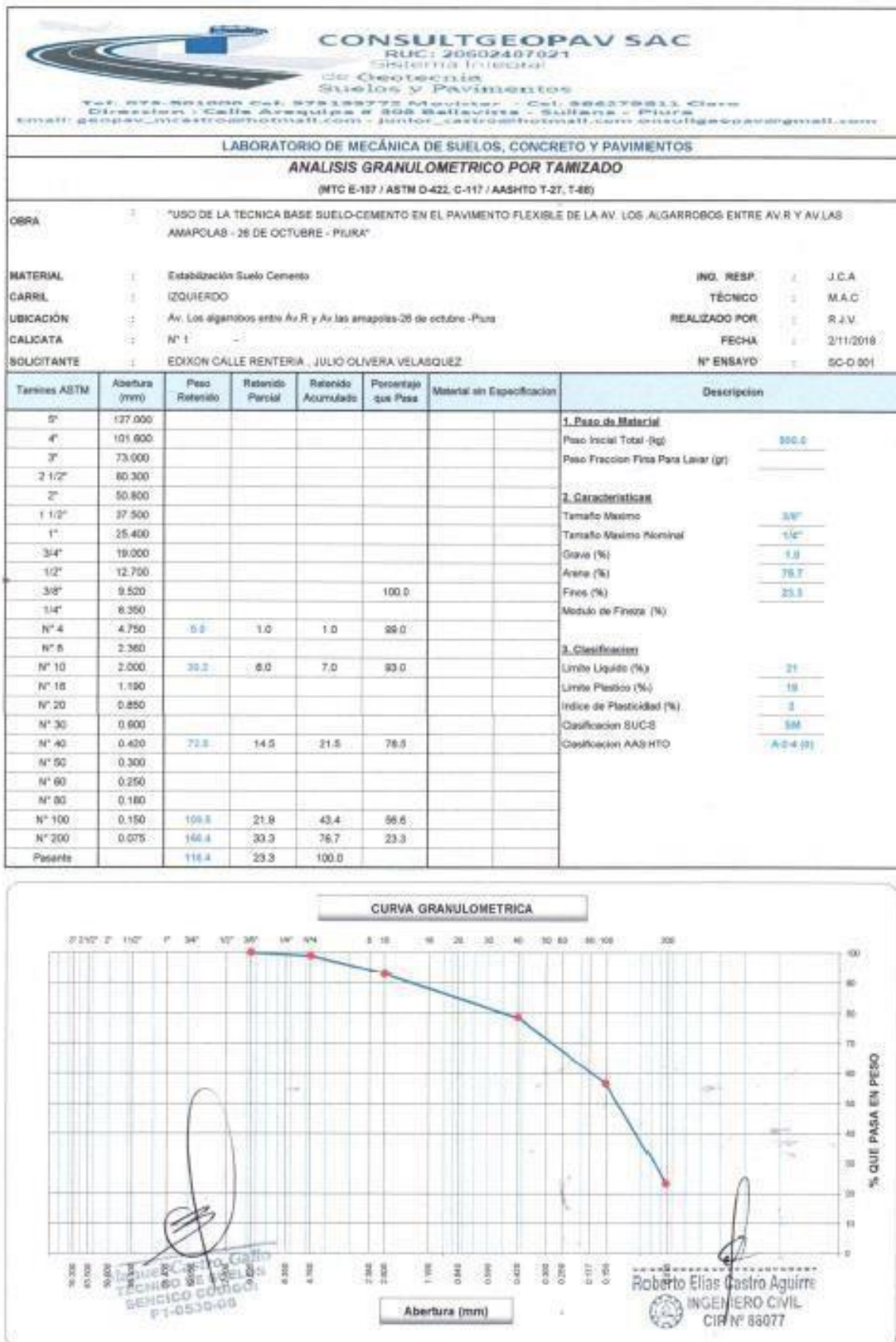




Figura 24: Granulometría suelo-cemento optimo


**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20002407021  
 Sistema Integral  
 CC Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos  
 Tel: 072-201000 Cel: 978188772 Moche - Cel: 98278644 Arequipa  
 Dirección: Calle Arequipa # 508 Bellavista - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_piura@hotmail.com - jordan\_castro@hotmail.com - consultgeopav@gmail.com

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
(MTC E-110.111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-80, T-89)

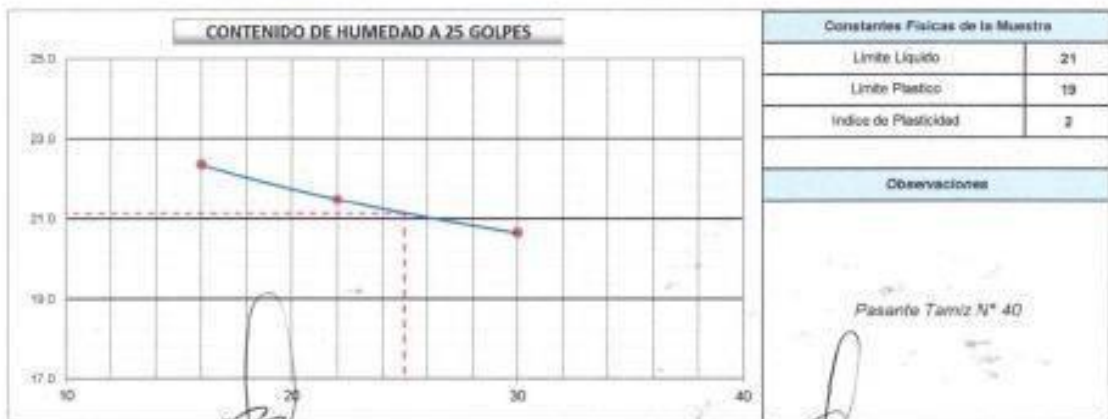
|            |   |               |           |
|------------|---|---------------|-----------|
| OBRA       | USO DE LA TECNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV.R Y AV.LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE - PIURA* | ING. RESP.    | J.C.A     |
| MATERIAL   | Estabilización Suelo Cemen  | TÉCNICO       | M.A.C     |
| CARRIL     | IZQUIERDO   | REALIZADO POR | R.J.V.    |
| UBICACIÓN  | Av. Los algarrobos entre Av.R y Av.las amapolas-26 de octubre -Piura  | FECHA         | 3/11/2018 |
| CALICATA   | N° 1  | N° ENSAYO     | SC-0-001  |
| SOLICITANT | EDIXON CALLE RENTERIA , JULIO OLIVERA VELASQUEZ   |               |           |

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

| N° de Tazo                   |     | 16    | 1     | 13    |                       |
|------------------------------|-----|-------|-------|-------|-----------------------|
| Peso de Tazzo + Suelo Humedo | gr. | 39.91 | 34.49 | 36.11 |                       |
| Peso de Tazzo + Suelo Seco   | gr. | 29.88 | 30.82 | 27.32 |                       |
| Peso de Tazzo                | gr. | 13.68 | 13.58 | 13.61 |                       |
| Peso de Agua                 | gr. | 3.53  | 3.70  | 2.79  |                       |
| Peso del Suelo Seco          | gr. | 15.80 | 17.24 | 13.51 | <b>Limite Liquido</b> |
| Contenido de Humedad         | %   | 22.34 | 21.45 | 20.65 | <b>21</b>             |
| Numero de Golpes             |     | 16    | 22    | 30    |                       |

**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD**

| N° de Tazo                   |     | 14    | 9     |                       |
|------------------------------|-----|-------|-------|-----------------------|
| Peso de Tazzo + Suelo Humedo | gr. | 18.59 | 18.35 |                       |
| Peso de Tazzo + Suelo seco   | gr. | 17.85 | 18.48 |                       |
| Peso de Tazzo                | gr. | 13.94 | 13.91 |                       |
| Peso de Agua                 | gr. | 0.74  | 0.86  |                       |
| Peso de Suelo seco           | gr. | 3.91  | 4.58  | <b>Limite Plastic</b> |
| Contenido de Humedad         | %   | 18.93 | 18.78 | <b>19</b>             |




  
 Tony Castro Gallo  
 TÉCNICO DE SUELOS  
 SERVICIO CODIGO:  
 21-0803-05

  
 Roberto Elias Castro Aguirre  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.

Figura 25: Límites de consistencia suelo-cemento optimo





**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20802407921  
 Calle 11, Iquitos  
 Co. Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos  
 Tel: 051-9533880 Cel: 979399772 Monterrey - Cel: 986229818 Cera  
 Dirección: Calle Arequipa # 508 Bellavista - Sullana - Piura  
 Email: geopav\_consulting@hotmail.com - jquiles\_consulting@hotmail.com - consultgeopav@gmail.com

---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)**  
 (MTC E-118, E 116 / ASTM D-1557, D 998 / AASHTO T-99)

---

|                    |   |                      |           |
|--------------------|---|----------------------|-----------|
| <b>OBRA</b>        | USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV R Y AV LAS AMAPOLAS - 26 DE OCTUBRE - PIURA | <b>ING. RESP.</b>    | J.C.A     |
| <b>MATERIAL</b>    | Estabilización Suelo Cemento  | <b>TÉCNICO</b>       | M.A.C     |
| <b>CARRIL</b>      | IZQUIERDO   | <b>REALIZADO POR</b> | R.J.V.    |
| <b>UBICACIÓN</b>   | Av. Los algarrobos entre Av R y Av las amapolas-26 de octubre -Piura  | <b>FECHA</b>         | 3/11/2018 |
| <b>CALICATA</b>    | N° 1  | <b>N° ENSAYO</b>     | SO-D-001  |
| <b>SOLICITANTE</b> | EDIXON CALLE RENTERIA, JULIO OLIVERA VELASQUEZ  |                      |           |

---

|            |                |    |    |               |            |                |             |              |
|------------|----------------|----|----|---------------|------------|----------------|-------------|--------------|
| Molde N° 1 | Diametro Molde | 4" | 6" | Volumen Molde | 929        | m <sup>3</sup> | 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. 5.183    | 5.316 | 5.355 | 5.298 |
| Peso Suelo Humedo Compactado | gr. 1.791    | 1.826 | 1.963 | 1.908 |
| Peso Volumétrico Humedo      | gr. 1.928    | 2.073 | 2.113 | 2.052 |
| Recipiente Numero            |              |       |       |       |
| Peso Suelo Humedo + Tara     | gr. 500.0    | 500.0 | 500.0 | 500.0 |
| Peso Suelo Seco + Tara       | gr. 473.0    | 484.3 | 458.0 | 448.4 |
| Peso de la Tara              | gr.          |       |       |       |
| Peso del agua                | gr. 27.0     | 35.7  | 44.0  | 51.6  |
| Peso del suelo seco          | gr. 473      | 484   | 458   | 448   |
| Contenido de agua            | % 5.7        | 7.7   | 9.6   | 11.5  |
| Densidad Seca                | gr/cc. 1.824 | 1.825 | 1.927 | 1.840 |

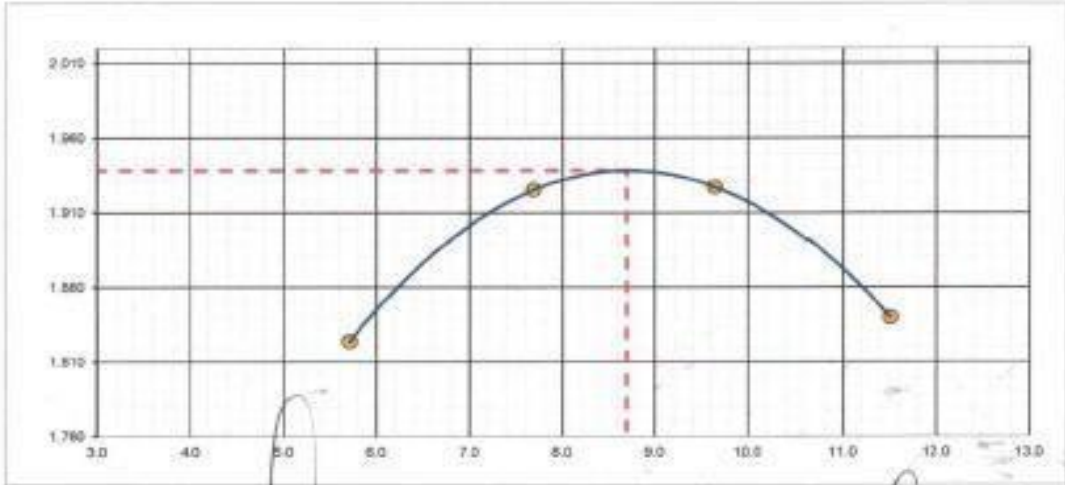
---

**RESULTADOS**

|                                |       |                       |                |      |   |
|--------------------------------|-------|-----------------------|----------------|------|---|
| Densidad Máxima Seca           | 1.928 | (gr/cm <sup>3</sup> ) | Humedad Óptima | 8.70 | % |
| Densidad Máxima Seca Corregida |       | (gr/cm <sup>3</sup> ) | Humedad Óptima |      | % |


---

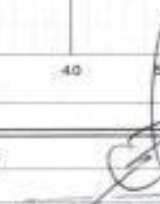
**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



---

**OBSERVACIONES:**

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

  
**Juan Carlos Castro Gatto**  
 TECNICO DE SUELOS  
 SENCICO CODIGO:  
 81-8538-09

Figura

26: Ensayo proctor suelo-cemento optimo

Figura

| CONSULTGEOPAV SAC  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
|--|-------------|--------------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|------------|-------|------------|------------|----------|----|-------|--|
| RUC: 20902407021<br>Calle Comercio 1000<br>Oficinas: Calle Comercio 1000 Barranquilla - Sucre - Páramo<br>Tel: 030 8040000 Fax: 030 8007723 E-mail: info@geopav.com<br>Dirección: Calle Comercio 1000 Barranquilla - Sucre - Páramo<br>E-mail: geopav@geopav.com - info@geopav.com |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| (MTC E-132   ASTM D-1983   AASTHO T-193)   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>OBRA:</b> PUÑO DE LA TERCIERA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV R Y AV LAB AMAPOLAS - 26 DE OCTUBRE - PUÑA  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>MATERIAL:</b> con 1 %, 2%, 3% de Cemento para Estabilización Suelo Cemento  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>CARRIL:</b> IZQUIERDO   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>UBICACIÓN:</b> Av. Los algarrobos entre Av R y Av las amapolas 26 de octubre - Puña   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>CALICATA:</b> N° 1  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>SOLICITANTE:</b> EDCIÓN CALLE RENTERIA, JULIO OLIVERA VELASQUEZ   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>ING. RESP.:</b> J.C.A.  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>TÉCNICO:</b> M.A.C.   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>REALIZADO POR:</b> R.J.V.   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>FECHA:</b> 4/11/2018  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| <b>N° ENSAYO:</b> 90.0.001   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| CALCULO DEL CBR  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Molde Nº   | 22          |                    |             | 25         |             |            | 28         |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Capas Nº   | 5           |                    |             | 5          |             |            | 5          |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Golpes por capa Nº   | 55          |                    |             | 55         |             |            | 55         |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Condición de la muestra  | NO SATURADO | SATURADO           | NO SATURADO | SATURADO   | NO SATURADO | SATURADO   |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Peso de molde + Suelo húmedo (g)   | 11732.0     | 11885.0            | 11499.0     |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Peso de molde (g)  | 7300.0      | 7649.0             | 7158.0      |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Peso del suelo húmedo (g)  | 4382.0      | 4346.0             | 4331.0      |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )   | 2107.0      | 2107.0             | 2127.0      |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )   | 2.068       | 2.063              | 2.038       |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Tara (g)   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Peso suelo húmedo + tara (g)   | 500.0       | 500.0              | 500.0       |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Peso suelo seco + tara (g)   | 462.1       | 463.8              | 466.0       |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Peso de tara (g)   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Peso de agua (g)   | 37.9        | 36.2               | 32.0        |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Peso de suelo seco (g)   | 462.1       | 463.8              | 466.0       |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Contenido de humedad (%)   | 8.2         | 7.8                | 6.8         |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )   | 1.923       | 1.913              | 1.956       |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| EXPANSION  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| FECHA  | HORA        | TIEMPO             | DIAL        | EXPANSION  |             | DIAL       | EXPANSION  |            | DIAL  | EXPANSION  |            |          |    |       |  |
|  |             |                    |             | mm         | %           |            | mm         | %          |       | mm         | %          |          |    |       |  |
| NO EXPANSIVO   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| PENETRACION  |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| PENETRACION  |             | CARGA              |             | MOLDE Nº   |             | M-22       |            | MOLDE Nº   |       | M-25       |            | MOLDE Nº |    | M-28  |  |
|  |             | STAND.             | CARGA       | CORRECCION | CARGA       | CORRECCION | CARGA      | CORRECCION | CARGA | CORRECCION |            |          |    |       |  |
| mm   | psig.       | kg/cm <sup>2</sup> | Dial (div)  | kg         | kg          | %          | Dial (div) | kg         | kg    | %          | Dial (div) | kg       | kg | %     |  |
| 0.000  | 0.000       |                    | 0           | 0          |             |            | 0          | 0          |       |            | 0          | 0        |    |       |  |
| 0.625  | 0.025       |                    | 137         | 140        |             |            | 180        | 188        |       |            | 260        | 262      |    |       |  |
| 1.270  | 0.050       |                    | 465         | 465        |             |            | 628        | 630        |       |            | 847        | 850      |    |       |  |
| 1.905  | 0.075       |                    | 959         | 951        |             |            | 1280       | 1282       |       |            | 1726       | 1730     |    |       |  |
| 2.540  | 0.100       | 70.29              | 1758        | 1751       | -           | 129.1      | 2198       | 2200       | -     | 161.3      | 2967       | 2969     |    | 217.7 |  |
| 3.810  | 0.150       |                    | 2700        | 2705       |             |            | 3370       | 3380       |       |            | 4223       | 4224     |    |       |  |
| 5.080  | 0.200       | 105.43             | 3401        | 3404       | -           | 166.4      | 4251       | 4254       | -     | 206.0      | 5314       | 5317     |    | 259.9 |  |
| 6.350  | 0.250       |                    | 4077        | 4080       |             |            | 5068       | 5069       |       |            | 6370       | 6373     |    |       |  |
| 7.620  | 0.300       |                    | 4847        | 4846       |             |            | 5878       | 5880       |       |            | 7083       | 7086     |    |       |  |
| 10.160   | 0.400       |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| 12.700   | 0.500       |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| OBSERVACIONES:   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Artillo C 80 KN<br>p-1-0519-05   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |
| Ing. EDCIÓN CALLE RENTERIA, JULIO OLIVERA VELASQUEZ<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP N° 88077   |             |                    |             |            |             |            |            |            |       |            |            |          |    |       |  |

Figura

## 27: Ensayo CBR suelo-cemento optimo



**CONSULTGEOPAV SAC**  
 RUC: 20602407021  
 Sistema Inicial  
 de Geotecnia  
 Suelos y Pavimentos

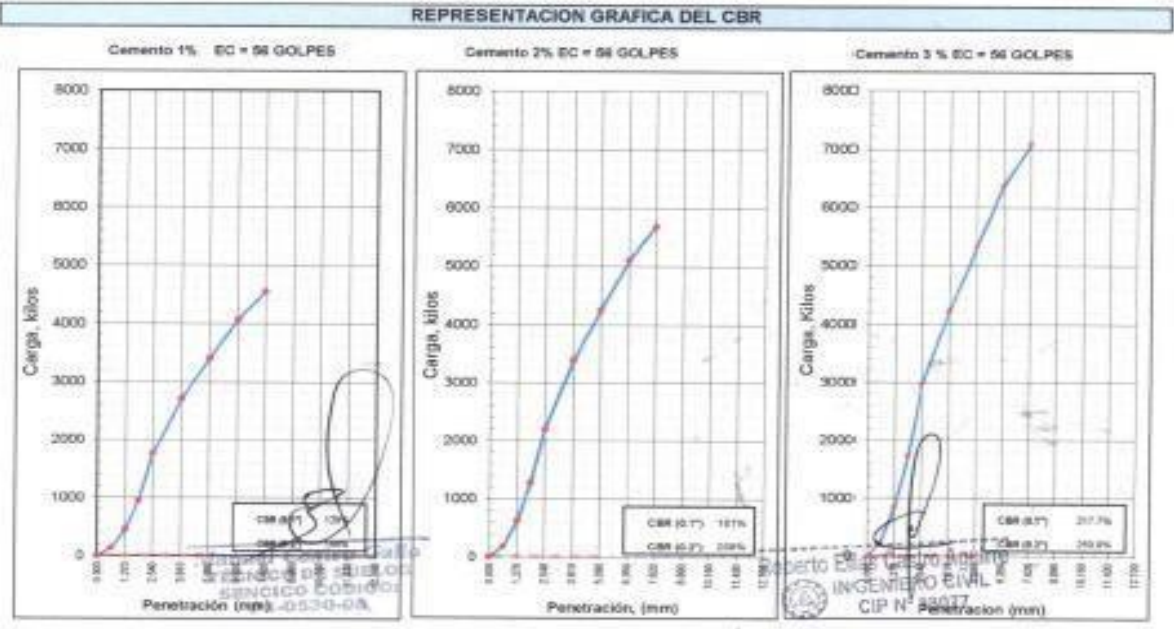
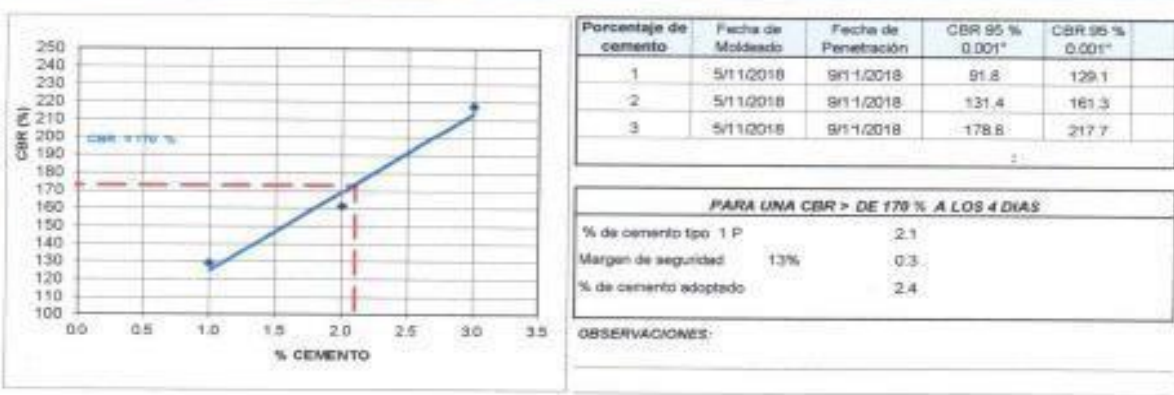
Tel: 078-861000 Cel: 978199772 Moquegua - Cel: 984278433 Cusco  
 Chiclayo - Cel: 051-9800000000000000 - Sullana - Piura  
 Arequipa - Cel: 054-9800000000000000 - Iquitos - Cel: 053-9800000000000000

---

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**DISEÑO DE SUELO CEMENTO**

---

|                     |   |                             |
|---------------------|---|-----------------------------|
| <b>OBRA:</b>        | USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO-CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV.R Y AV.LAS AMÁPOLAS - 26 DE OCTUBRE - PIURA |                             |
| <b>MATERIAL:</b>    | con 1 %, 2%, 3% de Cemento para Estabilización Suelo Cemento.   | <b>ING. RESP.:</b> J.C.A    |
| <b>CARRIL:</b>      | IZQUIERDO   | <b>TÉCNICO:</b> M.A.C       |
| <b>UBICACIÓN:</b>   | Av. Los algarobos entre Av.R y Av las amapolas-26 de octubre -Piura   | <b>REALIZADO POR:</b> R.J.V |
| <b>CALICATA:</b>    | N° 1  | <b>FECHA:</b> 8/1/2018      |
| <b>SOLICITANTE:</b> | EDIXON CALLE RENTERIA, JULIO OLIVERA VELASQUEZ  | <b>N° ENSAYO:</b> SC-0 001  |



Figura

28: porcentaje óptimo de suelo-cemento

Figura

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



|            |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |  |
|------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|--|
| PROYECTO:  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | ESTACION |  |
| SENTIDO:   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | DIA      |  |
| UBICACIÓN: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | FECHA    |  |
| DIA:       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |  |

| HORA | AUTO T | STATION WAGON | CAMIONETAS |       |             | MICRO | BUS |     |     | CAMION |     |         |     | SEMI TR YLER |       |     |     | TRAYLER |     |  |  |
|------|--------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-----|-----|--------|-----|---------|-----|--------------|-------|-----|-----|---------|-----|--|--|
|      |        |               | PICK UP    | PANEL | RURAL Combi |       | 2 E | 3 E | 2 E | 3 E    | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3 | 3S1/3S2      | ≥ 3S3 | 2T2 | 2T3 | 3T2     | 3T3 |  |  |
|      |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |
| 0-1  |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |
| 1-2  |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |
| 2-3  |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |
| 3-4  |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |
| 4-5  |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |
| 5-6  |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |
| 6-7  |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |
| 7-8  |        |               |            |       |             |       |     |     |     |        |     |         |     |              |       |     |     |         |     |  |  |

|         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|---------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 8-9     |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9-10    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10-11   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11-12   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12-13   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13-14   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14-15   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15-16   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 16-17   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 17-18   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 18-19   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 19-20   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 20-21   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 21-22   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 22-23   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 23-24   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| TOTALES |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| RESPONSABLE(S): |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



CALLE RENTERIA EDIXON J

OLIVERA VELASQUEZ JULIO

Figura 29: formato de conteo vehicular

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR
























| PROYECTO:  |        | "USO DE LA TECNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE -PIURA" |            |       |             |       |      |     |        |     |     | ESTACION     |     | AVENIDA LOS ALGARROBOS ,INTERSECCION AV CHULUCANAS |        |         |     |     |     |
|------------|--------|---|------------|-------|-------------|-------|------|-----|--------|-----|-----|--------------|-----|--|--------|---------|-----|-----|-----|
| SENTIDO:   |        | NO ←  |            |       |             |       | SE → |     |        |     |     | DIA          |     | DOMINGO  |        |         |     |     |     |
| UBICACIÓN: |        | DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA   |            |       |             |       |      |     |        |     |     | FECHA        |     | 09/09/2018   |        |         |     |     |     |
| DIA:       |        | 1   |            |       |             |       |      |     |        |     |     |              |     |  |        |         |     |     |     |
| HORA       | AUTO T | STATION WAGON   | CAMIONETAS |       |             | MICRO | BUS  |     | CAMION |     |     | SEMI TRAYLER |     |  |        | TRAYLER |     |     |     |
|            |        |   | PICK UP    | PANEL | RURAL Combi |       | 2 E  | 3 E | 2 E    | 3 E | 4 E | 2S1/2S2      | 2S3 | 3S1/3S2  | >= 3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | 3T3 |
| 0-1        | 8      | 2   | 4          | 0     | 1           | 1     | 1    | 0   | 2      | 0   | 1   | 0            | 0   | 0  | 1      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 1-2        | 10     | 3   | 2          | 2     | 0           | 0     | 0    | 0   | 0      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 2-3        | 9      | 5   | 6          | 1     | 0           | 0     | 1    | 0   | 0      | 0   | 2   | 1            | 0   | 0  | 1      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 3-4        | 10     | 8   | 5          | 0     | 0           | 0     | 2    | 1   | 2      | 2   | 0   | 0            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 4-5        | 12     | 7   | 8          | 0     | 2           | 2     | 0    | 2   | 4      | 1   | 0   | 2            | 2   | 0  | 0      | 1       | 0   | 0   | 0   |
| 5-6        | 30     | 12  | 9          | 4     | 4           | 8     | 2    | 1   | 3      | 2   | 1   | 0            | 0   | 2  | 1      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 6-7        | 25     | 15  | 7          | 2     | 8           | 17    | 3    | 1   | 2      | 2   | 1   | 3            | 1   | 2  | 2      | 2       | 1   | 0   | 0   |
| 7-8        | 22     | 12  | 12         | 4     | 5           | 14    | 2    | 4   | 3      | 0   | 1   | 1            | 2   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 8-9        | 24     | 9   | 10         | 5     | 8           | 12    | 4    | 3   | 1      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 9-10       | 20     | 8   | 15         | 9     | 9           | 15    | 2    | 2   | 2      | 1   | 2   | 0            | 3   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 10-11      | 19     | 10  | 13         | 5     | 6           | 13    | 2    | 3   | 0      | 1   | 0   | 0            | 2   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 11-12      | 41     | 12  | 12         | 9     | 9           | 15    | 3    | 2   | 2      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 12-13      | 31     | 10  | 10         | 4     | 13          | 17    | 5    | 1   | 1      | 0   | 0   | 2            | 1   | 0  | 2      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 13-14      | 35     | 11  | 13         | 2     | 11          | 22    | 4    | 2   | 0      | 2   | 0   | 0            | 2   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 14-15      | 32     | 9   | 9          | 3     | 10          | 18    | 2    | 1   | 2      | 0   | 2   | 0            | 1   | 0  | 1      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 15-16      | 41     | 10  | 10         | 8     | 8           | 21    | 3    | 4   | 0      | 0   | 0   | 0            | 0   | 3  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 16-17      | 40     | 14  | 11         | 4     | 9           | 17    | 5    | 0   | 0      | 0   | 0   | 2            | 1   | 0  | 2      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 17-18      | 36     | 18  | 12         | 6     | 10          | 22    | 2    | 3   | 3      | 0   | 2   | 0            | 1   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 18-19      | 25     | 11  | 14         | 8     | 9           | 21    | 1    | 4   | 2      | 0   | 0   | 3            | 0   | 1  | 0      | 1       | 2   | 2   | 2   |
| 19-20      | 29     | 10  | 12         | 2     | 10          | 21    | 3    | 3   | 2      | 2   | 0   | 0            | 1   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 20-21      | 25     | 11  | 10         | 3     | 9           | 20    | 2    | 2   | 0      | 0   | 0   | 0            | 2   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 21-22      | 22     | 9   | 9          | 0     | 5           | 16    | 4    | 2   | 0      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 22-23      | 21     | 8   | 8          | 1     | 2           | 0     | 2    | 4   | 0      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 1   |
| 23-24      | 19     | 3   | 3          | 0     | 0           | 2     | 0    | 3   | 1      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |



|                 |     |                         |     |                         |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|-----------------|-----|-------------------------|-----|-------------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
| TOTALES         | 586 | 227                     | 224 | 82                      | 148 | 294 | 55 | 48 | 32 | 13 | 12 | 14 | 19 | 12 | 10 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| RESPONSABLE(S): |     | CALLE RENTERIA EDIXON J |     | OLIVERA VELASQUEZ JULIO |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |

Figura 30: Conteo vehicular del día domingo 01 de septiembre del 2018

| ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|  |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| PROYECTO:   |   | "USO DE LA TECNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE -PIURA" |   |   |   |   |   |   |  |   |   | ESTACION  |   | AVENIDA LOS ALGARROBOS ,INTERSECCION AV CHULUCANAS                                  |   |   |   |   |   |
| SENTIDO:  |   | NO ←  |   |   |   |   | SE →  |   |  |   |   | DIA   |   | LUNES   |   |   |   |   |   |
| UBICACIÓN:  |   | DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA   |   |   |   |   |   |   |  |   |   | FECHA   |   | 10/09/2018  |   |   |   |   |   |
| DÍA:  |   | 2   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| HORA  | AUTO T  | STATION WAGON   | CAMIONETAS  |   |   | MICRO   | BUS   |   | CAMION   |   |   | SEMI TRAYLER  |   |   |   | TRAYLER   |   |   |   |
|   |   |   | PICK UP   | PANEL   | RURAL Combi   |   | 2 E   | 3 E   | 2 E  | 3 E   | 4 E   | 2S1/2S2   | 2S3   | 3S1/3S2   | >= 3S3  | 2T2   | 2T3   | 3T2   | 3T3   |
|   |  |    |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0-1   | 13  | 3   | 3   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 2  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   |
| 1-2   | 12  | 5   | 2   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 2-3   | 8   | 7   | 6   | 1   | 0   | 1   | 2   | 2   | 0  | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 3-4   | 16  | 9   | 4   | 0   | 1   | 0   | 0   | 1   | 2  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 4-5   | 19  | 11  | 7   | 0   | 2   | 3   | 1   | 5   | 0  | 1   | 0   | 1   | 2   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   | 0   |
| 5-6   | 45  | 25  | 8   | 3   | 5   | 9   | 1   | 3   | 2  | 2   | 1   | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 6-7   | 44  | 22  | 15  | 3   | 11  | 25  | 5   | 2   | 2  | 0   | 1   | 3   | 2   | 2   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   |
| 7-8   | 39  | 13  | 10  | 5   | 5   | 18  | 4   | 6   | 3  | 1   | 1   | 4   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 8-9   | 42  | 18  | 19  | 5   | 9   | 15  | 5   | 1   | 3  | 0   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 9-10  | 29  | 11  | 13  | 9   | 22  | 17  | 6   | 4   | 1  | 0   | 2   | 0   | 3   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 10-11   | 28  | 15  | 17  | 11  | 6   | 16  | 3   | 6   | 0  | 1   | 0   | 0   | 2   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   |
| 11-12   | 59  | 13  | 14  | 8   | 8   | 18  | 2   | 3   | 2  | 1   | 2   | 1   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 1   |
| 12-13   | 56  | 17  | 11  | 11  | 5   | 25  | 4   | 1   | 1  | 0   | 0   | 0   | 4   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 13-14   | 45  | 19  | 13  | 2   | 3   | 24  | 3   | 3   | 0  | 2   | 0   | 0   | 2   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| 14-15   | 41  | 11  | 10  | 2   | 11  | 30  | 1   | 2   | 2  | 2   | 0   | 1   | 1   | 2   | 2   | 2   | 0   | 0   | 0   |
| 15-16   | 50  | 15  | 11  | 5   | 16  | 25  | 5   | 6   | 0  | 0   | 4   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   |
| 16-17   | 51  | 17  | 11  | 3   | 8   | 21  | 3   | 5   | 2  | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   | 0   | 1   | 0   |

|         |     |     |     |    |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|---------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
| 17-18   | 43  | 21  | 15  | 6  | 11  | 29  | 10 | 3  | 3  | 0  | 2  | 0  | 3  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19   | 53  | 11  | 17  | 5  | 10  | 31  | 2  | 5  | 4  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 19-20   | 59  | 15  | 13  | 6  | 13  | 33  | 4  | 6  | 2  | 2  | 1  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21   | 52  | 13  | 11  | 4  | 8   | 25  | 3  | 4  | 0  | 0  | 0  | 5  | 0  | 2  | 0  | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 21-22   | 44  | 7   | 12  | 1  | 6   | 18  | 2  | 5  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23   | 24  | 9   | 6   | 1  | 3   | 2   | 2  | 3  | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 23-24   | 18  | 4   | 3   | 3  | 1   | 0   | 1  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTALES | 890 | 311 | 251 | 95 | 165 | 386 | 69 | 79 | 33 | 13 | 18 | 17 | 23 | 13 | 11 | 6 | 5 | 3 | 2 |

RESPONSABLE(S):

CALLE RENTERIA EDIXON J

OLIVERA VELASQUEZ JULIO

Figura 31: conteo vehicular del día lunes, 10 de setiembre del 2018

### ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



|            |   |          |  |
|------------|---|----------|--|
| PROYECTO:  | "USO DE LA TECNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE -PIURA" | ESTACION | AVENIDA LOS ALGARROBOS ,INTERSECCION AV CHULUCANAS |
| SENTIDO:   | NO ←                      SE →  | DIA      | MARTES   |
| UBICACIÓN: | DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA   | FECHA    | 11/09/2018   |
| DIA:       | 3   |          |  |

| HORA | AUTO T | STATION WAGON | CAMIONETAS |       |             | MICRO | BUS |     |     | CAMION |     |         | SEMI TRAYLER |         |        |     | TRAYLER |     |     |  |
|------|--------|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-----|-----|--------|-----|---------|--------------|---------|--------|-----|---------|-----|-----|--|
|      |        |               | PICK UP    | PANEL | RURAL Combi |       | 2 E | 3 E | 2 E | 3 E    | 4 E | 2S1/2S2 | 2S3          | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2 | 2T3     | 3T2 | 3T3 |  |
| 0-1  | 5      | 2             | 1          | 1     | 0           | 0     | 0   | 0   | 0   | 0      | 0   | 0       | 0            | 0       | 1      | 0   | 0       | 0   | 0   |  |
| 1-2  | 10     | 3             | 3          | 1     | 2           | 1     | 0   | 1   | 0   | 0      | 1   | 0       | 0            | 0       | 0      | 0   | 0       | 0   | 0   |  |
| 2-3  | 7      | 7             | 4          | 2     | 1           | 1     | 1   | 0   | 0   | 0      | 0   | 1       | 4            | 0       | 1      | 0   | 0       | 0   | 0   |  |
| 3-4  | 13     | 9             | 3          | 0     | 0           | 0     | 1   | 1   | 2   | 1      | 0   | 0       | 0            | 0       | 0      | 1   | 1       | 0   | 1   |  |
| 4-5  | 14     | 11            | 8          | 1     | 2           | 3     | 0   | 3   | 4   | 2      | 2   | 2       | 2            | 0       | 0      | 0   | 0       | 0   | 0   |  |
| 5-6  | 33     | 12            | 7          | 3     | 3           | 9     | 5   | 1   | 2   | 3      | 1   | 1       | 0            | 2       | 1      | 0   | 0       | 0   | 0   |  |

|         |     |     |     |     |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
| 6-7     | 44  | 22  | 11  | 4   | 12  | 22  | 3  | 2  | 1  | 0  | 2  | 3  | 2  | 1  | 3  | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 7-8     | 32  | 18  | 12  | 3   | 6   | 21  | 2  | 4  | 6  | 0  | 1  | 2  | 2  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8-9     | 35  | 12  | 10  | 6   | 9   | 16  | 4  | 5  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9-10    | 25  | 11  | 13  | 8   | 11  | 17  | 6  | 3  | 3  | 0  | 1  | 1  | 3  | 0  | 0  | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 10-11   | 21  | 10  | 15  | 13  | 5   | 15  | 2  | 7  | 1  | 2  | 0  | 0  | 2  | 0  | 2  | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12   | 54  | 14  | 11  | 11  | 8   | 17  | 3  | 2  | 2  | 0  | 3  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13   | 44  | 13  | 9   | 10  | 10  | 21  | 5  | 1  | 2  | 0  | 1  | 2  | 0  | 2  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14   | 41  | 12  | 12  | 3   | 14  | 22  | 4  | 3  | 0  | 2  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 14-15   | 33  | 11  | 11  | 2   | 13  | 28  | 0  | 2  | 3  | 4  | 3  | 2  | 1  | 0  | 1  | 0 | 0 | 2 | 0 |
| 15-16   | 51  | 18  | 10  | 9   | 11  | 20  | 2  | 3  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 16-17   | 50  | 15  | 12  | 3   | 8   | 21  | 5  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18   | 44  | 21  | 11  | 5   | 10  | 25  | 2  | 1  | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 18-19   | 50  | 10  | 12  | 9   | 12  | 28  | 0  | 2  | 3  | 0  | 2  | 3  | 0  | 1  | 0  | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 19-20   | 52  | 12  | 14  | 3   | 11  | 30  | 3  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21   | 51  | 10  | 11  | 0   | 8   | 20  | 4  | 4  | 0  | 1  | 0  | 3  | 2  | 0  | 0  | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 21-22   | 44  | 7   | 10  | 2   | 3   | 18  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23   | 21  | 2   | 7   | 2   | 4   | 2   | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 23-24   | 17  | 2   | 3   | 1   | 0   | 1   | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTALES | 791 | 264 | 220 | 102 | 163 | 358 | 55 | 47 | 35 | 21 | 21 | 24 | 22 | 11 | 12 | 4 | 6 | 4 | 4 |

RESPONSABLE(S):

CALLE RENTERIA EDIXON J

OLIVERA VELASQUEZ JULIO

Figura 32: conteo vehicular del día martes, 11 de setiembre del 2018

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



| PROYECTO:  | "USO DE LA TECNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE -PIURA" |               |            |       |             |       |     |     |        |     | ESTACION | AVENIDA LOS ALGARROBOS ,INTERSECCION AV CHULUCANAS |     |         |        |         |     |     |     |
|------------|---|---------------|------------|-------|-------------|-------|-----|-----|--------|-----|----------|--|-----|---------|--------|---------|-----|-----|-----|
| SENTIDO:   | NO ←  |               |            |       |             | SE →  |     |     |        |     | DIA      | MIERCOLES  |     |         |        |         |     |     |     |
| UBICACIÓN: | DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA   |               |            |       |             |       |     |     |        |     | FECHA    | 12/09/2018   |     |         |        |         |     |     |     |
| DIA:       | 4   |               |            |       |             |       |     |     |        |     |          |  |     |         |        |         |     |     |     |
| HORA       | AUTO T  | STATION WAGON | CAMIONETAS |       |             | MICRO | BUS |     | CAMION |     |          | SEMI TRAYLER                                       |     |         |        | TRAYLER |     |     |     |
|            |   |               | PICK UP    | PANEL | RURAL Combi |       | 2 E | 3 E | 2 E    | 3 E | 4 E      | 2S1/2S2  | 2S3 | 3S1/3S2 | >= 3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | 3T3 |

| 0-1     | 10  | 3   | 2   | 0  | 1   | 0   | 1  | 2  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|---------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|---|
| 1-2     | 12  | 5   | 6   | 2  | 1   | 0   | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2-3     | 11  | 7   | 5   | 1  | 0   | 1   | 0  | 1  | 1  | 1  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3-4     | 10  | 8   | 4   | 0  | 0   | 0   | 0  | 0  | 4  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4-5     | 15  | 9   | 7   | 0  | 3   | 2   | 0  | 0  | 4  | 0  | 0  | 2  | 2  | 0  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5-6     | 33  | 10  | 8   | 4  | 6   | 5   | 1  | 3  | 3  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6-7     | 41  | 21  | 13  | 3  | 12  | 23  | 2  | 0  | 2  | 2  | 1  | 3  | 0  | 2  | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 7-8     | 32  | 14  | 10  | 4  | 5   | 22  | 4  | 5  | 1  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8-9     | 35  | 12  | 14  | 5  | 5   | 12  | 3  | 2  | 3  | 2  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 9-10    | 28  | 11  | 17  | 9  | 13  | 13  | 6  | 1  | 3  | 0  | 2  | 0  | 1  | 1  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 10-11   | 23  | 10  | 15  | 11 | 7   | 15  | 2  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 11-12   | 51  | 12  | 11  | 9  | 10  | 12  | 6  | 5  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 12-13   | 42  | 14  | 9   | 12 | 15  | 22  | 4  | 2  | 0  | 2  | 0  | 2  | 3  | 0  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13-14   | 39  | 13  | 13  | 2  | 14  | 12  | 5  | 3  | 1  | 0  | 0  | 1  | 2  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14-15   | 33  | 9   | 11  | 3  | 8   | 25  | 2  | 1  | 3  | 3  | 2  | 0  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16   | 50  | 12  | 10  | 8  | 13  | 12  | 3  | 2  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 3  | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17   | 48  | 17  | 12  | 4  | 8   | 23  | 2  | 0  | 0  | 0  | 3  | 0  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18   | 44  | 20  | 14  | 6  | 11  | 29  | 2  | 10 | 1  | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 18-19   | 50  | 11  | 15  | 8  | 10  | 33  | 2  | 4  | 2  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 19-20   | 53  | 13  | 14  | 2  | 13  | 24  | 4  | 2  | 2  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 20-21   | 50  | 10  | 12  | 3  | 8   | 18  | 6  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 21-22   | 38  | 8   | 10  | 0  | 4   | 15  | 5  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 22-23   | 21  | 5   | 9   | 1  | 0   | 2   | 3  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 23-24   | 17  | 2   | 6   | 0  | 2   | 2   | 0  | 1  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTALES | 786 | 256 | 247 | 97 | 169 | 322 | 64 | 47 | 35 | 15 | 18 | 14 | 13 | 12 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 |

RESPONSABLE(S):

CALLE RENTERIA EDIXON J

OLIVERA VELASQUEZ JULIO

Figura 33: conteo vehicular del día miércoles, 12 de setiembre del 2018

ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR



|           |   |  |  |  |  |          |  |
|-----------|---|--|--|--|--|----------|--|
| PROYECTO: | "USO DE LA TECNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE -PIURA" |  |  |  |  | ESTACION | AVENIDA LOS ALGARROBOS ,INTERSECCION AV CHULUCANAS |
|-----------|---|--|--|--|--|----------|--|

|            |                               |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |            |  |     |        |
|------------|-------------------------------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|-------|------------|--|-----|--------|
| SENTIDO:   | NO ←                          | SE → |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |            |  | DIA | JUEVES |
| UBICACIÓN: | DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  | FECHA | 13/09/2018 |  |     |        |
| DIA:       | 5                             |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |       |            |  |     |        |

| HORA           | AUTO T     | STATION WAGON | CAMIONETAS |           |             | MICRO      | BUS       |           | CAMION    |           |           | SEMI TRAYLER |           |           |           | TRAYLER  |          |          |          |
|----------------|------------|---------------|------------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|
|                |            |               | PICK UP    | PANEL     | RURAL Combi |            | 2 E       | 3 E       | 2 E       | 3 E       | 4 E       | 2S1/2S2      | 2S3       | 3S1/3S2   | >= 3S3    | 2T2      | 2T3      | 3T2      | 3T3      |
| 0-1            | 10         | 3             | 1          | 0         | 0           | 0          | 1         | 0         | 2         | 0         | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 1        | 0        | 0        | 0        |
| 1-2            | 9          | 2             | 2          | 0         | 0           | 0          | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 2-3            | 8          | 4             | 5          | 1         | 1           | 1          | 1         | 1         | 0         | 0         | 1         | 0            | 0         | 0         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 3-4            | 13         | 8             | 5          | 0         | 0           | 0          | 0         | 0         | 3         | 0         | 0         | 1            | 0         | 1         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 4-5            | 12         | 11            | 6          | 0         | 2           | 1          | 2         | 2         | 4         | 1         | 0         | 0            | 2         | 2         | 2         | 0        | 1        | 0        | 0        |
| 5-6            | 33         | 12            | 8          | 3         | 3           | 8          | 1         | 12        | 1         | 3         | 2         | 1            | 0         | 0         | 0         | 1        | 0        | 0        | 0        |
| 6-7            | 41         | 22            | 11         | 3         | 11          | 25         | 2         | 1         | 2         | 0         | 2         | 3            | 1         | 1         | 0         | 2        | 1        | 0        | 1        |
| 7-8            | 38         | 13            | 15         | 2         | 6           | 18         | 4         | 4         | 1         | 3         | 1         | 2            | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 8-9            | 35         | 10            | 22         | 1         | 7           | 17         | 3         | 3         | 3         | 0         | 1         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0        | 2        | 0        | 0        |
| 9-10           | 24         | 11            | 14         | 8         | 8           | 15         | 5         | 2         | 2         | 0         | 0         | 0            | 3         | 1         | 1         | 0        | 0        | 1        | 0        |
| 10-11          | 21         | 9             | 15         | 10        | 4           | 13         | 2         | 5         | 0         | 1         | 0         | 0            | 2         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 11-12          | 51         | 14            | 13         | 9         | 5           | 15         | 3         | 1         | 0         | 0         | 3         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 12-13          | 44         | 12            | 11         | 11        | 9           | 21         | 4         | 2         | 2         | 2         | 1         | 2            | 0         | 0         | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 13-14          | 41         | 13            | 16         | 2         | 11          | 22         | 3         | 0         | 0         | 2         | 0         | 2            | 0         | 1         | 2         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 14-15          | 33         | 8             | 14         | 5         | 12          | 24         | 1         | 0         | 2         | 1         | 0         | 1            | 1         | 0         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 15-16          | 55         | 15            | 10         | 5         | 9           | 20         | 3         | 2         | 0         | 0         | 2         | 0            | 0         | 3         | 0         | 0        | 0        | 1        | 0        |
| 16-17          | 51         | 17            | 10         | 7         | 8           | 21         | 4         | 0         | 0         | 2         | 2         | 0            | 1         | 0         | 2         | 1        | 0        | 0        | 0        |
| 17-18          | 43         | 20            | 12         | 5         | 9           | 25         | 1         | 2         | 0         | 0         | 0         | 1            | 1         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 18-19          | 39         | 13            | 11         | 8         | 12          | 28         | 3         | 2         | 2         | 0         | 0         | 3            | 0         | 1         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 19-20          | 56         | 15            | 12         | 2         | 10          | 21         | 2         | 3         | 2         | 5         | 1         | 0            | 1         | 0         | 1         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| 20-21          | 52         | 12            | 11         | 2         | 8           | 20         | 4         | 4         | 1         | 0         | 0         | 2            | 2         | 1         | 0         | 0        | 0        | 1        | 1        |
| 21-22          | 41         | 8             | 10         | 0         | 2           | 15         | 0         | 2         | 0         | 0         | 0         | 1            | 0         | 0         | 0         | 1        | 1        | 0        | 0        |
| 22-23          | 22         | 2             | 5          | 1         | 3           | 3          | 1         | 4         | 0         | 0         | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 1        |
| 23-24          | 18         | 3             | 6          | 0         | 1           | 0          | 0         | 3         | 0         | 0         | 0         | 0            | 0         | 0         | 0         | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>TOTALES</b> | <b>790</b> | <b>257</b>    | <b>245</b> | <b>85</b> | <b>141</b>  | <b>333</b> | <b>50</b> | <b>44</b> | <b>29</b> | <b>19</b> | <b>15</b> | <b>18</b>    | <b>14</b> | <b>11</b> | <b>14</b> | <b>4</b> | <b>5</b> | <b>3</b> | <b>4</b> |

|                 |                         |                         |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| RESPONSABLE(S): | CALLE RENTERIA EDIXON J | OLIVERA VELASQUEZ JULIO |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|

Figura 34: conteo vehicular del día jueves, 13 de setiembre del 2018

| ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR |        |   |            |       |             |       |      |     |        |     |     |              |     |  |        |         |     |     |     |
|------------------------------------|--------|---|------------|-------|-------------|-------|------|-----|--------|-----|-----|--------------|-----|--|--------|---------|-----|-----|-----|
| PROYECTO:                          |        | "USO DE LA TECNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE -PIURA" |            |       |             |       |      |     |        |     |     | ESTACION     |     | AVENIDA LOS ALGARROBOS ,INTERSECCION AV CHULUCANAS |        |         |     |     |     |
| SENTIDO:                           |        | NO ←  |            |       |             |       | SE → |     |        |     |     | DIA          |     | VIERNES  |        |         |     |     |     |
| UBICACIÓN:                         |        | DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA   |            |       |             |       |      |     |        |     |     | FECHA        |     | 14/09/2018   |        |         |     |     |     |
| DÍA:                               |        | 6   |            |       |             |       |      |     |        |     |     |              |     |  |        |         |     |     |     |
| HORA                               | AUTO T | STATION WAGON   | CAMIONETAS |       |             | MICRO | BUS  |     | CAMION |     |     | SEMI TRAYLER |     |  |        | TRAYLER |     |     |     |
|                                    |        |   | PICK UP    | PANEL | RURAL Combi |       | 2 E  | 3 E | 2 E    | 3 E | 4 E | 2S1/2S2      | 2S3 | 3S1/3S2  | >= 3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | 3T3 |
| 0-1                                | 8      | 2   | 0          | 1     | 0           | 0     | 1    | 0   | 2      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 1      | 1       | 0   | 0   | 0   |
| 1-2                                | 12     | 3   | 2          | 0     | 0           | 1     | 0    | 0   | 0      | 0   | 2   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 2-3                                | 9      | 5   | 3          | 0     | 0           | 0     | 1    | 0   | 0      | 0   | 1   | 0            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 3-4                                | 11     | 10  | 5          | 2     | 1           | 0     | 2    | 2   | 5      | 0   | 0   | 0            | 1   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 4-5                                | 16     | 9   | 5          | 0     | 4           | 3     | 1    | 3   | 4      | 2   | 0   | 4            | 0   | 0  | 0      | 1       | 0   | 0   | 0   |
| 5-6                                | 33     | 11  | 12         | 3     | 3           | 7     | 2    | 4   | 3      | 0   | 1   | 0            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 6-7                                | 41     | 22  | 10         | 5     | 8           | 22    | 2    | 3   | 2      | 2   | 1   | 1            | 2   | 1  | 1      | 1       | 0   | 1   | 1   |
| 7-8                                | 35     | 17  | 15         | 2     | 5           | 17    | 0    | 5   | 5      | 0   | 1   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 8-9                                | 30     | 12  | 21         | 5     | 6           | 15    | 4    | 2   | 3      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 9-10                               | 25     | 11  | 17         | 8     | 10          | 19    | 4    | 3   | 2      | 2   | 0   | 2            | 0   | 0  | 0      | 1       | 0   | 0   | 0   |
| 10-11                              | 23     | 10  | 14         | 10    | 7           | 16    | 0    | 2   | 0      | 2   | 0   | 0            | 2   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 11-12                              | 52     | 14  | 18         | 8     | 8           | 14    | 2    | 3   | 2      | 2   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 12-13                              | 44     | 13  | 11         | 11    | 11          | 21    | 4    | 4   | 1      | 2   | 0   | 2            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 13-14                              | 39     | 11  | 13         | 2     | 12          | 22    | 2    | 2   | 0      | 1   | 0   | 2            | 2   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 14-15                              | 33     | 9   | 15         | 3     | 13          | 19    | 2    | 1   | 2      | 0   | 1   | 1            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 15-16                              | 32     | 12  | 10         | 5     | 11          | 20    | 4    | 0   | 0      | 0   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 16-17                              | 50     | 15  | 11         | 4     | 8           | 16    | 5    | 2   | 0      | 1   | 0   | 1            | 1   | 0  | 2      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 17-18                              | 48     | 21  | 14         | 6     | 9           | 27    | 3    | 3   | 3      | 0   | 2   | 1            | 0   | 0  | 0      | 1       | 0   | 0   | 0   |
| 18-19                              | 44     | 13  | 17         | 4     | 11          | 25    | 0    | 5   | 4      | 1   | 1   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 19-20                              | 46     | 15  | 12         | 2     | 10          | 23    | 0    | 3   | 2      | 0   | 0   | 0            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 20-21                              | 51     | 10  | 8          | 3     | 4           | 21    | 4    | 6   | 0      | 0   | 2   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 1   | 0   |
| 21-22                              | 44     | 9   | 9          | 1     | 3           | 14    | 5    | 0   | 0      | 1   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| 22-23                              | 21     | 7   | 3          | 0     | 1           | 3     | 3    | 0   | 0      | 0   | 2   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 1   |
| 23-24                              | 18     | 2   | 2          | 0     | 3           | 1     | 1    | 2   | 1      | 1   | 0   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   | 0   |
| TOTALES                            | 765    | 263   | 247        | 85    | 148         | 326   | 52   | 55  | 41     | 11  | 10  | 11           | 14  | 8  | 7      | 4       | 4   | 1   | 2   |

|                 |                         |                         |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| RESPONSABLE(S): |                         |                         |
|                 | CALLE RENTERIA EDIXON J | OLIVERA VELASQUEZ JULIO |

Figura 35: conteo vehicular del día viernes, 14 de setiembre del 2018

| ESTUDIO DE CLASIFICACION VEHICULAR |        |   |            |       |             |       |      |     |        |     |     |              |     |  |        |         |     |     |     |
|------------------------------------|--------|---|------------|-------|-------------|-------|------|-----|--------|-----|-----|--------------|-----|--|--------|---------|-----|-----|-----|
| PROYECTO:                          |        | "USO DE LA TECNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS -26 DE OCTUBRE -PIURA" |            |       |             |       |      |     |        |     |     | ESTACION     |     | AVENIDA LOS ALGARROBOS ,INTERSECCION AV CHULUCANAS |        |         |     |     |     |
| SENTIDO:                           |        | NO ←  |            |       |             |       | SE → |     |        |     |     | DIA          |     | SABADO   |        |         |     |     |     |
| UBICACIÓN:                         |        | DISTRITO 26 DE OCTUBRE -PIURA   |            |       |             |       |      |     |        |     |     | FECHA        |     | 15/09/2018   |        |         |     |     |     |
| DIA:                               |        | 7   |            |       |             |       |      |     |        |     |     |              |     |  |        |         |     |     |     |
| HORA                               | AUTO T | STATION WAGON   | CAMIONETAS |       |             | MICRO | BUS  |     | CAMION |     |     | SEMI TRAYLER |     |  |        | TRAYLER |     |     |     |
|                                    |        |   | PICK UP    | PANEL | RURAL Combi |       | 2 E  | 3 E | 2 E    | 3 E | 4 E | 2S1/2S2      | 2S3 | 3S1/3S2  | >= 3S3 | 2T2     | 2T3 | 3T2 | 3T3 |
| 0-1                                | 8      | 2   | 2          | 0     | 0           | 1     | 2    | 0   | 0      | 0   | 0   | 0            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |
| 1-2                                | 12     | 3   | 3          | 3     | 0           | 1     | 0    | 0   | 0      | 0   | 0   | 1            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |
| 2-3                                | 11     | 6   | 4          | 2     | 1           | 0     | 0    | 2   | 0      | 2   | 0   | 0            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |
| 3-4                                | 13     | 12  | 6          | 1     | 0           | 0     | 1    | 1   | 3      | 2   | 1   | 0            | 1   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |
| 4-5                                | 14     | 9   | 7          | 0     | 3           | 3     | 0    | 0   | 2      | 1   | 0   | 2            | 0   | 1  | 0      | 1       | 0   | 0   |     |
| 5-6                                | 25     | 16  | 6          | 0     | 4           | 9     | 3    | 2   | 4      | 3   | 1   | 0            | 0   | 2  | 1      | 0       | 0   | 0   |     |
| 6-7                                | 36     | 21  | 11         | 2     | 5           | 24    | 2    | 1   | 3      | 2   | 2   | 3            | 2   | 0  | 3      | 2       | 1   | 0   |     |
| 7-8                                | 30     | 16  | 10         | 1     | 4           | 21    | 4    | 2   | 6      | 1   | 1   | 3            | 2   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |
| 8-9                                | 34     | 14  | 12         | 2     | 8           | 17    | 4    | 4   | 2      | 0   | 2   | 0            | 0   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |
| 9-10                               | 29     | 20  | 16         | 4     | 6           | 16    | 5    | 4   | 2      | 0   | 0   | 1            | 2   | 0  | 0      | 0       | 1   | 0   |     |
| 10-11                              | 21     | 12  | 15         | 9     | 6           | 12    | 2    | 6   | 0      | 2   | 0   | 2            | 2   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |
| 11-12                              | 49     | 13  | 10         | 8     | 4           | 15    | 1    | 5   | 2      | 0   | 0   | 0            | 0   | 1  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |
| 12-13                              | 43     | 11  | 9          | 6     | 12          | 20    | 4    | 3   | 0      | 0   | 0   | 2            | 4   | 0  | 2      | 0       | 0   | 0   |     |
| 13-14                              | 39     | 12  | 11         | 1     | 10          | 22    | 5    | 3   | 0      | 2   | 0   | 3            | 2   | 0  | 0      | 0       | 0   | 0   |     |

|         |     |     |     |    |     |     |    |    |    |    |    |    |    |    |    |   |   |   |   |
|---------|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|---|
| 14-15   | 33  | 10  | 10  | 2  | 13  | 27  | 1  | 0  | 2  | 0  | 2  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15-16   | 51  | 14  | 13  | 7  | 9   | 20  | 3  | 4  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0  | 3  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 16-17   | 50  | 12  | 10  | 3  | 5   | 21  | 2  | 2  | 0  | 0  | 3  | 0  | 2  | 0  | 2  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 17-18   | 46  | 20  | 18  | 5  | 14  | 29  | 1  | 2  | 3  | 0  | 2  | 0  | 1  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 18-19   | 58  | 11  | 15  | 4  | 9   | 33  | 1  | 5  | 2  | 2  | 0  | 3  | 0  | 2  | 0  | 1 | 2 | 2 | 0 |
| 19-20   | 56  | 13  | 10  | 3  | 7   | 25  | 5  | 2  | 0  | 0  | 1  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 20-21   | 52  | 10  | 12  | 2  | 6   | 21  | 4  | 1  | 0  | 0  | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 21-22   | 46  | 6   | 9   | 1  | 4   | 13  | 4  | 0  | 0  | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 1  | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 22-23   | 21  | 2   | 7   | 1  | 2   | 1   | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 23-24   | 18  | 4   | 3   | 2  | 0   | 0   | 0  | 2  | 1  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTALES | 795 | 269 | 229 | 69 | 132 | 351 | 56 | 51 | 32 | 16 | 18 | 22 | 22 | 13 | 12 | 4 | 5 | 5 | 4 |

|                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| RESPONSABLE(S):         |                         |
| CALLE RENTERIA EDIXON J | OLIVERA VELASQUEZ JULIO |

Figura 36: conteo vehicular del día sábado, 15 de setiembre del 2018



Tabla

20: Factores de corrección promedio para vehículos ligeros (2000-2010)

| Factores de corrección promedio para vehículos ligeros<br>(2000-2010) |                 |          |          |          |          |          |          |          |          |           |          |           |           |
|---|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Código  | Peaje           | Enero    | Febrero  | Marzo    | Abril    | Mayo     | Junio    | Julio    | Agosto   | Setiembre | Octubre  | Noviembre | Diciembre |
|   |                 | Ligeros  | Ligeros  | Ligeros  | Ligeros  | Ligeros  | Ligeros  | Ligeros  | Ligeros  | Ligeros   | Ligeros  | Ligeros   | Ligeros   |
| P001  | Aguas Calientes | 0.992382 | 0.920195 | 1.068743 | 1.075160 | 1.169200 | 1.184254 | 0.936857 | 0.879831 | 0.867443  | 1.050135 | 1.040737  | 1.010235  |
| P002  | Aguas Claras    | 1.120729 | 1.160006 | 1.095403 | 1.045593 | 0.973398 | 0.953971 | 0.890315 | 0.923189 | 1.050493  | 1.033557 | 1.008857  | 0.932598  |
| P003  | Aambo           | 1.035571 | 1.102719 | 1.094765 | 1.028035 | 1.011158 | 1.047825 | 1.020222 | 0.979908 | 1.031114  | 0.982223 | 0.952948  | 0.861338  |
| P004  | Atico           | 0.934263 | 0.764183 | 1.000100 | 1.047885 | 1.162355 | 1.221341 | 1.023835 | 0.999045 | 1.141732  | 1.095546 | 1.105757  | 0.864690  |
| P005  | Ayaviri         | 1.036650 | 0.967293 | 1.509918 | 1.121253 | 1.191289 | 1.173181 | 0.957975 | 0.883276 | 0.880329  | 0.996700 | 0.985409  | 0.865891  |
| P006  | Bagua           | 1.056196 | 1.109595 | 1.169597 | 1.102517 | 1.074476 | 1.024215 | 0.969664 | 0.949647 | 0.955497  | 1.009393 | 1.038757  | 0.876256  |
| P007  | Bujama          | 0.619687 | 0.582335 | 0.689777 | 1.018653 | 1.661345 | 1.793992 | 1.366112 | 1.514720 | 1.653584  | 1.297168 | 1.217959  | 1.012960  |
| P039  | Mocce           | 0.988368 | 0.962589 | 1.015888 | 1.097568 | 1.088704 | 1.041461 | 1.020978 | 0.914061 | 1.042163  | 1.045342 | 1.020761  | 0.906705  |
| P040  | Montalvo        | 0.952951 | 0.982183 | 1.081383 | 1.089070 | 1.116355 | 1.120768 | 0.979418 | 0.915982 | 1.020771  | 1.048732 | 1.025820  | 0.868989  |
| P041  | Mórrope         | 0.882757 | 0.924620 | 1.070067 | 1.124741 | 1.150790 | 1.169035 | 0.882586 | 0.979860 | 1.183850  | 1.101693 | 1.140363  | 0.785395  |
| P042  | Moyobamba       | 1.178276 | 1.138916 | 1.113240 | 1.051469 | 1.033499 | 0.926456 | 0.937374 | 0.928181 | 0.968301  | 0.971935 | 0.942950  | 0.938618  |
| P043  | Nazca           | 0.998482 | 0.968412 | 1.029348 | 1.054918 | 1.108427 | 1.123463 | 0.924936 | 0.902211 | 1.026323  | 1.026347 | 1.095925  | 0.896682  |
| P044  | Pacanguilla     | 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           | 1.110540 | 1.116333 | 1.032097 | 0.874611 | 1.126100 | 1.055529 | 0.916323 | 0.999696 | 1.066166  | 1.025252 | 1.005852  | 0.966826  |
| P046  | Paita           | 0.888620 | 0.846215 | 0.955639 | 1.036748 | 1.152649 | 1.146220 | 1.350730 | 1.066184 | 1.026845  | 1.105145 | 1.089163  | 0.791592  |

Tabla

|      |               |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| P047 | Pampa Cuéllar | 1.049977 | 0.941641 | 1.121317 | 1.130921 | 1.165483 | 1.203320 | 0.967152 | 0.740558 | 1.051413 | 1.022972 | 1.039633 | 0.914584 |
| P048 | Pampa Galera  | 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 | 1.006260 | 0.952658 |
| P050 | Pedro Ruiz    | 0.993233 | 1.029596 | 1.080265 | 1.209410 | 1.101453 | 1.037956 | 0.924837 | 0.913536 | 0.982339 | 1.028582 | 1.004107 | 0.997269 |
| P051 | Piura Sullana | 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 | 1.017340 | 1.051915 | 0.998837 |
| P053 | Pomahuanca    | 0.906348 | 1.043085 | 1.080231 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |

21: Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000-2010)

Tabla

| Factores de corrección promedio para vehículos pesados (2000-2010) |               |          |          |          |          |          |          |          |          |           |          |           |           |
|--|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|
| Código   | Peaje         | Enero    | Febrero  | Marzo    | Abril    | Mayo     | Junio    | Julio    | Agosto   | Setiembre | Octubre  | Noviembre | Diciembre |
|  |               | Pesados  | Pesados  | Pesados  | Pesados  | Pesados  | Pesados  | Pesados  | Pesados  | Pesados   | Pesados  | Pesados   | Pesados   |
| P048   | Pampa Galera  | 1.104728 | 1.114355 | 1.130416 | 1.078073 | 0.945893 | 1.034742 | 1.067603 | 0.916792 | 0.963632  | 0.943888 | 0.936628  | 0.941910  |
| P049   | Patahuasi     | 1.089206 | 1.044719 | 1.059195 | 1.025297 | 1.062170 | 1.085018 | 1.026730 | 0.916007 | 0.971307  | 0.926516 | 0.941959  | 0.945931  |
| P050   | Pedro Ruiz    | 1.003620 | 0.964426 | 1.013598 | 3.570378 | 1.043144 | 1.114995 | 0.956615 | 0.944312 | 0.988379  | 1.017231 | 0.987071  | 1.136902  |
| P051   | Piura Sullana | 0.971908 | 0.945697 | 1.017677 | 1.050156 | 1.041486 | 0.998695 | 0.991567 | 1.005043 | 1.029725  | 1.076486 | 1.047890  | 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  |
| P053   | Pomahuanca    | 0.979519 | 1.011112 | 1.012354 |          |          |          |          |          |           |          |           |           |
| P054   | Pozo Redondo  | 0.965093 | 0.959281 | 1.000901 | 1.017464 | 0.993529 | 1.123378 | 1.026023 | 0.989466 | 1.049956  | 1.021359 | 1.014444  | 0.935085  |
| P055   | Pucará        | 1.067441 | 1.057953 | 1.116125 | 1.051319 | 1.066838 | 1.004507 | 0.951360 | 0.946114 | 0.972668  | 1.003390 | 0.970048  | 0.959383  |
| P056   | Punta Perdida | 1.123175 | 0.974032 | 1.114108 | 1.100241 | 1.054507 | 1.150030 | 0.912521 | 0.824565 | 0.999358  | 0.996328 | 1.036562  | 1.009794  |
| P057   | Quiulla       | 1.094620 | 1.028769 | 0.994728 | 0.898368 | 0.932131 | 0.980860 | 0.969740 | 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 | 0.997630  | 1.055491  |

Tabla

22:Periodo de diseño años (20)

| Tipo de facilidad vial                    | Período de (en años) |            |
|---|----------------------|------------|
|   | análisis             | diseño     |
| Urbana de alto volumen                    | 30 – 50              | 15-20 (30) |
| Interurbana de alto volumen               | 20 – 50              | 15-20 (30) |
| De bajo volumen                           |                      |            |
| ° pavimentada con asfalto                 | 15 – 25              | 5-12       |
| ° con rodamiento sin tratamiento          | 10 – 20              | 5-8        |
| <i>(Base granular sin capa asfáltica)</i> |                      |            |

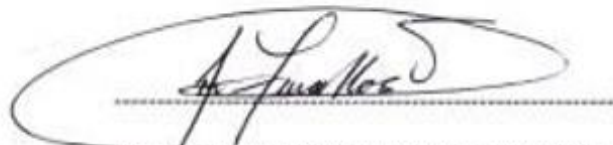
Tabla 23: tasa de crecimiento anual de vehículos livianos

| Variable  | Ponderación           | Var. % 2018/2017 |
|---|-----------------------|------------------|
|   | (Año Base 2007=100,0) | Agosto           |
| <u>Índice Nacional del Flujo Vehicular</u>                  | <u>100,0</u>          | <u>4,1</u>       |
| Índice del Flujo de Vehículos Pesados                       | 55,6                  | 2,1              |
| Índice del Flujo de Vehículos Pesados de Carga (3 a 7 ejes) | 33,2                  | 3,0              |
| Índice del Flujo de Vehículos Livianos                      | 44,4                  | 5,8              |

Yo, MAXIMO JAVIER ZEVALLOS VILCHEZ, docente de revisor del proyecto de investigación de la Universidad César Vallejo, filial Piura, con el título: "USO DE LA TÉCNICA BASE SUELO CEMENTO EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LOS ALGARROBOS ENTRE AV. R Y AV. LAS AMAPOLAS – VEINTISEIS DE OCTUBRE -PIURA", de los estudiantes CALLE RENTERIA EDIXON JESUS y OLVIERA VELASQUEZ JULIO CESAR, se constató que la investigación tiene un índice de similitud de 30% 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.

Piura, 25 de junio del 2019



Mg. Ing. MAXIMO JAVIER ZEVALLOS VILCHEZ



|        |  |        |                  |
|--------|--|--------|------------------|
| Revisó | Vicerrectorado de Investigación/ <b>DEVAC</b> /Responsable del SGC | Aprobó | <b>Rectorado</b> |
|--------|--|--------|------------------|