



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis comparativo entre un diseño estructural de un  
pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en  
calles del AA.HH José Obdulio Rivera Querecotillo – Sullana  
Piura 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Altamirano Ramírez, Pedro Leandro (ORCID: 0000-0003-0026-4949)

Loayza Aguilar, Carlos Eduardo (ORCID: 0000-0002-6245-9007)

**ASESORA:**

Mg. Saldarriaga Castillo, María del Rosario. (ORCID: 0000-0002-0566-6827)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

PIURA - PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

A nuestras familias por apoyarnos en todo momento.

## **Agradecimiento**

A Dios por permitirnos llegar hasta este punto de nuestra carrera profesional y también a nuestros padres por ayudarnos y apoyarnos siempre.

## Índice

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
Índice de contenido .....	v
Índice de tablas .....	vii
Índice de gráficos y figuras.....	viii
Resumen .....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	14
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	14
3.2. Variables y operacionalización .....	15
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	16
3.5. Procedimientos .....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN .....	45
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES .....	50
REFERENCIAS	
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 01: Resumen del conteo vehicular por tipo de vehículos.....	19
Tabla 02: Resumen del conteo vehicular por semana.....	20
Tabla 03: Factor de Corrección estacional de vehículos ligeros y pesados. ....	21
Tabla 04: Índice medio diario anual.....	21
Tabla 05: Peso de vehículo según su eje.....	22
Tabla 06: Relación de cargas por eje.....	23
Tabla 07: Tránsito proyectado a 20 años. ....	24
Tabla 08: Ejes Equivalentes por día-carril. ....	25
Tabla 09: Tasa y PBI.....	25
Tabla 10: Factor de crecimiento de vehículos livianos y pesados. ....	26
Tabla 11: Proctor Modificado C1-M1.....	32
Tabla 12: Proctor Modificado C1-M2.....	33
Tabla 13: Propiedades físicas y mecánicas del geotextil.....	34
Tabla 14: Valores recomendados de geotextil para grados de trabajabilidad.....	35
Tabla 15: Parámetros para diseño de pavimento rígido. ....	41
Tabla 16: Espesores del pavimento rígido. ....	42
Tabla 17: Parámetros para el diseño con geotextil tejido. ....	42
Tabla 18: Propiedades de la subrasante. ....	43
Tabla 19: Espesores del pavimento rígido con geotextil tejido. ....	44
Tabla 20: Comparación estructural de los pavimentos. ....	44
Tabla 21: Factor corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje .....	84
Tabla 22: Factor corrección de vehículos pesados por unidad de peaje .....	85
Tabla 23: Factores de distribución direccional y de carril .....	87
Tabla 24: Valores recomendados de resistencia del concreto según tráfico .....	87
Tabla 25: Factor de ajuste por presión de neumático (Fp). ....	88
Tabla 26: Índice de serviciabilidad Inicial e índice de serviciabilidad Final .....	89
Tabla 27: Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico .....	90
Tabla 28: Valores de nivel de Confiabilidad y Desviación Estándar Normal .....	91
Tabla 29: Coeficiente de drenaje de las capas granulares .....	92
Tabla 30: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga.....	92
Tabla 31: Pérdida de Soporte de la Base según módulo de elasticidad .....	95

## Índice de gráficos

Gráfico 01: Contenido de humedad.....	27
Gráfico 02: Análisis Granulométrico en Arenas.....	28
Gráfico 03: Análisis Granulométrico en Finos.....	28
Gráfico 04: Análisis Granulométrico en Gravas.....	29
Gráfico 05: Perfil Estratigráfico.....	30
Gráfico 06: Límites de Atterberg C1 – M1 .....	31
Gráfico 07: Límites de Atterberg C1 – M2 .....	32
Gráfico 08: California Bearing Ratio.....	33
Gráfico 09: Porcentaje de material más utilizado.....	35
Gráfico 10: Cargo por arreglo en Tándem.....	43
Figura 01: Formato para ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado.....	55
Figura 02: Formato para ensayo de Capacidad de Soporte CBR - 1.....	56
Figura 03: Formato para ensayo de Capacidad de Soporte CBR - 2.....	57
Figura 04: Formato para ensayo de Contenido de Humedad.....	58
Figura 05: Formato para ensayo de Límites de Atterberg .....	59
Figura 06: Formato para ensayo de Proctor modificado.....	60
Figura 07: Formato para conteo y clasificación vehicular.....	61
Figura 08: Formato de clasificación vehicular - día 1 .....	63
Figura 09: Formato de clasificación vehicular - día 2 .....	64
Figura 10: Formato de clasificación vehicular - día 3 .....	65
Figura 11: Formato de clasificación vehicular - día 4 .....	66
Figura 12: Formato de clasificación vehicular - día 5 .....	67
Figura 13: Formato de clasificación vehicular - día 6 .....	68
Figura 14: Formato de clasificación vehicular - día 7 .....	69
Figura 15: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado - Muestra 1 - C1.....	70
Figura 16: Ensayo de Límites de Atterberg - Muestra 1 - C1.....	71
Figura 17: Ensayo de Contenido de Humedad - Muestra 1 - C1 .....	72
Figura 18: Ensayo de Proctor Modificado - Muestra 1 - C1 .....	73
Figura 19: Ensayo de Relación de soporte de California CBR - Muestra 1 - C1 ...	74

Figura 20: Ensayo de Soporte de California 2 - Muestra 1 - C1 .....	75
Figura 21: Perfil Estratigráfico - Muestra 1 - C1.....	76
Figura 22: Ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado - Muestra 2 - C1 .....	77
Figura 23: Ensayo de Límites de Atterberg - Muestra 2 - C1.....	78
Figura 24: Ensayo de Contenido de Humedad - Muestra 2 - C1 .....	79
Figura 25: Ensayo de Proctor Modificado - Muestra 2 - C1 .....	80
Figura 26: Ensayo de Relación de Soporte de California CBR - Muestra 2 - C1 ..	81
Figura 27: Ensayo de Relación de Soporte de California CBR 2 - Muestra 2 - C182	
Figura 28: Perfil Estratigráfico - Muestra 2 - C1.....	83
Figura 29: Pesos y Medidas máximas de vehículos .....	86
Figura 30: Modulo compuesto de reacción de la subrasante.....	94
Figura 31: Cálculo del módulo de reacción de la subrasante .....	95
Figura 32: Corrección del Módulo efectivo de reacción de la subrasante .....	96
Figura 33: Estructura de pavimento rígido con pasadores .....	97
Figura 34: Cotización de geotextil .....	98
Figura 35: Cotización de geotextil 2 .....	99

## Resumen

En el presente trabajo de investigación titulado, Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA. HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Piura.2020, tuvo como objetivo general determinar el resultado del análisis comparativo entre un diseño convencional de pavimento rígido y otro agregándole una geotextil tejido. En esta investigación se utilizó una metodología de tipo Básica, nivel descriptivo, con enfoque cuantitativo y de diseño No Experimental, en el que para el recojo y análisis de resultados por objetivos se hizo uso de instrumentos como los ensayos de mecánicas de suelos, la guía AASHTO 93 y ábacos brindados por la USACE para implementar el geotextil. Habiendo logrado como resultado en el diseño del pavimento rígido convencional 28 cm (11”) para la losa de concreto y 15 cm (6”) para la capa sub base, de igual manera para el pavimento rígido con la geotextil tejido, 28 cm (11”) para la losa de concreto y una reducción del 20% en la capa sub base teniendo como espesor final 12 cm (5”) y como conclusión general se decidió conservar el diseño tradicional sin cambiar los espesores debido a que la zona presenta tránsito pesado, así mismo implementar la geotextil para evitar la mezcla de materiales entre capas y así preservar la estructura del pavimento.

**Palabras claves:** Pavimento, rígido, geotextil.

## Abstract

In the present research work entitled, Comparative analysis between a structural design of a rigid pavement and a rigid pavement with woven geotextile in AA streets. HH José Obdulio Rivera in the Querecotillo - Sullana district. Piura. 2020, had the general objective of determining the result of the comparative analysis between a conventional rigid pavement design and another by adding a woven geotextile. In this research, a Basic type methodology was used, descriptive level, with a quantitative approach and a Non-Experimental design, in which for the collection and analysis of results by objectives, instruments such as soil mechanics tests, the guide were used. AASHTO 93 and abacuses provided by USACE to implement the geotextile. Having achieved as a result in the design of the conventional rigid pavement 28 cm (11") for the concrete slab and 15 cm (6") for the sub-base layer, in the same way for the rigid pavement with the woven geotextile, 28 cm (11") for the concrete slab and a 20% reduction in the sub-base layer, having a final thickness of 12 cm (5") and, as a general conclusion, it was decided to preserve the traditional design without changing the thicknesses due to the fact that the area has transit heavy, likewise implement the geotextile to avoid mixing of materials between layers and thus preserve the pavement structure.

**Keywords:** Rigid, pavement, geotextile.

## I. INTRODUCCIÓN

La estructura vial constituida por carreteras, avenidas, calles y jirones en una población, comunidad, distrito, ciudad, son considerados como el sistema circulatorio de una sociedad dentro de un país ya que gracias a éstas se pueden conectar las personas haciendo uso de un vehículo o tal vez de manera peatonal, siendo predominante su construcción en zonas urbanas más que zonas rurales por ser lugares apartados o alejados, en otros casos debidos a políticas gubernamentales.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones (2018), se entiende por infraestructura vial al conjunto de pistas o autopistas con sus respectivos soportes que forman parte de la estructura de la carretera y/o vías. También se dice que una red vial son las carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional ya sea a nivel vecinal, departamental y nacional.

Un ejemplo de alta envergadura en cuanto a obras de construcción vial lo tenemos en China, en el que según la revista CESVIMAP (2018), se encuentra en el top con las mejores autovías y autopistas del mundo, este cuenta en su haber más de 111.950 km construidos.

Por el contrario tenemos a Haití que carece de un buen complejo articulado de carreteras, según un estudio realizado por el portal de noticias CNN (2018), en donde se indica que este país centroamericano actualmente ocupa el último puesto en América en el ámbito de infraestructura vial.

En cuanto al Perú se dice que este país se encuentra en el 14vo puesto de países latinoamericanos en el desarrollo de infraestructura vial, lo que genera un poco de preocupación ya que diariamente muchas personas transitan por calles y se puede ver que se encuentran pavimentadas, sin embargo, en otros lugares de esta nación la realidad es distinta. Existen muchas razones por las cuales el Perú se encuentra atrasado en este ámbito, una de ellas es el poco compromiso de los gobiernos de turno y otra son las malas prácticas que realizan los especialistas a la hora de ejecutar la obra de infraestructura vial.

En el departamento de Piura se observa la misma realidad que en otros lugares de este país en donde incluso hay carreteras que están destruidas o simplemente nunca se han construido. Recientemente se han hecho reconstrucciones de la mayoría de las pistas del caso urbano debido al impacto que dejó el fenómeno del niño Costero; sin embargo, estas reconstrucciones solo se han hecho a nivel de capital de departamento y algunas capitales de provincia, dejando de lado la construcción y reconstrucción en zonas rurales vinculadas a las provincias de Piura tales como Sullana, Chulucanas, Ayabaca y otros.

Respecto a lo anterior en el Distrito de Querecotillo -en la provincia de Sullana- existe un conjunto de pistas que no se encuentran pavimentadas o están destruidas debido al mal mantenimiento o malas prácticas, por lo tanto, el ámbito económico se ve afectado porque a la hora de transitar por estas calles se genera una incomodidad y retraso tanto para los conductores de los vehículos y transporte pesado que llevan productos hacia otras localidades. En el ámbito de la salud también ocasiona una gran complicación ya que, al no existir ningún pavimento, el polvo proveniente del terreno se levanta por consecuencia de la transitabilidad de los vehículos afectando directamente a las personas pequeñas y adultos mayores pudiendo causar a la larga enfermedades respiratorias.

En época de lluvias se genera un problema aún más grande para las personas de esta zona ya que debido a que la mayoría de calles presentan desniveles, el agua de las precipitaciones se mueve cuesta abajo o simplemente se estancan en un solo lugar, causando focos infecciosos o brotes para mosquitos que más adelante afectarían directamente a la población generando así epidemias. De igual manera el agua y la tierra al combinarse generan una capa de lodo muy densa que causa aún muchas más molestias para los vehículos que transitan por la zona y también para las familias que les es difícil movilizarse de un lugar a otro poniendo en riesgo su propia integridad ya que podrían resbalar y sufrir accidentes.

Por lo expuesto anteriormente, se presenta este trabajo de investigación que tiene como finalidad plantear un análisis comparativo de una construcción de manera normal o deliberada que en este caso es la de un pavimento rígido que comúnmente se utilizan en este tipo de suelos con alta napa freática, comparándola con la elaboración de otro pavimento rígido pero esta vez haciendo uso del material de

geotextil tejido aplicándola en una de sus capas. Para esto se usará una losa de concreto que estará diseñada de acuerdo a las especificaciones que nos brinda el Manual de Carreteras, a su vez se tendrá en cuenta la aplicación de diferentes factores como el clima, el tipo de suelo en el que se trabajará, análisis de tránsito, el mantenimiento y las propiedades físicas y químicas del terreno; de igual manera en los ensayos se tendrá en cuenta la presencia de una geotextil tejido teniendo en consideración sus especificaciones técnicas que complementará la estructura del pavimento mejorando así su funcionamiento y alargando su vida útil sin dejar de lado el mantenimiento que se le deberá hacer a dicha calle para que se mantenga en óptimas condiciones.

La realización de este trabajo de investigación se torna importante porque los resultados comparativos permitirán establecer la opción más viable en el aspecto económico y utilitario. Además, sería conveniente tenerlo en cuenta para futuras construcciones ya que conforme avanza el tiempo la demanda de vehículos aumenta y esto requiere a su vez buenas pistas para su transitabilidad, de lo contrario se seguirá usando un método que podría ser de menor costo en su elaboración, sin embargo, a la larga no sería viable por su funcionabilidad y tiempo de vida. A partir de los resultados se generará conocimiento sobre esta modalidad de construcción que mejoraría el diseño que comúnmente se utiliza y de igual manera beneficiar a localidad de Querecotillo.

Acto seguido después de haber explicado la realidad problemática es propicio plantear el problema de esta investigación, dado que las carreteras de Piura no hacen uso en el diseño de Geotextil tejido y además de encontrarse en una zona donde las precipitaciones afectan cada año la infraestructura vial, surge la necesidad de plantearnos lo siguiente: ¿Cuál es el resultado del análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura 2020?, así mismo se presentan los problemas específicos pendientes a resolver en esta investigación: ¿Cuáles son los ejes equivalentes de cargas en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura 2020?, ¿cuáles son las propiedades del terreno en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura

2020?, ¿cuáles son las propiedades del geotextil luego de haber sido aplicados a nivel de subrasante en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura 2020? y ¿cuáles son los diseños estructurales para un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura 2020?.

Este trabajo se justifica porque es la aplicación de un método novedoso para Piura y por esta razón se está realizando el análisis, además el presente trabajo de investigación podrá servir como antecedente para futuras investigaciones con respecto a esta nueva propuesta. Se sabe que día a día la tecnología avanza y en el caso de la ingeniería de carreteras no es la excepción, con el análisis que se realizará se podrá conocer la viabilidad de esta nueva técnica que podría ser la solución a futuro de este problema.

En Piura tanto como en otros lugares de la nación peruana, se sufre cada cierto tiempo el fenómeno pluvial del Niño, lo que genera como consecuencia incalculables pérdidas de tipo humano, económico, social y ambiental, siendo la parte urbanística relacionada al rubro de pistas, carreteras, avenidas, jirones, las que sufren mayores consecuencias negativas.

Una de las problemáticas más resaltantes es el estado en el que quedan estas carreteras después de atravesar un fenómeno pluvial, tal es el caso del distrito de Querecotillo, provincia de Sullana que luego de haber recibido fuertes cantidades de lluvias, sus calles o vías se tornan intransitables tanto para los vehículos como los peatones, es notable resaltar que por estas vías circulan vehículos de carga pesada lo que nos indica cuán importante es tener las calles restantes correctamente pavimentadas del distrito en cuestión. Así mismo, por la cantidad de pobladores que día en día van en aumento.

Para la viabilidad del presente trabajo de investigación haremos uso de la N.T.E. CE. 010 Pavimentos, el que tiene como propósito dar a conocer los distintos requisitos, parámetros, condiciones y estándares así como los procesos que se deben tener presente para la ejecución o diseño de cualquier obra vial.

Así mismo como una respuesta a la problemática planteado se propone los siguientes objetivos. Objetivo general: Determinar el resultado del análisis

comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura 2020, de igual manera se dan a conocer los objetivos específicos: Determinar los ejes equivalentes de cargas en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana.Piura.2020, determinar las propiedades del terreno en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana.Piura.2020, conocer las propiedades del geotextil tejido luego de haber sido aplicado a nivel de la subrasante en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana.Piura.2020 y un pavimento rígido con geotextil en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Dada la importancia del tema en investigación, se ha considerado cinco trabajos de investigación como base teórica, los cuales están conformados por proyectos de tesis.

De acuerdo a KIPTOO, Denis (2016), revista internacional de investigación innovadora en ingeniería avanzada, titulada *Refuerzo de la subrasante del pavimento usando relleno granular y una capa geosintética*, la investigación presentó como objetivo establecer el grado de perfección de la capacidad que soporta para las cargas y la disminución del asentamiento como efecto del uso del geosintético, además la metodología fue experimental en donde las geomallas y geotextiles se utilizaron como refuerzo de la base granular en la cual cubre la subrasante con un porcentaje menor al 2%, en la que se realizó una combinación del geotextil entre la interfaz de la base y la subrasante y la geomalla al interior de la capa base. Como conclusión se tuvo que el estudio que se realizó en la investigación de los beneficios que se obtienen con el refuerzo de la inclusión de una capa geosintética en un suelo la cual tiene dos capas, se tuvo como necesidad de los refuerzos a la aplicación de subrasante suave en lugares en las cuales su capacidad portante era relativamente baja y estaban propensas a asentamientos altos.

Referente a la tesis de BUSTAMANTE, Andrés (2016), previa a la obtención del título de master en ingeniería en vialidad y transportes de la Universidad de Cuenca titulada: *Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante, con el uso combinado de una geomalla y un geotextil*, la cual tuvo como objetivo determinar la capacidad de resistencia de la subrasante empleando paralelamente un geotextil y una geomalla como estructura de reforzamiento y crear una comparación entre el uso adecuado de un geotextil con una geomalla y sin ningún tipo de reforzamiento. La metodología empleada fue no experimental- descriptiva, en la que se desarrollaron ensayos en el laboratorio la cual se obtuvo datos en la curvas de esfuerzo/deformación para los distintos escenarios analizados. Continuamente se determinó el CBR de la subrasante obteniendo 3.02% para luego proceder a hacer una simulación del comportamiento obtenido en el laboratorio de acuerdo a los

modelos numéricos examinados en el software Plaxis en la que mostro como resultado los esfuerzos en la interface capa base-subrasante. Al concluir el estudio se demostró una significativa reducción en los espesores de cada capa como en la de la subrasante y la superior, por otro lado, se observó que no se tuvo un mejoramiento en cuanto se emplea un geotextil y una geomalla simultáneamente.

Según la tesis de SWEAT, Eric (2016) para obtener el grado de maestro de la ciencia en la Universidad de Brigham Young - EE.UU titulada: *Investigación de la capacidad estructural de los materiales base de agregados reforzados con Geomalla en Pavimentos Flexible*, la cual tuvo como objetivo de investigar cual es la capacidad de soporte que puede llegar a tener la estructura de los materiales teniendo como base agregados reforzados con una geomalla utilizada en los pavimentos flexibles por medio de pruebas a mayor escala. La metodología planteada fue experimental, en la que se realizaron diferentes pruebas de campo tomando como referencia dos lugares en el norte de UTAH en la que incluía cinco diferentes secciones que contaban con refuerzo de una geomalla y cinco secciones de control las cuales no estaban reforzadas. Se utilizaron cinco tipos distintos de geomallas para poder permitir que el experimento sea representativo de las geomallas empleadas. En los dos diferentes sitios de campo se plantearon 10 secciones de prueba en la que se realizaron diferentes ensayos de campo durante y después de la construcción de los pavimentos para la determinación del modelo estructural in situ. Como conclusión se tuvo que debido a la presencia del refuerzo de la geomalla se tuvo valores más altos que la medida que se vio establecida en la capacidad de soporte de la estructura en comparación con la condición no reforzada, sin embargo, en los diferentes tipos de casos en ninguno de estos la diferencia fue prácticamente relevante según lo definido en esta investigación y, por lo tanto, no daría como resultado una entrada diferente en el proceso de diseño del pavimento.

Referente a la tesis de MIRANDA, Eddy (2019), para optar el grado académico de maestro en transportes y conservación vial en la Universidad Privada Antenor Orrego – Perú cuyo título fue: *Diseño de una base granular reforzada con geomalla biaxial; para optimizar la calidad en la construcción de pavimentos flexibles, tramo Tayabamba – Ongon. Provincia de Pataz. La Libertad*. Tuvo como objetivo realizar

el diseño de una base granular fortalecida por una geomalla biaxial, así mismo el tipo de investigación usada fue correlacional y su diseño fue experimental y bibliográfico. La metodología que se empleó fue confirmada a través de mediciones deflectométricas las cuales se realizaron en el tramo III; de la carretera Tayabamba – Ongon; Km 29 + 860 al Km 45 + 613.79. Provincia de Pataz, Departamento. La Libertad; en un total de 15 Km + 753.79 mts. la cual permitió optimizar la condición en la construcción del pavimento flexible, entre el trecho Tayabamba - Ongon. Provincia de Pataz. La Libertad, cuya población está conformada por 23,596 kilómetros de carretera pavimentada compuesta con mezcla asfáltica determinando como muestra un total de 15 kilómetros + 753.79 mts. Miranda concluyó que de la comparación ejecutada entre los diferentes diseños se tuvo como resultado que la geomalla LBO 202 logra brindar una disminución de 4% en la base y 43% en la sub-base, por lo cual la geomalla biaxial LBO 302 disminuye en un 8% la base y 50% la sub-base, en cuanto la estructura del pavimento flexible, por otra parte, en los precios se observan minimizada en un 2.31% y 3.73% respectivamente.

Referente a la tesis de MERA, Jeans (2017) para optar el grado de título profesional de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Cajamarca – Perú cuyo título fue: *Evaluación técnico- económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la carretera Santa Cruz Bellavista, distrito Bellavista-Jaén-Cajamarca*”, teniendo como objetivo estimar las consecuencias técnico- económico al usar la geomalla multiaxial como soporte de la subrasante de la carretera Santa Cruz- Bellavista. Así mismo, dar a conocer el proceso de construcción teniendo en cuenta el uso de la geomalla en una vía no pavimentada y estimar su costo en su viabilidad. La investigación corresponde tipo aplicativo, nivel explicativo, método y diseño transversal correlacional. La obtención de datos se pudo realizar con la ayuda de los formatos de catalogación vehicular del MTC, obteniendo un IMD proyectado a 10 años de 198 veh/día, de igual manera obtuvo  $2.6 \times 10^5$  como el mayor eje equivalente de los 3 tramos analizado. Del mismo modo se realizaron estudios de mecánica de suelos a través de los 2.846 km. Como conclusión se tuvo que la disminución de los espesores de los tramos de diseño reforzados utilizando la geomalla multiaxial se encuentra una variación entre 5.4 % y 39.2%, de acuerdo al tramo no reforzado, esto implica que se utiliza un menor porcentaje de material

granular, todo esto sin afectar el aspecto técnico, ni su capacidad de soporte de tránsito de la vía.

Para el correcto desarrollo de la presente investigación se ha determinado teorizar variables de estudio tales como: pavimento considerado el material por el que está compuesto la superficie del terreno, es de una larga duración, así mismo tiene como destino y propósito el sostener tanto vehículos como peatones, ya sea una carretera o autopista. En tiempos pasados se utilizaban materiales como grava, adoquines y granitos para la superficie de los caminos, en las cuales en la actualidad han sido remplazados por asfalto de hormigón sobre una capa base compactada. Desde inicios del siglo XX los materiales compuestos de asfalto se han utilizado en las construcciones de pavimentos. En la actualidad se está iniciando a utilizar pavimentos permeables para carreteras o vías que atraviesan ciudades de bajo impacto. Los pavimentos son cruciales para países como Estados Unidos y Canadá, que dependen en gran medida del transporte por carretera. Por lo tanto, se lanzan proyectos de investigación como el rendimiento del pavimento a largo plazo para optimizar el ciclo de vida de diferentes superficies de carreteras. (MATHEW, T, 2009)

Los pavimentos rígidos se conforman por una capa de rodamiento superficial de concreto hidráulico, en la cual se elabora sobre la capa de la sub-base del pavimento. Se clasifica por poseer una gran rigidez así también un buen coeficiente de elasticidad, donde las cargas que actuarán sobre este son disipadas a través del pavimento. La capacidad que se va a tener en la estructura va a depender de la capacidad de soporte que la losa va a tener ante las cargas que va a sostener, dado eso las capas continuas no tendrán tanta influencia en el diseño. (MONTEJO, A, 2010).

El pavimento flexible a diferencia del pavimento rígido que es con el cual se trabajó en esta tesis esta conformado por 3 capas:

Losa de Concreto: esta capa tiene una función la cual es la más importante que se va a tener en el pavimento rígido ya que esta parte de la estructura será la que se encargará de distribuir y disipar las cargas uniformemente, así también tendrá como

función resistir y transferir una cota conveniente a los impulsos que se le apliquen (MONTEJO, A, 2010).

Base: esta capa de la estructura tiene como principal objetivo disipar la fuerza que se produzca por el bombeo en las juntas, grietas y lados posteriores del pavimento. El bombeo en la acumulación de un material fino y agua que se encuentra fuera de la estructura por consecuencia de la permeabilidad de dicho componente a través de las juntas de las losas; el agua al ingresar por medio de las juntas disuelve al suelo fino de la subrasante provocando su salida a la superficie por el empuje ejercido gracias a las presiones circulantes de las losas. (MONTEJO, A, 2010)

SubRasante: Es la denominación del suelo en la que se ejecuta el paquete estructural del pavimento. Esta capa del pavimento tiene la función la cual permite percibir y resistir las cargas vehiculares, las cuales son transferidas a través de todo el pavimento y también tiene la función de repartir de una manera apropiada la capacidad del tránsito al cuerpo del terraplén. (MONTEJO, A, 2010)

Según RAVINDRA, Dhir (2017) la construcción de pavimentos rígidos y pavimentos compuestos que implica el uso de cemento hidráulico en combinación con materiales puzolánicos como cenizas y restos de cobre, poco a poco se va usando más a la hora de construir este tipo de pavimentos, aplicando estos materiales en sus diferentes capas, incluidas las sub-bases, base y losas de hormigón, que pueden ser hormigón liso o reforzado, articulado o continuo y fundido in situ o prefabricado. Al emplear el uso de estos materiales se refuerza cada capa aumentando el tiempo de vida del pavimento y reduciendo espesores, así mismo se proporciona una mejor transferencia de carga.

El Departamento de Transporte de Texas, cuyas siglas en inglés son TxDOT (2009) indica que los pavimentos rígidos tienen una estructura compuesta de cemento superficial u hormigón hidráulico con una base y eventualmente una sub-base. La capa superficial es la más rígida de todas las capas. Esta capa es una losa de cemento o concreto que proporciona la mayor parte de la fuerza al pavimento para reducir las tensiones térmicas y también las fallas que puedan generarse, este tipo de pavimentos comúnmente usa acero de refuerzo. Los siguientes son tipos de pavimentos rígidos: hormigón armado continuo pavimento, diseño de contracción

de pavimento de hormigón, pavimento de hormigón armado articulado y pavimentos de hormigón postensado. Para el diseño de pavimento rígido, se recomienda el uso de DARWin, un producto de software que proporciona a los usuarios herramientas para el análisis del diseño de pavimentos. Este utiliza el procedimiento de la Guía AASHTO (1993) para el diseño de estructuras de pavimento. Gracias a este software se puede diseñar tanto un pavimento rígido como también flexible. Para un diseño de pavimento DARWin nos ayuda a obtener el cálculo del grosor de la capa mediante tres métodos seleccionados por el usuario, incluido un esquema de optimización.

El Departamento de Transporte de Estados Unidos, cuyas siglas en inglés son USDOT (2017) da a conocer que los pavimentos rígidos se construyen típicamente usando un capa de superficie unida de cemento portland sobre una o más capas de soporte sobre una tierra natural preparada o la subrasante. La capa base es típicamente proporcionada para apoyar el tráfico además proporcionar uniformidad de soporte a la superficie. La capa base puede consistir en agregado no unido o agregado unido a cemento. El ligado de las capas pueden ser asfalto denso y convencional, hormigón magro o tratado con cemento, estos tienen cumplen la función de drenaje dentro de la estructura del pavimento. Eventualmente poco se usa una capa sub-base para pavimentos rígidos, sin embargo en caso de emplearse, esta tendrá la función de proteger al pavimento de heladas o simplemente también puede servir para mejorar la capacidad de construcción en las próximas capas.

Con respecto a los geosintéticos, GUYER, Paul (2017) explica que una Geotextil Tejida se utiliza para separar el lodo marino del relleno de recuperación. También los geotextiles se utilizan como refuerzos en los procesos de recuperación para aumentar su estabilidad.

En la actualidad existen diferentes versiones de los geotextiles, según su manera de utilización se caracterizan por poder desarrollar con varias funciones sincrónicamente cuando son colocadas en el terreno, como es la función de filtración en el cual el geotextil trabaja homogéneamente reteniendo las partículas de grano fino hacia las partículas de grano grueso al fluir con el agua. Se tiene la función de separación en la que el geotextil trabaja como separador de los distintos

tipos de material o propiedades físicas para evitar que estos se mezclen. También cumple la función de drenaje en la cual sirve para controlar, conducir y evacuar los líquidos que se encuentra en la estructura del pavimento, seguido de cumplir una función de refuerzo en la cual aumenta la capacidad de soporte del suelo para que la construcción de pavimentos esté estabilizada. (BALLESTER, F, 2000).

Según (KOERNER, R, 2005) el polímero usado para la fabricación de un geotextil puede estar constituido por polipropileno, poliéster, polietileno y nylon en la cual indica que el más usado para su fabricación y producción es el polietileno con un porcentaje de 92%.

Para poder diseñar un pavimento rígido es necesario saber la capacidad y tipo de suelo sobre el cual se va a trabajar, por lo tanto, se necesita realizar una serie de ensayos para determinar estos factores, uno de estos es el CBR. La empresa SOUTHERN (2016) indica que el ensayo se utiliza para estimar la capacidad de carga y la resistencia mecánica de sub-bases y subrasante carreteras. Desarrollado originalmente por el Departamento de Transporte de California, ahora es ampliamente utilizado en el diseño de carreteras, pavimentos, aparcamientos y aplicaciones similares.

Según el Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC (2018), los estudios de tráfico son esenciales e influyen en las características del transporte. Estos valores están relacionados a la cantidad y composición de los vehículos que circulan por el área de estudio en los periodos de diseño para así poder establecer el diseño que será utilizado en un pavimento de una carretera o plan de construcción de estas. Este estudio también tiene por objetivo cuantificar la magnitud de los vehículos y así también catalogar el tipo de vehículo. Para la realización de dicho estudio es necesario tener conocimiento acerca de los ejes equivalentes de los vehículos que transitan por el área.

El ensayo de proctor modificado define la densidad/humedad se produce a través del desarrollo mecánico que permite minimizar la cantidad de vacíos en una proporción de partículas de suelo, así mismo estas son obligadas a estar más cerca y en contacto una de otras, esto permite que densidad aumente disminuya su

deformabilidad, aumente su peso específico seco, como también su permeabilidad, a esto se le denomina compactación. (HERNANDEZ, J, 2016).

El análisis de tamiz ayuda a determinar la distribución del tamaño de partícula de los agregados gruesos y finos. Esto se realiza tamizando los agregados según la norma ASTM D422. La distribución del tamaño a menudo es de importancia crítica para la forma en que el material se desempeña en uso. Se puede realizar un análisis de tamiz en cualquier tipo de materiales granulares no orgánicos u orgánicos. (BOTÍA, W, 2015)

Con respecto al límite líquido es la cantidad de porcentaje de humedad que contiene el suelo, en el cual se manifiesta un comportamiento plástico, si los suelos llegan a tener un porcentaje del contenido de humedad máximos al límite líquido, su comportamiento constatará de un fluido viscoso. El límite plástico se especifica como el momento de términos sobre el contenido de humedad, en el que se hacen rollitos con las muestras y estos deben tener un aproximado de 3 mm de diámetro, conforme se van haciendo más pequeños estos presentaran desmoronamiento y agrietamiento (BOTÍA, W, 2015).

El ensayo de Contenido de Humedad es la relación existente entre la masa de agua que logra alojarse dentro de la estructura porosa del suelo, y la masa propia de las partículas de suelo (BOTÍA, W, 2015).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de Investigación:**

La investigación básica tiene como propósito la recopilación y obtención de datos como finalidad de ir alimentando una base de conocimiento que se va asociando a la información ya existente (GÓMEZ, M, 2006).

La presente investigación es de tipo básica porque intenta generar conocimiento y explicar los hechos, a partir del análisis comparativo de dos diseños estructurales de pavimento rígido.

##### **Diseño de Investigación:**

La investigación no experimental, es aquella que recolecta datos, sin manipular ni transformar las ideas, es decir solo y por su nivel se describe el fenómeno a estudiar (NAMAKFOROOSH, M, 2018).

La finalidad de la investigación descriptiva es reconocer las distintas costumbres, situaciones y actitudes que sobresalen a través de la descripción exacta de lo que se lleva a cabo (MEYER, D, 1981).

El diseño del presente trabajo es no experimental descriptiva ya que no se están manipulando las variables establecidas en la investigación, se está describiendo las características y elementos que conforman el pavimento rígido de acuerdo a lo establecido en las normas de construcción, así mismo estará basada en caracterizar las propiedades, componentes y dimensiones importantes que existen entre las variables.

##### **Enfoque:**

El enfoque es cuantitativo cuando la recolección de datos es equivalente a la medición, de acuerdo con la definición más común que se encuentra del término medir significa designar números a sucesos y cosas rigiéndose a ciertas reglas (GÓMEZ, M, 2006).

Según el enfoque, la presente investigación será cuantitativa debido que para diseñar este tipo de pavimento se realizaran diferentes ensayos de manera que se pueda cumplir cada uno de los objetivos trazados.

### **3.2. Variables y operacionalización**

Las variables presentes en el siguiente estudio son: Pavimento rígido y pavimento rígido con uso de Material geotextil tejido.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población:**

La población es la averiguación de diferentes elementos (personas, objetos, organismos) que comunican sobre el fenómeno explicativo circunscrito en el estudio del problema de investigación (NAVARRO, S, 2018).

Para esta investigación la población está comprendida por las 6 únicas calles del AA. HH José Obdulio Rivera. La población debe estar limitada a las peculiaridades en torno al lugar y tiempo.

#### **1. Criterios de inclusión:**

- Todas las calles que formen parte del asentamiento humano
- Todas las calles que no estén pavimentadas.
- Todas las calles del asentamiento humano con las mismas características.

#### **2. Criterios de exclusión:**

- Todas las calles que no formen parte del asentamiento humano.
- Todas las calles que estén pavimentadas en el asentamiento humano.
- Todas las calles que no presenten las mismas características.

**Muestra:**

La muestra es una fracción de la población, se puede definir el sub conjunto de la población tomada u universo. Para determinar y escoger la muestra principalmente deben estar limitadas sus peculiaridades de la población. (LOPEZ, P, 2004).

En el caso del presente estudio la muestra está conformada por la misma población, es decir las 6 calles que componen el AA. HH José Obdulio Rivera que equivale a 1 km (1000 metros).

**Muestreo:**

El muestreo aleatorio simple es una herramienta de investigación científica la cual es aplicada principalmente en investigaciones que contengan poblaciones pequeñas y de fácil identificación (OTZEN, T y MANTEROLA, C, 2017).

En la presente investigación no se llevará a cabo un muestreo debido a que los investigadores tienen una muestra no probabilística, sino más por conveniencia ya que la muestra es la misma que la población.

**3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos****Técnica:**

El ensayo es un método el cual permite determinar distintas características de un material estudiado en un laboratorio o in situ, también permite brindar confianza de que los materiales contengan propiedades requeridas para su seguridad y calidad que cumplen con las especificaciones técnicas. (BUREAU VERITAS, 2015)

La técnica a utilizar serán los ensayos de mecánicas de suelos, que se aplicarán al terreno de fundación con la finalidad de obtener los datos que más adelante ayudarán al diseño estructural del pavimento rígido; los cuales son

los siguientes CBR, análisis granulométrico, contenido de humedad, relación densidad/humedad proctor, límites de consistencia.

**Instrumento:**

Los instrumentos permiten fijar con claridad los elementos u observaciones que se van a considerar a la hora de realizar la investigación, también permite saber cómo se les medirá y qué atributos se desea conocer de ellos. NAVARRO, Sergio (2018) En la presente investigación se usará las fichas de registro en hojas Excel.

**Validez y Confiabilidad:**

**Validez:**

La validez significa el medio por el cual un método de investigación tiene la capacidad de dar respuesta a las distintas interrogantes formuladas. (RUSQUE, M, 2003). Para la siguiente investigación no es necesario recurrir a la validación de instrumentos por expertos porque los que se usarán en la presente investigación ya han sido utilizados y probados a nivel nacional e internacional.

### **3.5. Procedimientos**

El lugar que se estudió de la presente investigación es el distrito de Querecotillo que queda en la provincia Sullana, lugar que se caracteriza por tener un suelo altamente orgánico debido a que en la antigüedad muchas de sus calles eran usadas como terrenos de cultivo y con el paso del tiempo los pobladores han ido tomando estos terrenos con la finalidad de construir sus casas, lo cual nos lleva a proponer el diseño del pavimento rígido con geotextil tejido, para poder lograr este objetivo se necesitará determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el lugar de estudio, las cuales las podremos evaluar gracias a los diferentes ensayos y con respectivas muestras que se tomaran del lugar para luego analizarlas a profundidad en el laboratorio.

Con los datos arrojados por los ensayos de mecánica de suelos se podrá comenzar con el diseño rigiéndonos a la guía AASHTO (1993). Conociendo también las propiedades físicas que nos brindará el geotextil tejido se hará un análisis comparativo entre un diseño común y otro aplicando dicho material para poder saber los beneficios del pavimento rígido con geotextil tejido con respecto a la sociedad.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Será el análisis matemático porcentual porque se va contabilizar el porcentaje de los ítems que den como prueba o resultado que el geotextil tejido si es un material que puede ayudar a alargar la vida del pavimento y también reducir costos. Además, se utilizaron tablas de frecuencia con la finalidad de mostrar la información de forma tabulada y ordenada permitiendo al lector y al investigador un análisis más detallado. De igual manera se usaron gráficos obtenidos del programa de Microsoft Excel para poder hacer más interactiva la información.

### **3.7. Aspectos éticos**

Ese trabajo se realizará bajo los siguientes principios fundamentales que según HONDUR (2012) describe en su informe: La justicia, el respeto y como último principio la beneficencia; en el cual recalca que todos los profesionales dedicados a la investigación deben practicar estos principios y siempre tenerlos en cuenta. Así también es un tema de tipo inédito, es decir fueron los investigadores los que idearon y encontraron un problema, a partir de esto decidieron hacer una investigación. Así también se respeta y se hace uso de las normas ISO 690 para citar adecuadamente los libros, manuales, teorías que se mencionan, revistas, tesis, lo que quiere decir que se reconoce el derecho de autoría.

La presente investigación se realizará en base a los principios antes mencionados, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la guía AASHTO (1993), así mismo se respetar los datos obtenidos y la confiabilidad de los mismos.

#### IV. RESULTADOS

De acuerdo al primero objetivo que consistió en determinar los ejes equivalentes de cargas en la zona con la finalidad de poder expresar el flujo vehicular en términos conocidos como el ESAL o carga equivalente de eje simple, este representa la sumatoria total de repeticiones por día. Para poder determinar el ESAL o ejes equivalentes se calculó el IMD, IMDS, IMDA, periodo de diseño, peso unitario de vehículos, tránsito proyectado, ejes equivalentes por día – carril y el factor de crecimiento acumulado. El índice medio anual que es la cuantificación de vehículos que circulan por un área de estudio; por lo tanto, se llevó a cabo un conteo vehicular durante la semana del lunes 21 al domingo 27 de octubre durante 24 horas.

*Tabla 01:* Resumen del conteo vehicular por tipo de vehículos.

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
Automóvil	276	256	264	274	288	185	128
Station Wagon	170	198	180	203	218	196	121
Pick up	111	121	151	163	167	170	75
Panel	0	0	3	8	11	16	15
Micro Rural	54	70	69	78	66	68	55
Micro	2	6	6	11	11	13	13
B2/B3	0	0	0	0	2	0	0
C2	31	30	28	38	38	27	4
C3	39	58	57	78	71	31	3
T2S1/T2S2	0	0	0	5	5	7	3
T2S3	5	6	9	11	13	9	0
T3S1/T3S2	2	3	5	10	13	8	0
T3S3	0	2	2	0	0	0	0
2T2	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>690</b>	<b>750</b>	<b>774</b>	<b>879</b>	<b>903</b>	<b>730</b>	<b>417</b>

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

## INTERPRETACIÓN

En la tabla 01 se pudo observar que los vehículos más predominantes que transitaban en esta zona son los autos, así mismo el día con mayor movimiento en las calles del AA. HH José Obdulio Rivera es el viernes, por otro lado, el día con menos movimiento es el domingo 27 de octubre.

Una vez calculado el Índice Medio Diario (IMD), se procedió a calcular el Índice Medio Diario Semanal (IMDS), para el cual se necesitará la siguiente fórmula:

$$IMD_s = \sum Vi/7$$

Dónde:

Vi = Volumen vehicular correspondiente a cada uno de los días de estudio

*Tabla 02:* Resumen del conteo vehicular por semana.

Tipo de Vehículo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	IMDS
Automóvil	276	256	264	274	288	185	128	238.71
Station Wagon	170	198	180	203	218	196	121	183.71
Pick up	111	121	151	163	167	170	75	136.86
Panel	0	0	3	8	11	16	15	7.57
Micro Rural	54	70	69	78	66	68	55	65.71
Micro	2	6	6	11	11	13	13	8.86
B2/B3	0	0	0	0	2	0	0	0.29
C2	31	30	28	38	38	27	4	28
C3	39	58	57	78	71	31	3	48.14
T2S1/T2S2	0	0	0	5	5	7	3	2.86
T2S3	5	6	9	11	13	9	0	7.57
T3S1/T3S2	2	3	5	10	13	8	0	5.86
T3S3	0	2	2	0	0	0	0	0.57
2T2	0	0	0	0	0	0	0	0

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

## INTERPRETACIÓN

En la tabla 02 se pudo observar el promedio de vehículos según su tipo que transitan por calles del AA. HH José Obdulio Rivera, así mismo el automóvil es el vehículo que más predomina en dicha zona.

Continuando con el desarrollo del estudio de tráfico se prosiguió a calcular el Índice Medio Diario Anual (IMDA) que consistió en la estimación de vehículos que transitan durante un año por la zona de estudio, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMDA = IMDS * FC$$

Dónde:

IMDS = Índice medio diario semanal

F.C = Factor de corrección estacional

Tabla 03: Factor de Corrección estacional de vehículos ligeros y pesados.

<b>F.C Vehículos Ligeros</b>	0.94
<b>F.C Vehículos Pesados</b>	0.97

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

Tabla 04: Índice medio diario anual.

<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>IMDS</b>	<b>F.C</b>	<b>IMDA</b>
Automóvil	238.71	0.94	226.11
Station Wagon	183.71	0.94	174.02
Pick up	136.86	0.94	129.63
Panel	7.57	0.94	7.17
Micro Rural	65.71	0.94	62.25
Micro	8.86	0.94	8.39
B2/B3	0.29	0.97	0.28
C2	28	0.97	27.19
C3	48.14	0.97	46.75

Tipo de Vehículo	IMDS	F.C	IMDA
T2S1/T2S2	2.86	0.97	2.77
T2S3	7.57	0.97	7.35
T3S1/T3S2	5.86	0.97	5.69
T3S3	0.57	0.97	0.55
<b>Total</b>			698.16

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

## INTERPRETACIÓN

En la tabla 04 se pudo observar el Índice medio diario anual de los vehículos que transitan en calles del AA. HH José Obdulio Rivera.

Prosiguiendo con el cálculo del ESAL es necesario determinar un periodo de vida para el diseño, el cual será de 20 años. Una vez establecido la cantidad de años para el diseño se procedió a definir el peso unitario de los vehículos pesados para lo cual se utilizaron las siguientes fórmulas:

Tabla 05: Peso de vehículo según su eje.

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

FUENTE: Elaboración propia en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO 93 para pavimentos rígidos.

Tabla 06: Relación de cargas por eje.

Tipos de Vehículo	Eje delantero	Conjunto de ejes posteriores								Total unitario	
		1			2			3			
		7	11	18	23	11	18	25	11		18
B2/B3	1.27	3.33									4.61
C2	1.27	3.33									4.61
C3	1.27		3.46								4.73
T2S1/T2S2	1.27	3.33				3.46					8.06
T2S3	1.27	3.33					4.16				8.76
T3S1/T3S2	1.27		3.46			3.46					8.19
T3S3	1.27		3.46				4.16				8.89

FUENTE: Elaboración propia en base a datos de la guía AASHTO 93.

## INTERPRETACIÓN

En la tabla 06 se detalló los pesos unitarios de cada vehículo de acuerdo a sus ejes en base a las fórmulas proporcionadas por la guía AASHTO 93.

Una vez obtenidos los pesos unitarios se procede a determinar la cantidad de vehículos que transitarán por la zona de estudio por un periodo de diseño de 20 años. Cabe resaltar que para la siguiente fórmula se usaron datos estadísticos brindados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Para esto se necesitó la tasa anual de crecimiento de tránsito la cuál es 4.8%, por otro lado, el Producto Bruto Interno en los últimos trimestres tuvo un crecimiento de 2.7% en base al año 2007.

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

Donde:

T<sub>n</sub> = Tránsito proyectado.

T<sub>o</sub> = Tránsito actual

n = Número de años proyectado

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito

Tabla 07: Tránsito proyectado a 20 años.

Tipo de Vehículo	IMDA	T. PROYECTADO
Automóvil	226.11	551.04
Station Wagon	174.02	424.1
Pick up	129.63	315.91
Panel	7.17	17.47
Micro Rural	62.25	151.71
Micro	8.39	20.45
B2/B3	0.28	0.68
C2	27.19	66.26
C3	46.75	113.93
T2S1/T2S2	2.77	6.75
T2S3	7.35	17.91
T3S1/T3S2	5.69	13.87
T3S3	0.55	1.34
<b>TOTAL</b>	<b>714.25</b>	<b>1701.43</b>

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

## INTERPRETACIÓN

En la tabla 07 se especificó el IMDA calculado anteriormente y a su vez el tránsito proyectado a 20 años.

Para poder hallar los ejes equivalentes del estudio de transitabilidad se aplicó la siguiente fórmula:

$$EE_{DÍACARRIL} = IMDP * Fd * Fc * Fvp * Fp$$

Dónde:

IMDP = Índice medio diario proyectado de vehículos pesados.

Fd = Factor direccional.

Fc = Factor carril.

Fvp = Factor vehículo pesado

Fp = Presión óptima de neumático

Tabla 08: Ejes Equivalentes por día-carril.

Tipo de Vehículo	IMDP	Fd	Fc	Fvp	Fp	EE DÍA CARRIL
B2/B3	0.68	0.5	1.00	4.61	2.31	3.62
C2	66.26	0.5	1.00	4.61	2.31	352.80
C3	113.93	0.5	1.00	4.73	2.31	622.42
T2S1/T2S2	6.75	0.5	1.00	8.06	2.31	62.83
T2S3	17.91	0.5	1.00	8.76	2.31	181.21
T3S1/T3S2	13.87	0.5	1.00	8.19	2.31	131.20
T3S3	1.34	0.5	1.00	8.89	2.31	13.76
<b>TOTAL</b>						1367.85

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

## INTERPRETACIÓN

En la tabla 08 se calculó los ejes equivalentes por día – carril obteniendo una sumatoria total de 1367.85

Como último factor para poder calcular el estudio tráfico se determinó el factor de crecimiento acumulado por lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

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

Dónde:

r = Tasa anual de crecimiento de tránsito, es importante destacar que son diferentes tanto para vehículos pesados como ligeros.

n = Periodo de diseño.

Tabla 09: Tasa y PBI.

<b>Tasa de crecimiento (Vehículos Ligeros)</b>	3.8%
<b>PBI (Vehículos pesados)</b>	5.7%

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

Tabla 10: Factor de crecimiento de vehículos livianos y pesados.

<b>Fca. Vehículos livianos</b>	29.16766253
<b>Fca. Vehículos pesados</b>	35.62102678

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

Para finalizar el estudio se determinaron los ejes equivalentes a 8.2 Tn, cabe resaltar que se utilizó el dato de vehículos pesados ya que ejerce más presión sobre el pavimento a diferencia del liviano.

$$Nrep\ de\ EE_{8.2tn} = \sum(EE_{día-carril} * Fca\ (pesados) * 365)$$

$$Nrep\ de\ EE_{8.2tn} = \sum(1367.85 * 35.62102678 * 365)$$

$$Nrep\ de\ EE_{8.2tn} = 17784340.8405733995$$

El resultado del estudio de transitabilidad que se obtuvo fue que el número de repeticiones de ejes equivalentes a 8.2Tn será igual a  $17 \times 10^6$ , un número elevado a comparación de otros resultados de otras investigaciones, pero en el caso de este estudio este resultado se debe a la presencia de vehículos con 3 ejes que transitan por la zona.

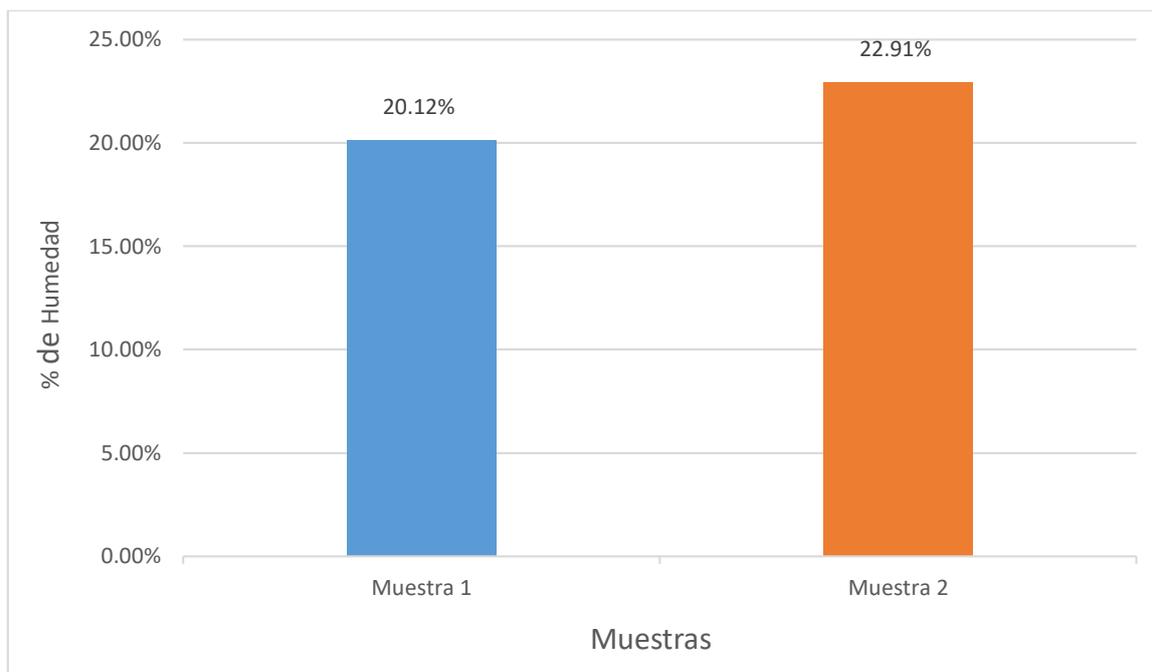
Con respecto al segundo objetivo que consistió en determinar las propiedades del terreno de las calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura. 2020, se tuvo que efectuar diferentes ensayos de mecánica de suelos a la zona de estudio, para obtener la muestra del terreno se realizó una calicata a 1.5 metros de profundidad entre la calle principal del AA. HH, posteriormente se llevó dicha muestra al laboratorio para analizarla.

#### **Propiedades físicas:**

Dentro de las propiedades físicas pudimos encontrar los siguientes resultados:

## Contenido de Humedad

Gráfico 01: Contenido de humedad.



FUENTE: Elaboración propia de los autores

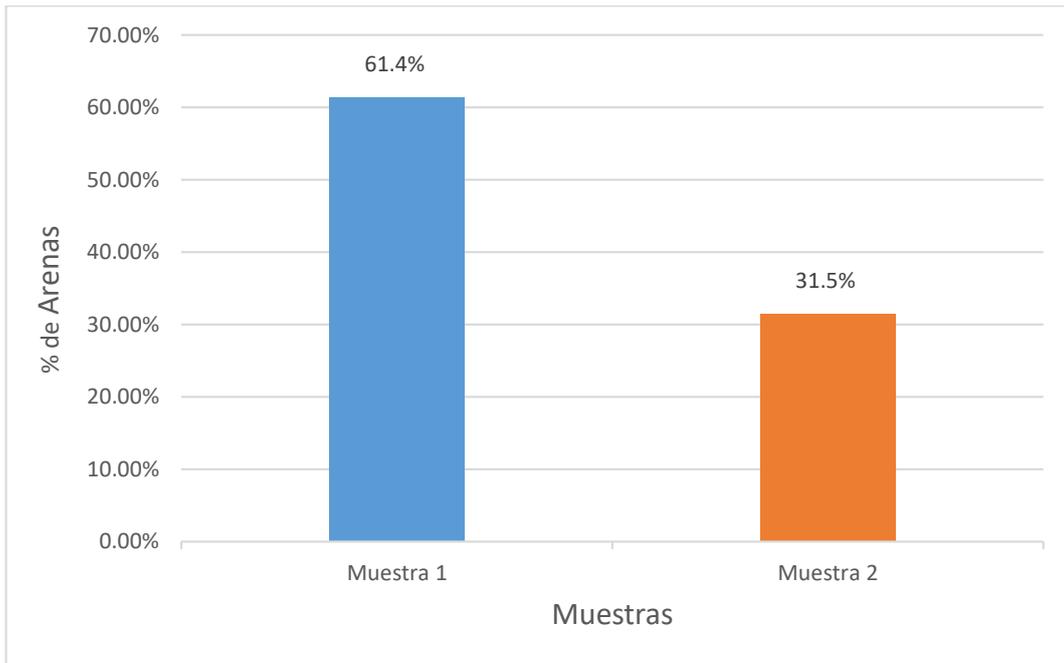
## INTERPRETACIÓN

En el gráfico 01 se puede visualizar la existencia de diferentes contenidos de humedad entre la muestra 1 obtenida a una profundidad de 0.8 a 0.9 con 20,12 % y la muestra 2 conseguida a un nivel de profundidad de 0.9 a 1.5 metros con 22.91 % de humedad respectivamente, resultados disímiles en cuanto a la humedad debido a que la segunda muestra es de mayor profundidad que la primera.

## Análisis Granulométrico

En el siguiente ensayo se pudo determinar la presencia de arena, grava y finos.

Gráfico 02: Análisis Granulométrico en Arenas.

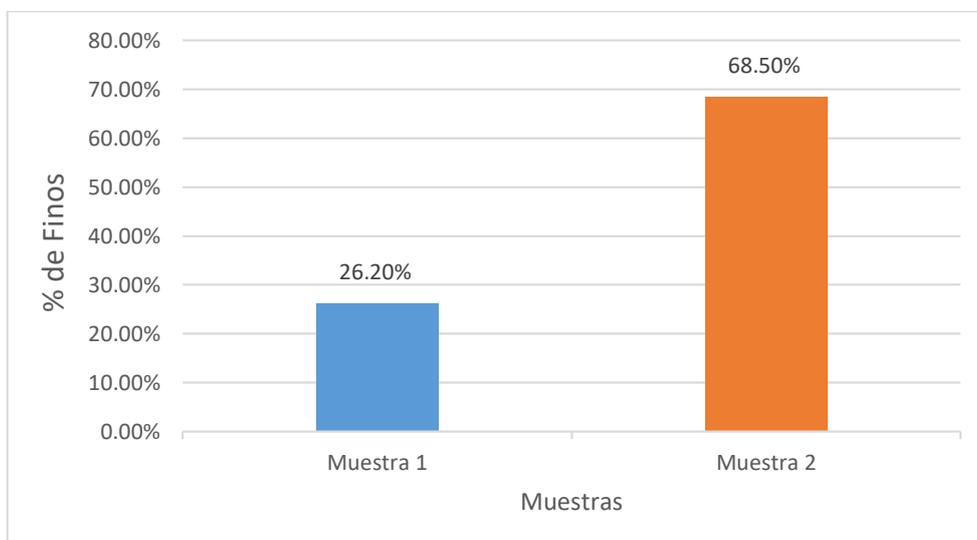


FUENTE: Elaboración propia de los autores

### INTERPRETACIÓN

En el gráfico 02 se puede visualizar la cantidad de arenas expresada en porcentajes de acuerdo a las dos muestras, es así que en la primera muestra se obtiene un 61.4% de arena y en la segunda muestra presenta 31.5%

Gráfico 03: Análisis Granulométrico en Finos.

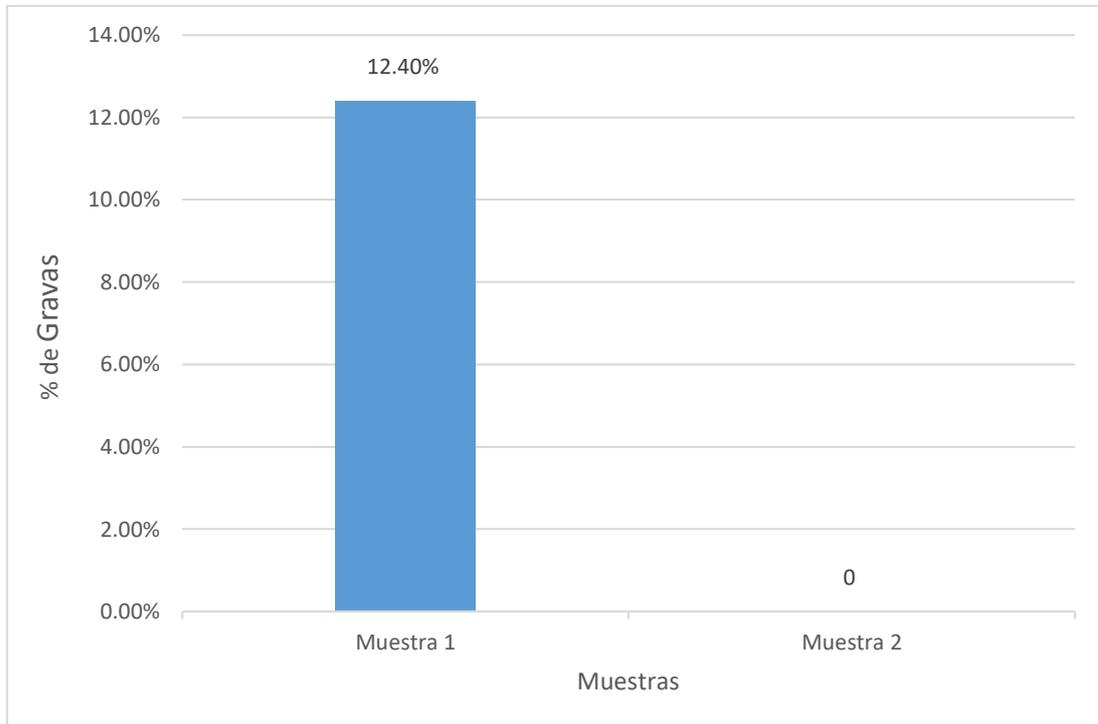


FUENTE: Elaboración propia de los autores

## INTERPRETACIÓN

En el gráfico 03 se observó una menor cantidad de finos en la muestra 1 con 26.2% a diferencia de la muestra 2 que se encontró 68.5%.

*Gráfico 04: Análisis Granulométrico en Gravas.*



FUENTE: Elaboración propia de los autores

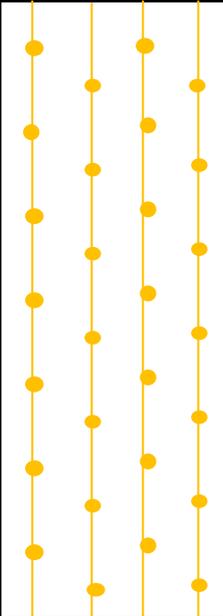
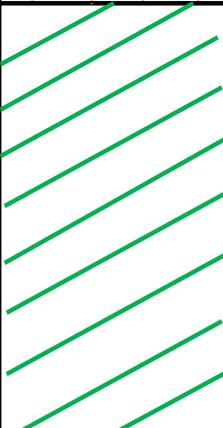
## INTERPRETACIÓN

En el gráfico 04 se visualizó la cantidad de gravas existentes en la muestra 1 siendo esta de 12.4%, por otro lado no se tuvo presencia grava en la muestra 2.

Una vez obtenidos los resultados del ensayo de granulometría y gracias a la guía ASSHTO 93 se pudo identificar el tipo de suelo que contenía la zona de estudio, así mismo elaborar el perfil estratigráfico.

Perfil Estratigráfico

Gráfico 05: Perfil Estratigráfico.

PROF. (m.)	ESTRATO		SÍMBOLO GRÁFICO	DESCRIPCIÓN VISUAL DEL SUELO
	CAPA	ESPESOR (m)		
0.00	<b>01</b>	<b>0.10</b>		Material de aporte (contaminado)
0.05				
0.08				
0.10	<b>02</b>	<b>0.90</b>		Arena limosa
0.15				
0.20				
0.25				
0.30				
0.35				
0.40				
0.45				
0.50				
0.55				
0.60				
0.65				
0.70				
0.75				
0.80				
0.85				
0.90				
0.95	<b>03</b>	<b>1.50</b>		Arcilla arenosa de baja plasticidad
1.00				
1.05				
1.10				
1.15				
1.20				
1.25				
1.30				
1.35				
1.40				
1.45				
1.50				

FUENTE: Elaboración propia de los autores

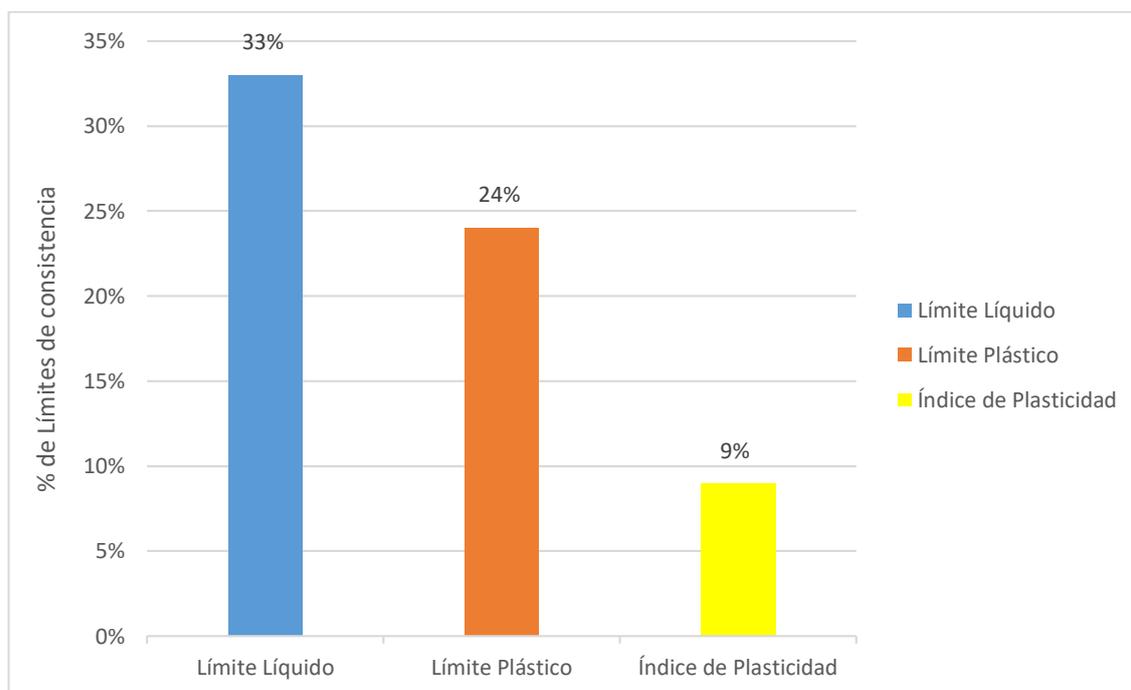
## INTERPRETACIÓN

En el gráfico 05 se pudo visualizar material contaminado en la superficie (primeros 0.10 metros), así mismo de 0.12 a 0.90 metros de profundidad se observa presencia de arena limosa con grava, finalmente de 0.95 a 1.50 metros predomina la arcilla arenosa de baja plasticidad.

### Límites de Atterberg

Luego de haber mostrado el perfil estratigráfico del terreno se procedió a desarrollar los límites de consistencia que se clasifican en límite líquido y límite plástico.

Gráfico 06: Límites de Atterberg C1 – M1

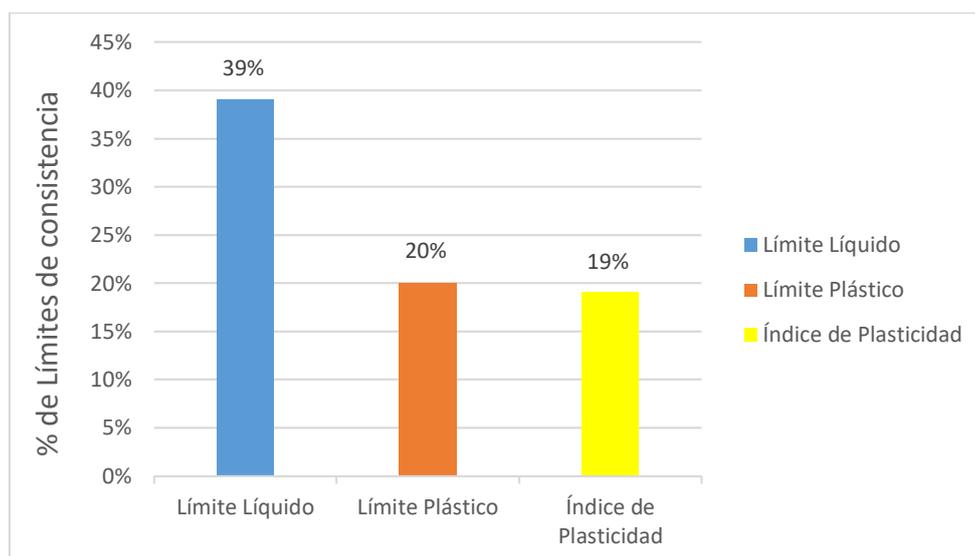


FUENTE: Elaboración propia de los autores

## INTERPRETACIÓN

En el gráfico 06 se observó un 33% de límite líquido, un 24% de límite plástico y 9% de índice de plasticidad, todos estos datos fueron obtenidos de la muestra 1.

Gráfico 07: Límites de Atterberg C1 – M2



FUENTE: Elaboración propia de los autores

## INTERPRETACIÓN

En el gráfico 07 se observó un 39% de límite líquido, un 20% de límite plástico y 19% de índice de plasticidad, todos estos datos fueron obtenidos de la muestra 2.

## Propiedades Mecánicas:

### Proctor Modificado

En este ensayo se pudo encontrar el porcentaje de humedad a la que se deberá realizar la compactación, así mismo esto permitió calcular el peso volumétrico seco máximo.

Tabla 11: Proctor Modificado C1-M1.

<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.779
<b>Humedad óptima (%)</b>	18.0

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

## INTERPRETACIÓN

En la tabla 11 se pudo observar que en la muestra 1, la densidad máxima fue de 1.779 y la humedad óptima fue de 18.0%.

Tabla 12: Proctor Modificado C1-M2.

<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	1.742
<b>Humedad óptima (%)</b>	15.7

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

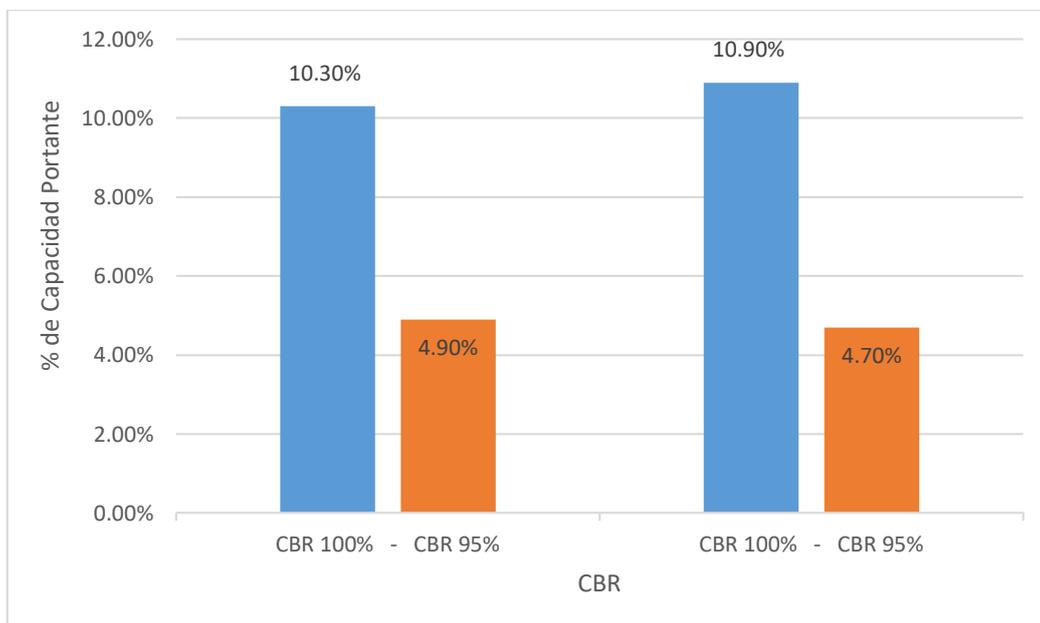
## INTERPRETACIÓN

En la tabla 12 se pudo observar que en la muestra 2, la densidad máxima fue de 1.742 gr/cm<sup>3</sup> y la humedad óptima fue de 15.7%.

### California Bearing Ratio (CBR)

En este ensayo se pudo encontrar el porcentaje de humedad a la que se deberá realizar la compactación, así mismo nos permitió calcular el peso volumétrico seco máximo.

Gráfico 08: California Bearing Ratio.



FUENTE: Elaboración propia de los autores

## INTERPRETACIÓN

En el gráfico 08 se visualizó el CBR aplicado a la muestra teniendo como resultado 10.3 y 10.9 al 100%, así mismo 4.9 y 4.7 al 95% respectivamente.

Dentro de las propiedades físicas del terreno se encontró un porcentaje un poco elevado de humedad en la subrasante 22.91%, también dentro las primeras muestras se visualizó gran presencia de arenas y gravas, por otro lado, en la segunda muestra predominaron los finos, teniendo así una arcilla arenosa de baja plasticidad. Con respecto a las propiedades mecánicas el terreno presentó una capacidad portante regular.

El tercer objetivo específico consistió en conocer las propiedades del geotextil tejido luego de haber sido aplicado a nivel de la subrasante en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura. 2020, para lo cual se tuvo que recaudar diferentes teorías de revistas científicas.

*Tabla 13:* Propiedades físicas y mecánicas del geotextil

<b>Propiedades Físicas</b>	<b>Propiedades Mecánicas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gravedad Específica.</li> <li>- Masa por unidad de área.</li> <li>- Grosor.</li> <li>- Rigidez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Comprensibilidad.</li> <li>- Fuerza de tensión.</li> <li>- Resistencia a la tracción.</li> <li>- Resistencia a la costura.</li> <li>- Resistencia a la Fatiga.</li> <li>- Resistencia al estallido.</li> <li>- Resistencia a la Rotura.</li> <li>- Resistencia de Punción.</li> </ul>

FUENTE: Elaboración propia de los autores.

#### INTERPRETACIÓN:

En la tabla 13 se indica que las propiedades físicas del geotextil son la gravedad específica, masa por unidad de área, grosor, rigidez, así como también indica que tiene como propiedades mecánicas del geotextil son la comprensibilidad, fuerza de tensión, resistencia a la tracción, resistencia a la costura, resistencia a la fatiga, resistencia al estallido, resistencia a la rotura, resistencia de punción.

Cabe resaltar que dentro de las propiedades mecánicas se puede encontrar los intervalos en los cuales se va a regir el uso del geotextil con respecto a la capacidad portante del suelo.

Tabla 14: Valores recomendados de geotextil para diversos grados de trabajabilidad

Subrasante CBR (%)	Requisitos de trabajabilidad	Rigidez mínima de la tela (mg.cm)
CBR ≤ 0.5	Muy alta	25.000
	Alta	15.000
0.5 < CBR ≤ 1.0	Alta	15.000
	Moderada	10.000
1.0 < CBR ≤ 2.0	Moderada	10.000
	Baja	5.000
CBR > 2.0	Ninguno	1.000
	Ninguno	1.000

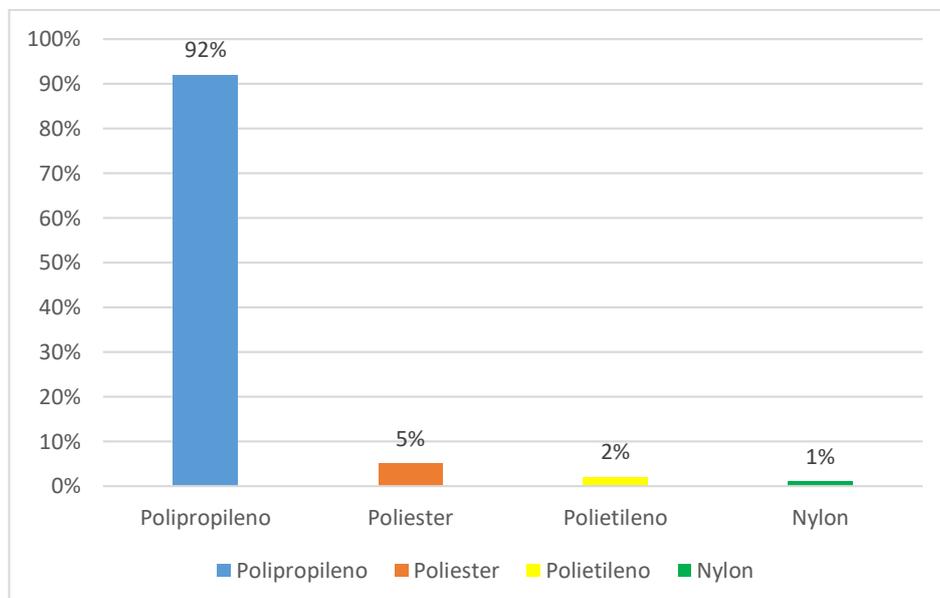
FUENTE: Elaboración propia de los autores en base al libro Designing with Geosynthetics de Robert Koerner.

#### INTERPRETACIÓN:

En la tabla 14 se observó los intervalos brindados por el libro de Koerner en función al CBR, de igual manera la rigidez mínima para la fabricación de cada una de estas.

Dentro de las proporciones de este implemento resaltan diferentes tipos de materiales en el uso de fabricación de los geotextiles.

Gráfico 09: Porcentaje de material más utilizado.



FUENTE: Elaboración propia de los autores

## INTERPRETACIÓN:

En el gráfico 09 se indica que el polipropileno es el material más usado en la fabricación de los geotextiles ya que tiene una estructura semicristalina que le proporciona una alta rigidez, buenas propiedades a la tracción y resistencia a los ácidos, a los álcalis y a la mayoría de disolventes, así mismo el nylon es el menos usado para la fabricación de geotextiles pero a pesar de esto ofrece una alta resistencia a temperaturas elevadas, ductilidad, una buena resistencia a la abrasión y al desgaste, pero tiene sus limitaciones las cuales incluyen una tendencia a absorber humedad, con el resultado de la producción de cambios en las propiedades mecánicas y dimensionales y una resistencia limitada a los ácidos y a los agentes climáticos.

El cuarto objetivo específico fue diseñar la estructura de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil en calles del AA. HH José Obdulio Rivera del distrito de Querecotillo-Sullana. Piura 2020. Una vez obtenido el estudio de transitabilidad y las propiedades físicas y mecánicas de la zona de estudio se procedió a desarrollar el objetivo. Para el diseño estructural del pavimento rígido en cuestión se utilizó la guía AASHTO 93, así mismo dicho método nos asegura que la construcción del pavimento deberá mantenerse hasta después de concluir el periodo de diseño para el cual fue construido.

$$\begin{aligned} \log_{10}(ESAL) = & ZrSo + 7.35\log_{10}(D + 1) - 0.06 + \left[ \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} \right] \\ & + (4.22 - 0.32Pt)\log_{10}\left[ \frac{S'c \times Cd(D^{0.75} - 1.132)}{215.63J + \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{(Ec/K)^{0.25}} \right]} \right] \end{aligned}$$

Dónde:

**ESAL:** Número previsto de ejes equivalentes de 18Kips (80KN), a lo largo del periodo de diseño.

**Zr:** Desviación normal estándar

**So:** Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento.

**D:** Espesor del pavimento (in).

**$\Delta$ PSI:** Diferencia entre los índices de servicio inicial y final.

**Pt:** Índice de servicio final.

**S'c:** Resistencia media del concreto (Psi) o flexotracción (método de carga en los tercios de luz).

**Cd:** Coeficiente de drenaje.

**J:** Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas.

**E:** Módulo de elasticidad del concreto (Psi).

**K:** Modulo de reacción del suelo (Pci), en el que se apoya el pavimento de concreto (sub rasante, sub base, o combinación de ambos).

### **Diseño del pavimento rígido**

**Esal:** (Ejes Simples Equivalentes 82kn):

Anteriormente se realizó el estudio de tráfico teniendo como resultado:

$$\text{ESAL} = 17 \times 10^6$$

### **Periodo de diseño:**

Para dicho diseño se consideró un periodo de diseño de 20 años debido a que la zona de estudio es rural, así mismo la cantidad de vehículos pesados es considerable, por otro lado, se escoge 20 años debido que la industria del plátano –que es la predominante en este distrito– va en crecimiento y el transito irá en aumento.

$$\text{Periodo de Diseño} = 20 \text{ años}$$

**Desviación normal estándar Zr:**

Es el encargado de definir el tránsito que puede soportar el pavimento a diseñar considerando diferentes características como: materiales, drenaje, etc. Así mismo para el siguiente diseño se utilizó un valor en función a los ejes equivalentes tomando para la confiabilidad un 90% y para la desviación normal estándar -1.282.

$$R = 90\%$$

$$Z_r = -1.282$$

**Error estándar combinado So:**

La guía ASSHTO 93 nos brinda valores de acuerdo al tipo de pavimento con el que se diseñará. Para la presente investigación se utilizó un  $S_o = 0.39$

$$S_o = 0.39$$

**Variación  $\Delta$ PSI en el índice de servicio:**

Parámetro el cual está en función a la serviciabilidad inicial y final del pavimento. De igual manera la selección de este parámetro estuvo basada en el valor más bajo que pueda soportar el pavimento antes de su reconstrucción, para el diseño se utilizó índice de servicio inicial de 4.5 y final de 3.0.

$$P_o = 4.5$$

$$P_t = 3.0$$

**Coefficiente de drenaje Cd:**

Es el número que expresa la calidad de drenaje que presenta un pavimento, en el presente proyecto se asumió un coeficiente de 1.0.

$$C_d = 1.0$$

### **Coefficiente de transferencia de cargas J:**

Es la capacidad de transmisión de cargas, a su vez va de la mano con la cantidad de vehículos que transitan en la zona de estudio. En la siguiente investigación se utilizó un coeficiente de 3.2 debido a que se utilizarán dispositivos de transmisión de cargas que serán los dowels.

$$J = 3.2$$

### **Módulo de elasticidad del concreto Ec:**

Se realiza en base a la norma ASTM C469, de igual forma el Reglamento Nacional de Edificaciones indica que el valor Ec se considera por la siguiente fórmula:

$$E = 57000 \times (f'c)^{0.5}$$

Utilizando una  $f'c$  de  $350 \text{ kg/cm}^2$ , se procedió a desarrollar la fórmula teniendo como resultado:

$$E = 4 \times 10^6$$

### **Resistencia del concreto a flexión:**

El módulo de compresión está considerado por el criterio de fatiga calculado por la siguiente fórmula:

$$Mr = S'c = 2.8\sqrt{F'c}$$

La norma ACI 363 establece los siguientes intervalos para "a": 1.99 y 3.18, por lo tanto, en la siguiente investigación se utilizó  $a=2.8$

$$fr = S'c = 2.8\sqrt{350}$$

$$S'c = 52.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$S'c = 745.06 \text{ psi}$$

## Módulo de reacción K

Para el desarrollo de este parámetro se utilizó como base el ensayo de CBR aplicado a la subrasante, rigiéndose en las siguientes fórmulas como intervalos:

$K = 2.55 + 52.5 \times \text{Log CBR} \text{ ----> CBR} < 10 \%$
$K = 46 + 9.08 \times (\text{Log CBR})^{4.34} \text{ ----> CBR} \geq 10 \%$

Con los datos obtenidos del CBR (10.3 y 10.9) reemplazamos en la fórmula:

$$K = 46 + 9.08 \times (\text{Log } 10.3)^{4.34} = 55.6 \text{ MPa/m}$$

$$K = 46 + 9.08 \times (\text{Log } 10.9)^{4.34} = 56.65 \text{ MPa/m}$$

Debido a que la subrasante en estudio no contó con una adecuada capacidad de soporte se utilizó la siguiente fórmula para tal efecto

$$K_c = k \times \left[ \sqrt{1 + \left(\frac{h_b}{38}\right)^2 \times \left(\frac{k_b}{k}\right)^{\frac{2}{3}}} \right]$$

Dónde:

Kc: Módulo de reacción combinado.

H<sub>b</sub>: Espesor de capa de sub base.

K<sub>b</sub>: Módulo de reacción de sub base.

K: Módulo de reacción de sub rasante.

$$K_c = 56.65 \times \left[ \sqrt{1 + \left(\frac{15}{38}\right)^2 \times \left(\frac{55.6}{56.65}\right)^{\frac{2}{3}}} \right]$$

$K_c = 60.85 \text{ MPa/m}$
-----------------------------

## Diseño estructural del pavimento rígido

**Subrasante:** Para definirla se hizo uso de la granulometría obteniendo como suelos predominantes los de arcilla arenosa con un CBR de 10.9% por lo que se encuentra dentro del estándar de regular por lo consiguiente se optó por trabajar con dicho CBR.

**Sub Base:** Para la siguiente capa del pavimento se hizo uso del Manual de Carreteras proporcionada por el Ministerio de Transporte y Comunicación, el espesor se obtuvo en función a los parámetros establecidos la norma. Para la siguiente investigación el espesor fue de 15cm.

### Losa de Concreto:

Para el desarrollo de la losa de concreto se utilizaron los parámetros mencionados anteriormente

Tabla 15: Parámetros para diseño de pavimento rígido.

Parámetros	
Módulo de reacción efectiva de la Sub-Rasante	$K = 88 \text{ Psi}$
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c = 4 \times 10^6 \text{ Psi}$
Resistencia medio del concreto a flexión	$S'_c = 745.06 \text{ Psi}$
Coefficiente de transmisión de carga	$J = 3.2$
Coefficiente de drenaje	$C_d = 1$
Error estándar combinado	$S_o = 0.39$
Desviación estándar normal	$Z_r = -1.282$
Espesor del pavimento	6 pulgadas
Pérdida de serviciabilidad	$\Delta PSI = 1.5$
Índice de serviciabilidad final	$P_t = 3.0$
Total de ejes equivalentes de 80 KN	$W_{18} = 17 \times 10^6$

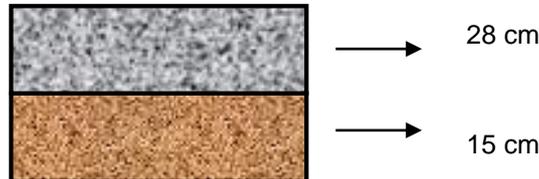
FUENTE: Elaboración propia de los autores

Teniendo como resultados los siguientes espesores:

Tabla 16: Espesores del pavimento rígido.

Capa	Espesor (cm)	Pulgadas
Losa de Concreto	28 cm	11"
Sub base	15 cm	6"

FUENTE: Elaboración propia de los autores



### Diseño del pavimento rígido con Geotextil tejido

Para el diseño estructural del pavimento rígido agregando un geotextil tejido se hizo uso de la norma AASHTO M288-96, así mismo nos regimos a parámetros del libro "Use of Geogrids in Pavement Construction" del cuerpo de ingenieros del ejército estadounidense. (USACE (Army Corps of Engineers, US), 2003)

#### Parámetros para el diseño:

Para este tipo de diseño se priorizo la transitabilidad del vehículo que más predominó en la zona el cual fue el "C3". Para el factor de capacidad con refuerzo utilizando geotextil se utilizó 5.8 debido a que la función del geotextil será como separador.

Tabla 17: Parámetros para el diseño con geotextil tejido.

Carga por diseño de la rueda	44000 lbs
Factor de capacidad de carga reforzada (Nc)	5.8
Factor de capacidad de carga no reforzada (Nc)	2.80

FUENTE: Elaboración propia de los autores

**Propiedades de la subrasante:**

Tabla 18: Propiedades de la subrasante.

CBR	10.9%
Resistencia al corte	13 psi

FUENTE: Elaboración propia de los autores

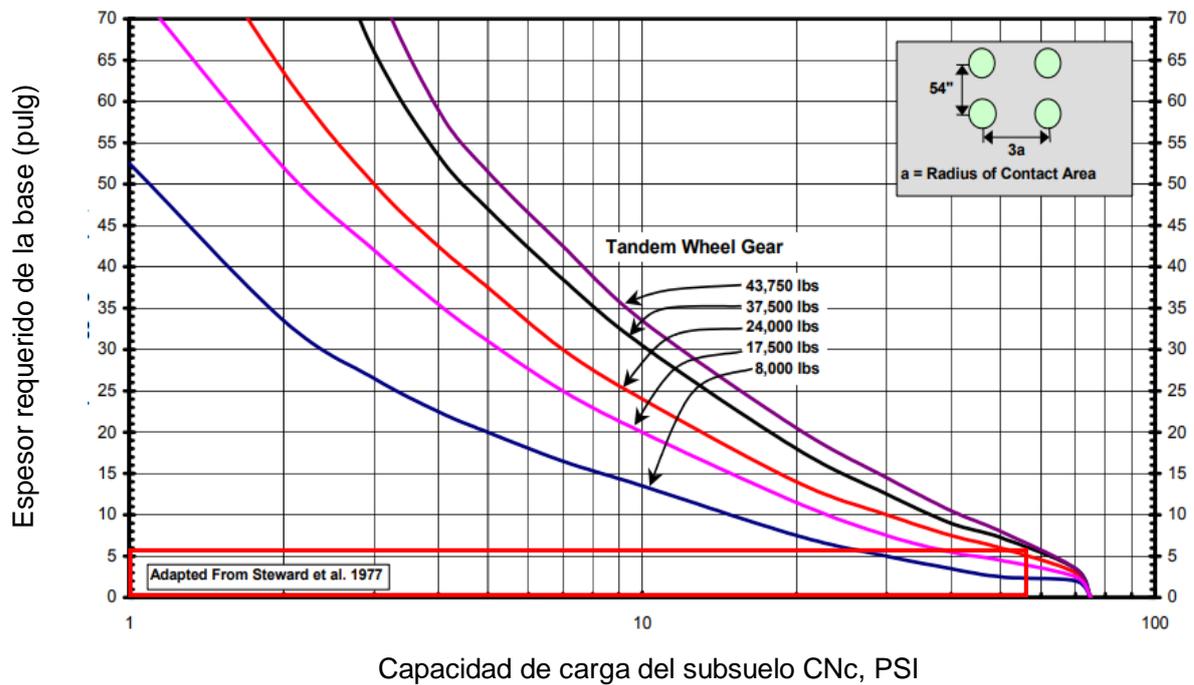
**Capacidad de soporte del suelo**

$$CN_c = C \times N_c$$

$$CN_c = 13 \times 5.8$$

$$CN_c = 75.4 \text{ psi}$$

Gráfico 10: Cargo por arreglo en Tándem.



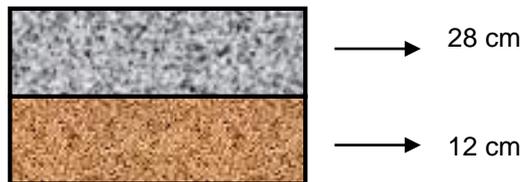
FUENTE: Elaboración propia de los autores

Nuevo espesor = 5" = 12 cm

Tabla 19: Espesores del pavimento rígido con geotextil tejido.

Capa	Espesor (cm)	Pulgadas
Losa de Concreto	28 cm	11"
Sub base	12 cm	5"

FUENTE: Elaboración propia de los autores



Luego de culminar los diseños del pavimento se determinó el análisis comparativo entre ambos diseños estructurales teniendo así una disminución de 3 centímetros (1 pulgada) en el pavimento con geotextil tejido, cabe resaltar que la función principal del geotextil tejido es de separador de materiales entre la subrasante y la capa sub base de tal manera que los materiales no se contaminen entre sí, además el geotextil tejido ayudará a proteger la sub base de la humedad presente en esta zona, así mismo servirá como elemento de refuerzo debido al soporte continuo de vehículos pesados evitando así la degradación en la masa del terreno

Tabla 20: Comparación estructural de los pavimentos.

Pavimento rígido	Pavimento rígido con Geotextil Tejido

FUENTE: Elaboración propia de los autores

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo al primer objetivo: Determinar los ejes equivalentes de cargas en calles del AA. HH José Obdulio Rivera. Querecotillo-Sullana-Piura. 2020. De acuerdo a los parámetros establecidos por el MTC (2018) para realizar un estudio de tráfico se debe realizar una buena tabulación de la información generada de la observación de la transitabilidad de la zona; se conoce que para este tipo de estudios, no existe una cantidad de tránsito que se presume buena o mala, simplemente se establece por observación si el resultado de los cálculos arroja un número elevado de ejes equivalentes, entonces se tendrá conocimiento que por la vía transitan una gran cantidad de vehículos, en su mayoría pesados. Los resultados del presente trabajo después de haber aplicado el conteo vehicular durante 7 días y obtener los promedios de cada vehículo por día, semana y año obtuvo un tráfico proyectado a 20 años 1740.64 veh/día, de igual manera  $17 \times 10^6$  para los ejes equivalentes. El antecedente de (MERA, 2017) obtuvo como resultado un tráfico proyectado a 10 años de 198 veh/día, además el mayor número de ejes equivalentes del análisis en estudio fue de  $2.6 \times 10^5$ , que sirvió como dato fundamental para diseñar el pavimento en estudio debido a que los espesores del pavimento estarán en función a la cantidad de vehículos que transitan por la zona.

Después de haber hecho una comparación entre los diferentes resultados se pudo inferir que la carga vehicular del trabajo presentado por (MERA, 2017), es mucho menor a la del presente estudio debido a que los vehículos que transitan por la zona son en su mayoría livianos y utilizados para transporte de personas a diferencia del siguiente proyecto donde predominan los vehículos pesados o de mayor eje, en consecuencia, al tipo de trabajo que se realizan a los alrededores. Además, la investigación realizada por (MERA, 2017) estuvo proyectada para un diseño de 10 años a diferencia del estudio de la presente investigación que estuvo proyectado para 20 años.

Según el objetivo específico 2: Determinar las propiedades del terreno en calles del AA.HH José Obdulio Rivera. (BOTÍA, W, 2015) indica que dichas propiedades son las encargadas de identificar los grados de permeabilidad, drenaje, contenido de humedad, consistencia, entre otras mediante muestras extraídas por calicatas,

estas a su vez variarán de acuerdo al tipo de investigación que se deseará realizar, una vez obtenidas las muestras se llevarán a un laboratorio para aplicarle los distintos ensayos de mecánica de suelos, los cuales no permitirán hallar los componentes que nos ayudarán a determinar las características del terreno. Por otro lado, para una buena ejecución de los ensayos se deberán seguir y regirse a los estándares de calidad que nos brinda el Manual de Carreteras, suelos, geología y pavimentos. Así mismo los resultados obtenidos en la presente investigación son los siguientes: Las propiedades físicas encontradas en el terreno del AA. HH José Obdulio Rivera en Querecotillo son baja plasticidad en arcilla arenosa lo que indica que el material examinado presenta cierta resistencia a la hora de deformarse y su vez arena limosa en la muestra siguiente a la superficie, también se encontró una regular cantidad de humedad dentro de la subrasante, de la misma manera en las propiedades mecánicas se encontró que la capacidad portante del terreno fue de 10.9% encontrándose dentro del rango regular. De acuerdo al antecedente presentado por (BUSTAMANTE, 2016), realizo el ensayo de CBR obteniendo un 3.02% para la subrasante con la finalidad de evaluar la resistencia de esta capa aplicando geosintéticos para finalmente demostrar que el uso de estos genera un comportamiento elástico en la estructura a pesar de tener una capacidad portante baja, así mismo permitiendo una deformación a gran nivel pero recuperando su forma original.

Como se puede observar los resultados de la presente investigación y del antecedente tienen coincidente con la teoría lo que refleja que el terreno estudiado agregando los geosintéticos tiene las propiedades y condiciones que amerita para poder trabajar sobre ellos, por consiguiente, las propiedades encontradas en esta investigación están en relación a lo que se encuentra en otros trabajos y lo que dice la norma.

Según el objetivo específico 3: Conocer las propiedades del geotextil tejido luego de haber sido aplicado a nivel de la subrasante calles del AA.HH José Obdulio Rivera, (GUYER, P, 2017) indica que los geotextiles tienen propiedades las cuales permiten utilizar como refuerzos en los procesos de recuperación para aumentar su estabilidad. También un Geotextil Tejido se utiliza para separar el lodo marino del relleno de recuperación. Por otro lado en las teorías relacionadas se indica las

propiedades deben y regirse a los estándares de calidad que nos brinda la guía AASHTO ASTM 288. Las propiedades físicas encontradas en el geotextil tejido son la gravedad física, masa por unidad de área, grosor, rigidez, de la misma manera para las propiedades mecánicas encontradas en el geotextil tejido son comprensibilidad, fuerza de tensión, resistencia a la tracción, resistencia a la rotura, resistencia al estallido resistencia de punción, resistencia de costura, resistencia a la fatiga de acuerdo a lo especificado en el libro *Designing with Geosynthetics* de Robert Koerner. Además se determinó una de las características del geotextil el cual se basa en el material de acuerdo a su fabricación en la que resalta considerablemente el material polipropileno de los demás materiales que están elaborados los geotextiles ya que tiene una estructura semicristalina que le proporciona una alta rigidez, buenas propiedades a la tracción y resistencia a los ácidos, a los álcalis y a la mayoría de disolventes y mejorar, generalmente, la durabilidad a largo plazo, incluyendo la estabilidad a los agentes climáticos. De acuerdo al antecedente presentado por (MIRANDA, 2019) indicó que la implementación de una geomalla biaxial LBO 302 ayudó a la disminución de la base en un 4% gracias a las propiedades que conformaban la geomalla, por lo consiguientes significaría una reducción de costos en caso de ejecutarse dicho proyecto.

Como se puede observar los resultados de la presente investigación y del antecedente tienen coincidente con la teoría lo que refleja que el geotextil tejido como una rama de los geosintéticos tiene las propiedades y condiciones que amerita para poder ser utilizadas en obras como pavimentación, por consiguiente, las propiedades encontradas en esta investigación a través de un análisis documental están relacionadas a la guía AASHTO M288.

De acuerdo cuarto objetivo: Diseñar la estructura de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil en calles del AA. HH José Obdulio Rivera se tiene entendido que el diseño de un pavimento es la adaptación de las capas sobre puestas una sobre otra, gracias a este diseño se puede expresar y reflejar la cantidad y espesor del material que se va a utilizar en cada capa del pavimento. (SOUTHERN, 2016), indica que para poder realizar el diseño de un pavimento rígido con uso de geotextiles es preciso saber la capacidad y tipo de suelo en el

cual se va a desarrollar, para lo que es necesario realizar diferentes ensayos, de igual manera el Departamento de Transporte de Texas (2009) afirma que dichos factores están establecidos en la guía AASTHO 93 y ASSHTO M288-96. El presente trabajo de investigación se obtuvo que el diseño de pavimento rígido con geotextil tuvo una reducción de 20% en la capa sub base a diferencia del diseño estructural convencional. Por otro lado, en el antecedente presentado por (KIPTOO, 2016) indica que en su estudio para su refuerzo de la subrasante usando geosintéticos obtuvo una disminución de la base granular en un porcentaje de 2%, así mismo expresó que este tipo de aplicaciones son recomendables para terrenos con la capacidad portante baja.

Para el diseño estructural del pavimento rígido convencional se obtuvo 28 centímetros de espesor en la losa de concreto y 15 centímetros en la sub base, de igual manera para el pavimento rígido con geotextil tejido se obtuvo 28 centímetros para la losa de concreto y 12 centímetros para la capa sub base, por lo tanto, el diseño presentado se encuentra dentro de los parámetros y límites establecidos acuerdo al MTC y a la guía AASHTO 93, en consecuencia puede ser ejecutado tan luego se tenga disponibilidad en los interesados.

## VI. CONCLUSIONES

1. Los estudios de transitabilidad determinaron los índices de tránsito de la zona de Querecotillo presentando un IMDA de 714.25 de tráfico y un ESAL de 17339293.51 y el predominio de tráfico de vehículos C3.
2. Se determinó que las propiedades del terreno encontradas mediante la realización de ensayos de mecánica fueron Arena Limosa (SM) y Arcilla Arenosa de baja plasticidad (CL), por otro lado, la capacidad portante fue de una subrasante regular.
3. Se determinó la función principal del geotextil tejido como separador para preservar la integridad de los materiales y el correcto funcionamiento de las capas adyacentes.
4. En base al análisis comparativo realizados entre ambos diseños estructurales de los pavimentos se obtuvo una reducción del 20% en la capa sub base del pavimento rígido con geotextil tejido teniendo un espesor final de 12 cm (5") a diferencia de los 15 cm (6") del pavimento rígido convencional, por otro lado, la losa de concreto mantuvo su espesor de 28 cm (11") en ambos diseños. Así también se determinó la conveniencia que a pesar de haber obtenido una reducción en la sub base, mantener el espesor del diseño convencional de 15 cm por considerar que la zona es transitada por vehículos pesados.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para el conteo vehicular semanal se deberán tener conocimientos previos respecto a los ejes vehiculares ya que un mal conteo puede llevar a un mal cálculo en los ejes equivalentes.
2. Se recomienda colocar el geotextil a nivel de la sub-rasante ya que su utilización garantiza la separación entre capas y la estabilización, por lo tanto, aumenta la serviciabilidad del pavimento.
3. En caso se desee profundizar el tema se recomienda hacer análisis de cálculos y presupuestos de tal manera que enriquezcan investigaciones acerca de elaborar pavimentos rígidos con geotextil no solo a nivel estructural sino con otros componentes o beneficios que proporcione este material.

## REFERENCIAS

**AASHTO. 1993.** *Guide for Design of Pavement Structures*. Washington DC : American Association of State Highway and Transportation Official, 1993.

**BALLESTER, F. 2000.** *Definición, función y clasificación de los geotextiles*. Santander : Universidad de Cantabria, 2000.

**BOTÍA, W. 2015.** *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYOS DE SUELOS Y MEMORIA DE CALCULO*. Bogota : UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA, 2015.

**BUREAU VERITAS. 2015.** BUREAU VERITAS EN MEXICO. [En línea] 2015. [Citado el: 15 de Octubre de 2019.] <https://www.bureauveritas.com.mx/home/our-services/testing-analysis>.

**BUSTAMANTE, Andrés. 2016.** *“Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil*. Cuenca : Universidad de Cuenca, 2016.

**CESVIMAP. 2018.** CESVIMAP. *CESVIMAP*. [En línea] 11 de Mayo de 2018. [Citado el: 19 de Septiembre de 2019.] <https://www.revistacesvimap.com/paises-con-mas-kilometros-de-autovias-espana-tercer-puesto/>.

**CNN. 2018.** CNN. *CNN*. [En línea] 28 de Septiembre de 2018. [Citado el: 19 de Septiembre de 2019.] <https://cnnespanol.cnn.com/2018/09/28/que-paises-de-america-latina-tienen-las-mejores-vias/>.

**Departamento de Transporte de EE.UU. 2017.** *Bases and Subbases for Concrete Pavements*. New Jersey : s.n., 2017.

**Departamento de Transporte de Texas. 2009.** *CONSIDERATIONS FOR RIGID VS. FLEXIBLE PAVEMENT*. [En línea] Agosto de 2009. [Citado el: 20 de Septiembre de 2019.] <http://tti.tamu.edu/documents/0-6085-1.pdf>. FHWA/TX-09/0-6085-1.

**GÓMEZ, M. 2006.** *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba : Brujas, 2006. 987-591-026-0.

**GUYER, P. 2017.** *An Introduction to Rigid Pavement Design*. s.l. : CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017. 978-1543155884.

**HERNANDEZ, J. 2016.** *RELACIONES HUMEDAD-DENSIDAD (COMPACTACION)*. Valparaíso : UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO, 2016.

**HONDUR. 2012.** *PRINCIPIOS DE LA ÉTICA DE LA INVESTIGACIÓN*. 2012, Vol. 80.

**KIPTOO, Denis. 2016.** *AN INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DYNAMIC AND STATIC LOADING TO GEOSYNTHETIC REINFORCED PAVEMENTS OVERLYING A SOFT SUBGRADE*. Sudafrica : University of Cape Town, 2016.

**KOERNER, R. 2005.** *Designing with Geosynthetics*. Philadelphia : Prentice Hall, 2005. 978-0131454156.

**LOPEZ, P. 2004.** *scielo.org. scielo.org*. [En línea] 2004. [Citado el: 09 de Octubre de 2019.] [http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1815-02762004000100012](http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012). 1815-0276.

**MATHEW, T. 2009.** *Introduction to pavement design*. India : s.n., 2009.

**MERA, Jeans. 2017.** *Evaluación técnico - económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la carretera Santa Cruz - Bellavista, distrito Bellavista - Jaén - Cajamarca*. Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.

**MEYER, D. 1981.** *MANUAL DE TECNICA DE LA INVESTIGACION EDUCACIONAL*. Barcelona : PAIDOS IBERICA, 1981. 9788475091099.

**Ministerio de Transporte y Comunicaciones . 2018.** *Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial. El Peruano*. 2018.

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones . 2006.** *N.T.E. CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS*. Lima : s.n., 2006.

**MIRANDA, Eddy. 2019.** *DISEÑO DE UNA BASE GRANULAR REFORZADA CONGEOMALLA BIAXIAL; PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD EN*. Trujillo : Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.

- MONTEJO, A. 2010.** *Ingeniería de Pavimentos*. Bogotá : s.n., 2010. 958-97617-6-8.
- NAMAKFOROOSH, M. 2018.** *Tipos y niveles de investigación científica*. Ciudad de Mexico : Limusa, 2018. 968-18-5517-8.
- NAVARRO, S. 2018.** *Estadística ( Teoría de Probabilidades y más)*. Estelí : s.n., 2018.
- OTZEN, T y MANTEROLA, C. 2017.** Scielo. *Scielo*. [En línea] 2017. [Citado el: 10 de Mayo de 2020.] <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>.
- RAVINDRA, Dhir. 2017.** *Sustainable Construction Materials: Copper Slag*. s.l. : Woodhead Publishing, 2017. 978-0-08-100986-4.
- REYES, Deyvith Eisenhower. 2017.** *Diseño de la carretera en el tramo, El Progreso –Tiopampa, Distrito De Chugay, Provincia De Sánchez Carrión, Departamento De La Libertad*. Trujillo : Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- RUSQUE, M. 2003.** *De la diversidad a la unidad en la investigación cualitativa*. Caracas : s.n., 2003.
- SOUTHERN. 2016.** Technical Data – In-situ Testing: California Bearing Ratio (CBR). [En línea] 2016. [https://www.southerntesting.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/Technical\\_In-situ-Testing-California-Bearing-Ratio-\\_CBR\\_.pdf](https://www.southerntesting.co.uk/wp-content/uploads/2016/10/Technical_In-situ-Testing-California-Bearing-Ratio-_CBR_.pdf).
- SWEAT, Eric. 2016.** *Investigation of Structural Capacity of Geogrid Reinforced Aggregate Base Materials in Flexible*. Utah : Utah Department of Transportation, 2016.
- Universidad de Managua . 2014.** *INTERPRETACIÓN DE DATOS ESTADÍSTICOS*. Managua : Universidad de Managua , 2014.
- USACE (Army Corps of Engineers, US). 2003.** *Use of geogrids in pavement construction*. Washington : s.n., 2003.

## ANEXOS

### Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA
Pavimento Rígido	Los pavimentos rígidos están conformados por una capeta de rodadura de concreto hidráulico, el cual se construye sobre la base del mismo pavimento. (MONTEJO, A, 2010).	- Ejes equivalentes de cargas.	Conjunto de parámetros, propiedades y características que conforman la carpeta estructural del pavimento rígido que será estudiada por el instrumento de medición (AASHTO, 1993).	- ESAL (AASHTO, 1993).	DE RAZÓN
		- Propiedades del terreno		- CBR, Granulometría, Contenido de Humedad, Límites de Atterberg, Proctor Modificado (AASHTO, 1993)	
		- Diseño del pavimento.		- Espesores.	
Pavimento Rígido con uso de Material Geotextil Tejido	El Geotextil es utilizado para separar el lodo marino del relleno de recuperación. También los geotextiles se utilizan como refuerzos en los procesos de recuperación para aumentar su estabilidad (GUYER, P, 2017).	- Ejes equivalentes de cargas.	Conjunto de parámetros, propiedades y características que conforman la carpeta estructural del pavimento rígido que será estudiada por el instrumento de medición (AASHTO, 1993).	- ESAL (AASHTO, 1993)	DE RAZÓN
		- Propiedades del terreno		- CBR, Granulometría, Contenido de Humedad, Límites de Atterberg, Proctor Modificado (AASHTO, 1993).	
		- Propiedades del geotextil.		- Parámetros y composición del geotextil (AASHTO M288 GEOTEXTILES).	
		- Diseño del pavimento.		- Espesores.	

FUENTE: Elaboración propia de los autores

Anexo 02: Formatos de instrumentos y tablas de recolección de datos

Figura 01: Formato para ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27, T-88)



PROYECTO \_\_\_\_\_

UBICACIÓN \_\_\_\_\_

MUESTRA \_\_\_\_\_

ING. RESP. \_\_\_\_\_

SOLICITA \_\_\_\_\_

TECNICO \_\_\_\_\_  
FECHA \_\_\_\_\_

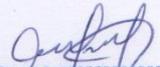
Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	0.00	Descripción
5"	127.000						<b>1. Peso de Material</b>
4"	101.600						Peso Inicial Total (kg) _____
3"	73.000						Peso Fracción Fina Para Lavar (gr) _____
2 1/2"	60.300						<b>2. Características</b>
2"	50.800						Tamaño Máximo _____
1 1/2"	37.500						Tamaño Máximo Nominal _____
1"	25.400						Grava (%) _____
3/4"	19.000						Arena (%) _____
1/2"	12.700						Finos (%) _____
3/8"	9.520						Modulo de Fineza (%) _____
1/4"	6.350						
N° 4	4.750						
N° 8	2.360						
N° 10	2.000						
N° 16	1.190						
N° 20	0.850						
N° 30	0.600						
N° 40	0.420						
N° 50	0.300						
N° 60	0.250						
N° 80	0.180						
N° 100	0.150						
N° 200	0.075						
Pasante							

**CURVA GRANULOMETRICA**



Abertura (mm)

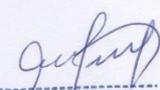


Ing. Cristian Alexander León Panta  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 120588



Figura 03: Formato para ensayo de Capacidad de Soporte CBR - 2

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																			
RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR																			
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)																			
PROYECTO																			
CALICATA	ING. RESP.																		
MUESTRA	TECNICO																		
PROFUNDIDAD	FECHA																		
COORDENADAS																			
LADO																			
COLOR																			
SOLICITA																			
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR																			
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>METODO DE COMPACTACION</td> <td style="text-align: right;">AASHTO T-180</td> </tr> <tr> <td>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">:</td> </tr> <tr> <td>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</td> <td style="text-align: right;">:</td> </tr> <tr> <td>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</td> <td style="text-align: right;">:</td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2">RESULTADOS:</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: right;">=</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"</td> <td style="text-align: right;">=</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="text-align: right;">=</td> </tr> <tr> <td>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"</td> <td style="text-align: right;">=</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p>	METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-180	MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:	RESULTADOS:		Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=
METODO DE COMPACTACION	AASHTO T-180																		
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:																		
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:																		
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	:																		
RESULTADOS:																			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=																		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=																		
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=																		
EC = 56 GOLPES	EC = 25 GOLPES	EC = 12 GOLPES																	




  
**Ing. Cristhian Alexander León Panto**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 12055<sup>o</sup>

Figura 04: Formato para ensayo de Contenido de Humedad.



**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CESAR VALLEJO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD**  
(MTC E-108 / ASTM D-2216)



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

---

PROYECTO

UBICACIÓN

MUESTRA

ING.RESP.

SOLICITA

TECNICO

FECHA

---

**1. Contenido de Humedad Muestra Integral (A. FINO):**

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

**2. Contenido de Humedad Muestra Integral (A. GRUESO):**

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


Ing. Cristhian Alexander León Pantoja  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 128500

Figura 05: Formato para ensayo de Límites de Atterberg

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS					
LÍMITES DE CONSISTENCIA					
(MTC-E-119,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)					
<b>PROYECTO</b>					
<b>CALICATA</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>			
<b>UBICACIÓN</b>			<b>FECHA</b>		
<b>LADO</b>					
<b>SOLICITA</b>					

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	%				

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES		Constantes Fisicas de la Muestra	
47.0		Limite Liquido	
42.0		Limite Plastico	
37.0		Indice de Plasticidad	
32.0		Observaciones	
27.0		Pasante Tamiz N° 40	
22.0	10      15      20      25      30      35		



Ing. Cristhian Alexander León Pantoja  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 120558

Figura 06: Formato para ensayo de Proctor modificado

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS									
RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)									
(MTC E-115, E-116 / ASTM D-1557, D-699 / AASHTO T-180)									
PROYECTO:									
CALICATA	MUESTRA			PROFUNDIDAD					
UBICACIÓN				FECHA					
LADO									
SOLICITA									
Molde N° 1	Diametro Molde	Metodo		Volumen Molde		m <sup>3</sup>		N° de capas	
		A	B	C	Peso Molde	gr	N° de golpes		
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>									
Peso Suelo + Molde				gr					
Peso Suelo Humedo Compactado				gr					
Peso Volumetrico Humedo				gr					
Recipiente Numero									
Peso Suelo Humedo + Tara				gr					
Peso Suelo Seco + Tara				gr					
Peso de la Tara				gr					
Peso del agua				gr					
Peso del suelo seco				gr					
Contenido de agua				%					
Densidad Seca				gr/cc					
<b>RESULTADOS</b>									
Densidad Máxima Seca				(gr/cm <sup>3</sup> )		Humedad óptima		%	
Densidad Máxima Seca Corregida				(gr/cm <sup>3</sup> )		Humedad óptima		%	
<b>RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA</b>									



Ing. Cristian Alexander León Penta  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 120588

Figura 07: Formato para conteo y clasificación vehicular.



**MTC**  
Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**

FORMATO Nº 1

PROYECTO:			
SENTIDO:	W ←		E →
UBICACIÓN:			
DÍA:			

DIA Y FECHA:			
--------------	--	--	--

HORA	AUTO	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
DIAGRA. VEH.																			
00-01																			
01-02																			
02-03																			
03-04																			
04-05																			
05-06																			
06-07																			
07-08																			
08-09																			
09-10																			
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																			
PARCIAL:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



EDWIN GILBERTO REQUIJO TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 154838

### Anexo 03: Plano de Ubicación

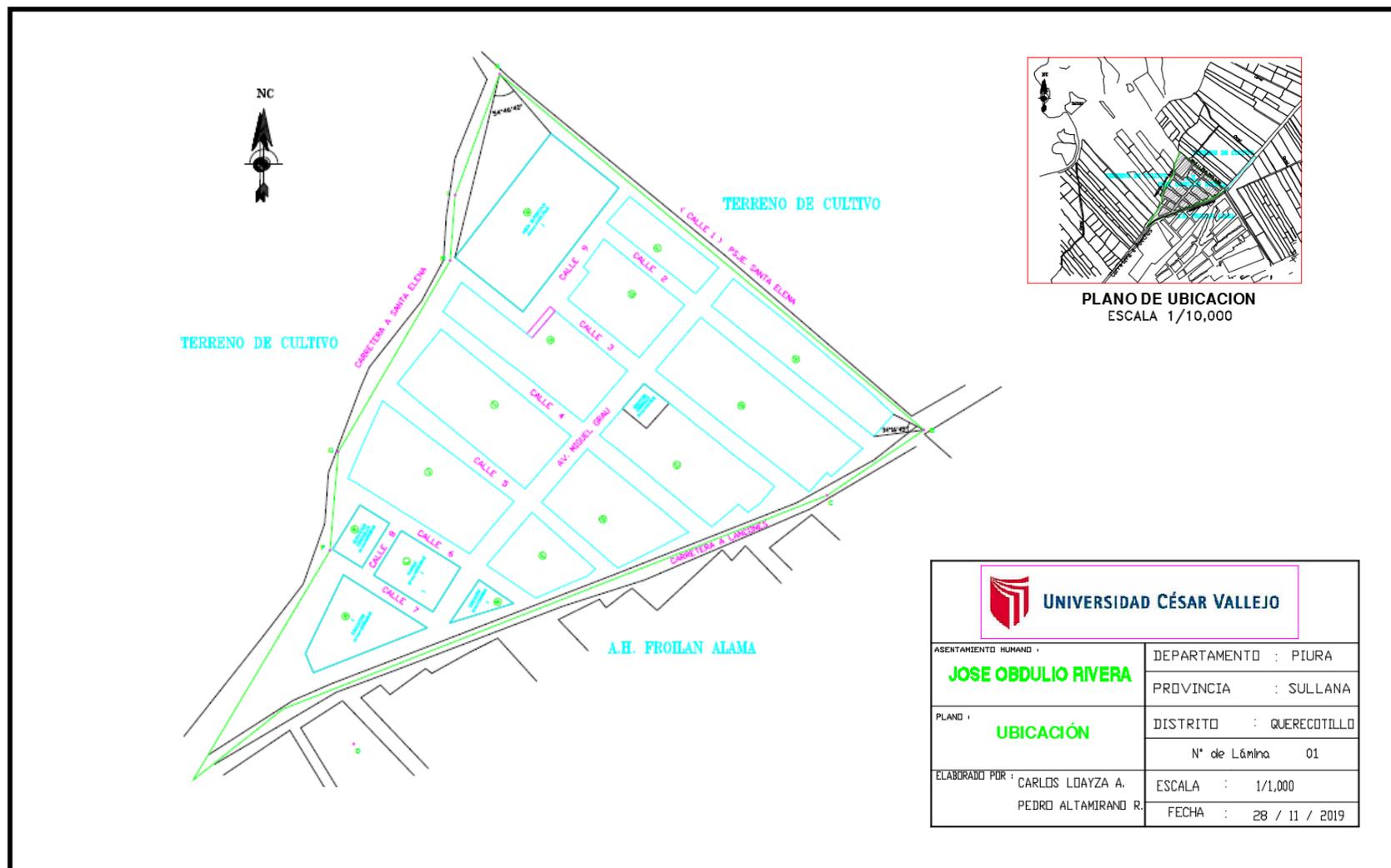




Figura 09: Formato de clasificación vehicular - día 2



**MTC**  
Ministerio de Transportes y Comunicaciones

**ESTUDIO DE TRAFICO**



UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

<b>PROYECTO:</b>		"Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Abdullio Rivera en el distrito de Querecotillo - Sullana, Piura.2020"		
<b>SENTIDO</b>		W ←	E →	
<b>UBICACIÓN</b>		QUERECOTILLO-SULLANA-PIURA		
<b>DIA</b>	2			

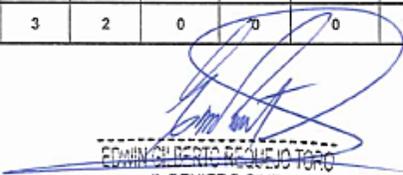
  

<b>DIA Y FECHA</b>	MARTES	22	OCTUBRE	2019
--------------------	--------	----	---------	------

HORA	AUTO	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	
DIAGRA. VEH.																				
00-01	2		2																	
01-02		4																		
02-03		5																		
03-04		4			1															
04-05	4	2																		
05-06	7	3			2									1						
06-07	8	4	2		5					5										
07-08	10	5	4		3					6				1						
08-09	15	6	2		2	1			4	4										
09-10	20	8	6		4				5	2				1						
10-11	14	7	4		6	1			1	5			1							
11-12	15	10	8		4				5	1					1					
12-13	22	12	5		5				1	7					1					
13-14	21	14	14		4				5	4			1							
14-15	14	14	15		4	1			3	2			1							
15-16	17	15	15		5				1	5			1							
16-17	13	17	8		6				1	4										
17-18	12	16	10		7	2			1	2										
18-19	11	17	5		5	1			1	5										
19-20	15	12	3		4				2	2										
20-21	12	11	5		3					4										
21-22	13	7	4																	
22-23	6	4	3																	
23-24	5	1	6																	
<b>PARCIAL:</b>	256	198	121	0	70	6	0	0	30	58	0	0	6	3	2	0	0	0	0	0



EDWIN ALBERTO REQUIJO TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 154248

Figura 10: Formato de clasificación vehicular - día 3



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO



PROYECTO:	"Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Abdulló Rivera en el distrito de Querecotillo - Sullana, Piura.2020"		
SENTIDO	W ←	E →	
UBICACIÓN	QUERECOTILLO-SULLANA-PIURA		
DÍA	3		

DÍA Y FECHA	MIÉRCOLES	23	OCTUBRE	2019
-------------	-----------	----	---------	------

HORA	AUTO	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		
DIAGRA. VEH.																						
00-01	2		2																			
01-02	1	1																				
02-03	2	2																				
03-04	1	4			1																	
04-05	1	1	1		3																	
05-06	4	3			2								1									
06-07	5	4	5		1				5													
07-08	12	5	5		3				6				1									
08-09	14	5	5	1	2	1		4	1													
09-10	18	8	5		4			5	2			1	1									
10-11	20	7	7		8	1		2	5			1										
11-12	15	10	7		5			4	1			2		1								
12-13	26	12	5		5			1	7			1		1								
13-14	21	16	6	1	7			2	4			2	2									
14-15	14	14	12		5	1		3	2			1										
15-16	17	15	20		5			2	7			1										
16-17	18	17	12	1	2			1	4													
17-18	11	16	18		7	2		1	2													
18-19	11	5	14		2	1		1	5													
19-20	15	12	7		4			2	2													
20-21	12	11	8		3				4													
21-22	13	7	3																			
22-23	6	4	3																			
23-24	5	1	6																			
PARCIAL:	264	180	151	3	69	6	0	0	28	57	0	0	9	5	2	0	0	0	0			

EDWIN GILBERTO REQUEJO TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 154888

Figura 11: Formato de clasificación vehicular - día 4



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO



PROYECTO: \*Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo - Sullana, Piura, 2020\*

SENTIDO: W ← E →

UBICACIÓN: QUERECOTILLO-SULLANA-PIURA

DIA: 4

DIA Y FECHA: JUEVES 24 OCTUBRE 2019

HORA	AUTO	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		
DIAGRA. VEH.																					
00-01	1		2																		
01-02	1	4																			
02-03	2	2	1																		
03-04	1	4	1		1																
04-05	1	4	1	1	2																
05-06	4	3			2									1							
06-07	5	4	5	1	3					5											
07-08	20	5	5	1	3					6				1							
08-09	12	6	9	1	4	1			4	1											
09-10	15	8	7		4				5	7			1	1							
10-11	21	7	8		6	1			2	5		1	1								
11-12	15	10	7		5				5	6		1	2	1							
12-13	18	15	5		5	1			1	6			1								
13-14	20	14	5	1	9	2			5	4		1	2	2							
14-15	13	16	12		5	1			5	6			1								
15-16	15	16	21	2	5				2	7		1	1	1							
16-17	21	17	12	1	8	2			5	4		1	1	2							
17-18	17	16	23		7	2			1	6			1	1							
18-19	17	17	14		2	1			1	5											
19-20	19	12	7		4				2	6											
20-21	12	11	6		3					4											
21-22	13	7	3																		
22-23	6	4	3																		
23-24	5	1	6																		
PARCIAL:	274	203	163	8	78	11	0	0	38	78	0	5	11	10	0	0	0	0	0		

*[Handwritten Signature]*  
 EDWIN SILBERIO RODRIGUEZ JORO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 154868

Figura 12: Formato de clasificación vehicular - día 5



**Ministerio de Transportes y Comunicaciones**

**FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR**  
ESTUDIO DE TRAFICO



PROYECTO: "Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo - Sullana. Piura.2020"

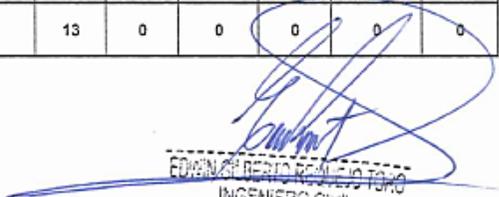
SENTIDO: WA E →

UBICACIÓN: QUERECOTILLO-SULLANA-PIURA

DIA: 5

DIA Y FECHA	VIERNES	25	OCTUBRE	2019
-------------	---------	----	---------	------

HORA	AUTO	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	
DIAGRA. VEH.																				
00-01																				
01-02	2	1																		
02-03	2	2	1																	
03-04	1	5	1		1															
04-05	1	4	1	1	2															
05-06	5	8	1		2															
06-07	5	2	5	1	3				5					1						
07-08	12	5	5	1	3				6											
08-09	15	6	9	1	1	1			4	1										
09-10	24	8	7	1	4				5	4			1	1						
10-11	12	7	8		6	1			2	5		1	1	1						
11-12	15	12	7	1	2		1		5	3		1	2	1						
12-13	18	21	5	1	5	1			1	6			1	1						
13-14	21	15	5	1	8	2			5	4		1	3	2						
14-15	14	17	12		5	1			5	5			1	1						
15-16	15	14	21	2	4				2	7		1	2	1						
16-17	21	19	15	1	4	2			5	4		1	1	2						
17-18	23	18	23		7	2	1		1	6			1	1						
18-19	21	15	14		2	1			1	5										
19-20	25	14	7		4				2	6										
20-21	12	12	6		3					4										
21-22	13	8	5																	
22-23	6	5	3																	
23-24	5	1	6																	
PARCIAL:	288	218	167	11	66	11	2	0	38	71	0	5	13	13	0	0	0	0	0	0



EDWIN SP. BERTO RECALDE TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 154848

Figura 13: Formato de clasificación vehicular - día 6



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO



PROYECTO:	"Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA,HH José Abdulo Rivera en el distrito de Querecotillo - Sullana, Piura, 2020"		
SENTIDO	W ←		E →
UBICACIÓN	QUERECOTILLO-SULLANA-PIURA		
DIA	6		

DIA Y FECHA	SABADO	26	OCTUBRE	2019
-------------	--------	----	---------	------

HORA	AUTO	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
00-01																			
01-02	1	1																	
02-03	1	2	2		1														
03-04	1	1	1		1														
04-05	2	4	2	1	1														
05-06	2	3	2		2														
06-07	5	2	7	2	2	1			4										
07-08	8	5	7	1	2			1	5										
08-09	7	8	8	3	2	2		2	2		1								
09-10	9	8	8	1	5			4											
10-11	8	8	7		7	1		3	4		1	1							
11-12	9	11	8	1	3	1		4											
12-13	10	18	4	2	4	1					2	1							
13-14	12	16	6	1	8	1		4			2	2	2						
14-15	13	17	13		6	2		4			1	1	1						
15-16	12	15	21	2	6				4			2	1						
16-17	14	12	13	1	4	1		4			2		2						
17-18	13	13	23		5	2		1	2			1	1						
18-19	11	14	14	1	4	1		2	5										
19-20	12	14	4		1			2		1									
20-21	13	12	6		1				1										
21-22	13	8	7		2														
22-23	6	2	3		1														
23-24	3	2	4																
PARCIAL:	185	196	170	16	68	13	0	0	27	31	0	7	9	8	0	0	0	0	0

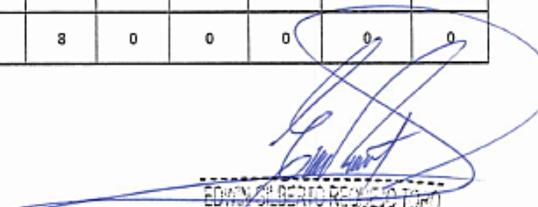
  
EDWAY GILBERTO RENCORO TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 144848

Figura 14: Formato de clasificación vehicular - día 7



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO



PROYECTO:	*Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo - Sullana, Piura.2020*		
SENTIDO	W ←	E →	
UBICACIÓN	QUERECOTILLO-SULLANA-PIURA		
DIA	7		

DIA Y FECHA	DOMINGO	27	OCTUBRE	2019
-------------	---------	----	---------	------

HORA	AUTO	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
DIAGRA. VEH.																			
00-01	1																		
01-02	1																		
02-03			1																
03-04																			
04-05	2	3			1														
05-06	2	3	2		2														
06-07	4	4	6	2	1	1													
07-08	7	5	7	1	2														
08-09	6	7	4	3	3	2													
09-10	8	5	3	1	4														
10-11	7	8	4		6	1				1		1							
11-12	4	4	4	1	4	1				1		1							
12-13	10	10	4	2	5	1						1							
13-14	12	12	4	1	4	1			1										
14-15	13	11	5		3	2			1										
15-16	12	8	5	2	5					1									
16-17	12	9	8	1	4	1			1										
17-18	6	11	5		3	2			1										
18-19	7	6	3	1	2	1													
19-20	6	5	2		1														
20-21	5	4	2		2														
21-22	3	4	3		2														
22-23		1	2		1														
23-24		1	1																
PARCIAL:	128	121	75	15	55	13	0	0	4	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0

EDWIN ALBERTO REGUERO TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 154888

Figura 15: Ensayo de Análisis granulométrico por tamizado - Muestra 1 - C1

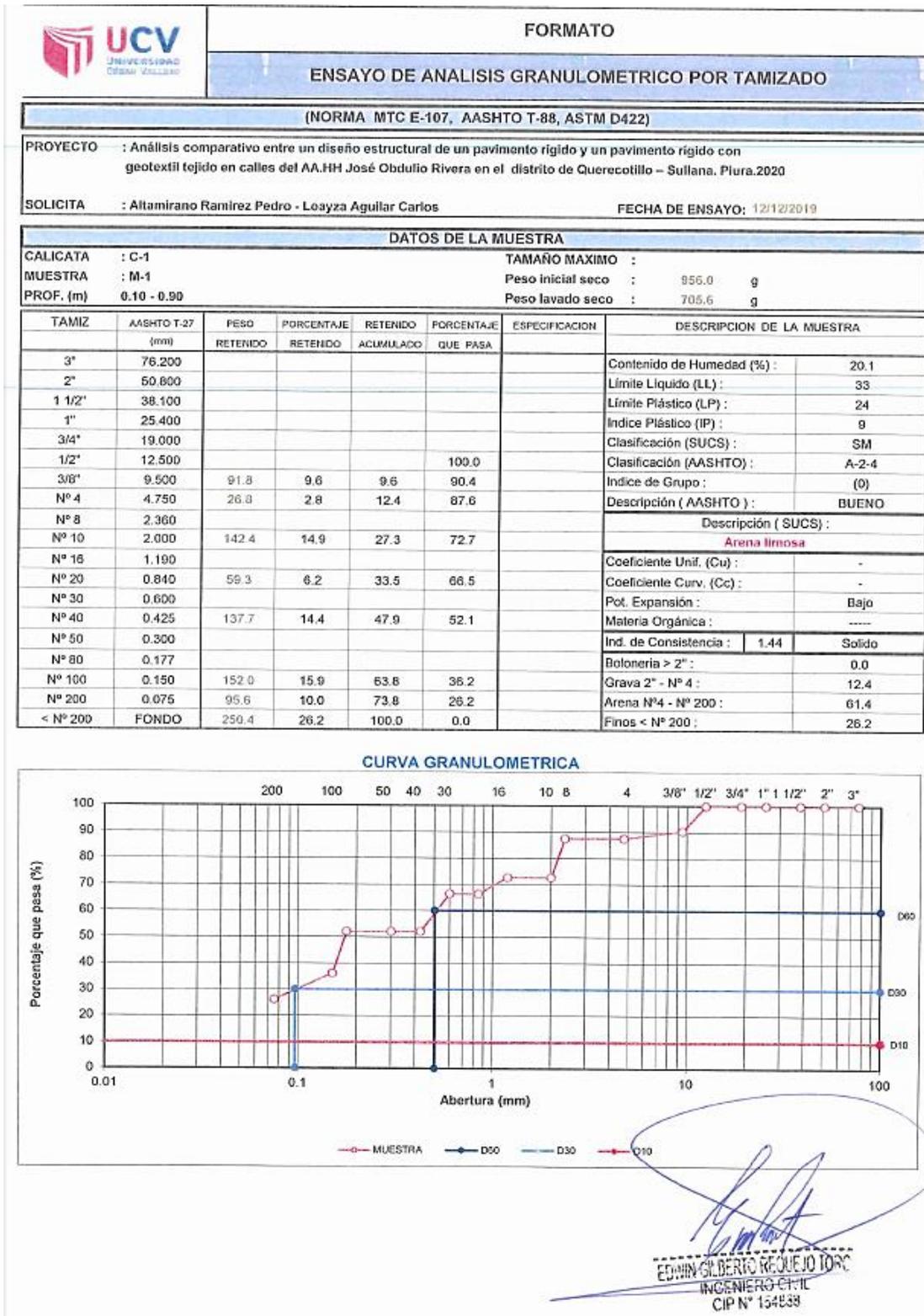


Figura 16: Ensayo de Límites de Atterberg - Muestra 1 - C1

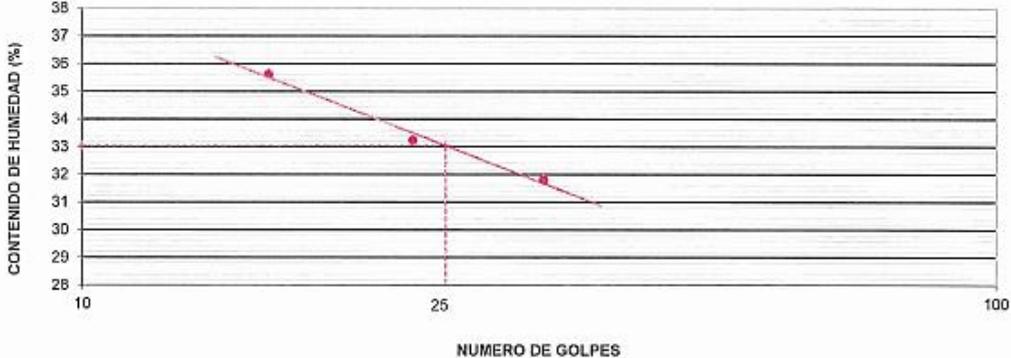
	<b>FORMATO</b>				
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>					
(NORMA MTC E-111, AASHTO T-89, ASTM D 4318)					
<b>OBRA</b> : Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Piura.2020					
<b>SOLICITA</b> : Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos <span style="float: right;"><b>FECHA DE ENSAYO</b> : 12/12/2019</span>					
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
<b>CALICATA</b> : C-1 <span style="float: right;"><b>TAMAÑO MAXIMO</b> : Nº 40</span> <b>MUESTRA</b> : M-1 <b>PROF. (m)</b> : 0.10 - 0.90					
<b>LIMITE LIQUIDO</b>					
Nº TARRO		7	8	2	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		90.92	80.81	84.04	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		85.26	81.49	78.97	
PESO DE AGUA (g)		5.36	5.32	5.07	
PESO DEL TARRO (g)		68.43	65.50	64.74	
PESO DEL SUELO SECO (g)		16.8	16.0	14.2	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		31.8	33.3	35.6	
NUMERO DE GOLPES		32	23	16	
<b>LIMITE PLASTICO</b>					
Nº TARRO		5	6		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		28.94	34.00		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		25.70	31.79		
PESO DE AGUA (g)		1.2	2.2		
PESO DEL TARRO (g)		20.46	22.56		
PESO DEL SUELO SECO (g)		5.2	9.2		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)		23.7	23.9		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b>					
					
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>			<b>OBSERVACIONES</b>		
LIMITE LIQUIDO		33	 EDWIN GILBERTO ROQUEJO TORCO INGENIERO CIVIL CIP Nº 154836		
LIMITE PLASTICO		24			
INDICE DE PLASTICIDAD		9			

Figura 17: Ensayo de Contenido de Humedad - Muestra 1 - C1

	FORMATO
	CONTENIDO DE HUMEDAD
(NORMA ASTM- D2216)	
OBRA	: Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Piura.2020
SOLICITA	: Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos <span style="float: right;">FECHA DE ENSAYO: 12/12/2019</span>

N° de Prueba	1	2	3	4
N° de Recipiente				
(1) Peso Recip. + Suelo Húmedo (g)	699.2	701.4		
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	582.0	584.0		
(3) Peso Recipiente (g)				
(4) Peso del Agua (1) - (2)	117.2	117.4		
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	582.0	584.0		
(6) Humedad (4 / 5) * 100 %	20.14	20.10		

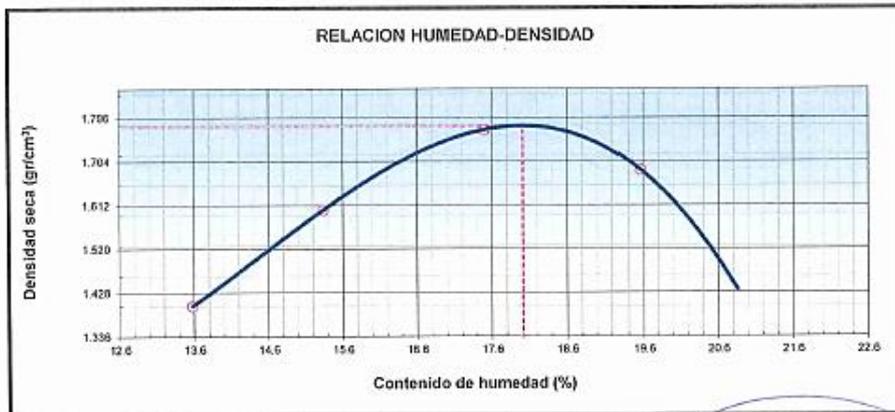
Humedad Promedio	20.12
------------------	-------

COMENTARIOS / OBSERVACIONES:

  
 EDWIN GILBERTO REQUEJANO TORO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 154828

Figura 18: Ensayo de Proctor Modificado - Muestra 1 - C1

	FORMATO				
	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557)					
OBRA	: Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Piura.2020				
SOLICITA	: Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos			FECHA DE ENSAYO: 12/12/2019	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	: C-1				
MUESTRA	: M-1				
PROF. (m)	: 0.10 - 0.90				
	CLASF. (SUCS) : SM				
	CLASF. (AASHTO) : A-2-4 (0)				
METODO DE COMPACTACION	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
Peso suelo + molde	gr	5712.00	5954.00	6172.00	6112.00
Peso molde	gr	4215.00	4215.00	4215.00	4215.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	1497.00	1739.00	1957.00	1897.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	941.00	941.00	941.00	941.00
Peso volumétrico húmedo	gr	1.591	1.848	2.080	2.016
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	343.00	328.70	364.20	321.60
Peso del suelo seco + tara	gr	302.00	285.00	310.00	269.00
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	41.00	43.70	54.20	52.60
Peso del suelo seco	gr	302.00	285.00	310.00	269.00
Contenido de agua	%	13.58	15.33	17.48	19.55
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.401	1.602	1.770	1.686
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.779
				Humedad óptima (%)	18.0



  
 Edmundo REQUEJITO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 134388

Figura 19: Ensayo de Relación de soporte de California CBR - Muestra 1 - C1

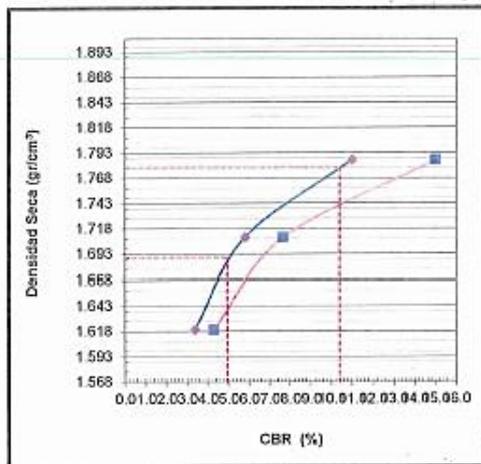
UCV UNIVERSIDAD CENTRO VARIANTE		FORMATO													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)															
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1883)															
OBRA		: Análisis comparativo entre un disco estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana, Piura, 2020													
SOLICITA		: Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos										FECHA DE ENSAYO: 15/12/2019			
DATOS DE LA MUESTRA															
CALICATA		: C-1													
MUESTRA		: M-1													
PROF. (m)		0.10 - 0.90													
				CLASF. (SUCS) :				SM							
				CLASF. (AASHTO) :				A-2-4 (0)							
COMPACTACION															
Molde N°		15				11				19					
Capas N°		5				5				5					
Golpes por capa N°		56				25				12					
Condición de la muestra		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO			
Peso de molde + Suelo húmedo (g)		12112		12246		11905		12065		11382		11538			
Peso de molde (g)		7633.0		7633.0		7650.0		7650.0		7480.0		7480.0			
Peso del suelo húmedo (g)		4479.0		4613.0		4255.0		4415.0		3902.0		4058.0			
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )		2133.0		2133.0		2120.0		2120.0		2053.0		2053.0			
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )		2.100		2.163		2.007		2.083		1.901		1.977			
Tara (N°)															
Peso suelo húmedo + tara (g)		537.50		636.30		427.00		445.00		636.40		603.10			
Peso suelo seco + tara (g)		455.49		527.32		360.85		368.09		539.17		498.65			
Peso de tara (g)															
Peso de agua (g)		82.01		108.98		66.15		76.91		99.23		104.45			
Peso de suelo seco (g)		455.49		527.32		360.85		368.09		539.17		498.65			
Contenido de humedad (%)		18.00		20.67		18.33		20.89		18.40		20.95			
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )		1.779		1.792		1.696		1.723		1.605		1.634			
EXPANSION															
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION					
				mm	%		mm	%		mm	%				
15/12/2019	11:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.0			
16/12/2019	11:06	24	38.000	0.965	0.8	49.000	1.245	1.1	54.000	1.372	1.2				
17/12/2019	11:12	48	65.000	1.651	1.4	70.000	1.778	1.5	75.000	1.905	1.6				
18/12/2019	11:18	72	67.000	1.702	1.5	76.000	1.930	1.7	88.000	2.235	1.9				
19/12/2019	11:24	96	102.000	2.591	2.2	163.000	4.140	3.6	212.000	5.385	4.6				
PENETRACION															
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°					
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%		
0.000		0	0			0	0			0	0				
0.025		33	34.8			17	18.8			6	7.8				
0.050		68	69.8			32	33.8			17	18.8				
0.075		100	101.9			52	53.8			32	33.8				
0.100	70.455	155	156.9	148.8	11.0	78	79.8	78.5	5.8	48	49.8	45.7	3.4		
0.150		220	222.0			114	115.9			65	66.8				
0.200		302	304.1			155	156.9			84	85.8				
0.250	105.68	377	379.1	304.8	15.0	192	193.9	155.2	7.6	102	103.9	86.8	4.3		
0.300		460	462.2			225	227.0			122	123.9				
0.400		552	554.3			265	267.0			144	145.9				
0.500		639	641.4			311	313.1			168	169.9				



EDWIN GILBERTO REYES TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 154838

Figura 20: Ensayo de Soporte de California 2 - Muestra 1 - C1

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) GRÁFICOS</b>	
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)		
<b>OBRA</b>	: Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Abdullo Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana, Piura. 2020	
<b>SOLICITA</b>	: Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 15/12/2019
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>CALICATA:</b>	C-1	<b>CLASF. (SUCS)</b> : SM
<b>MUESTRA:</b>	M-1	<b>CLASF. (AASHTO)</b> : A-2-4 (0)
<b>PROF. (m)</b>	0.10 - 0.90	

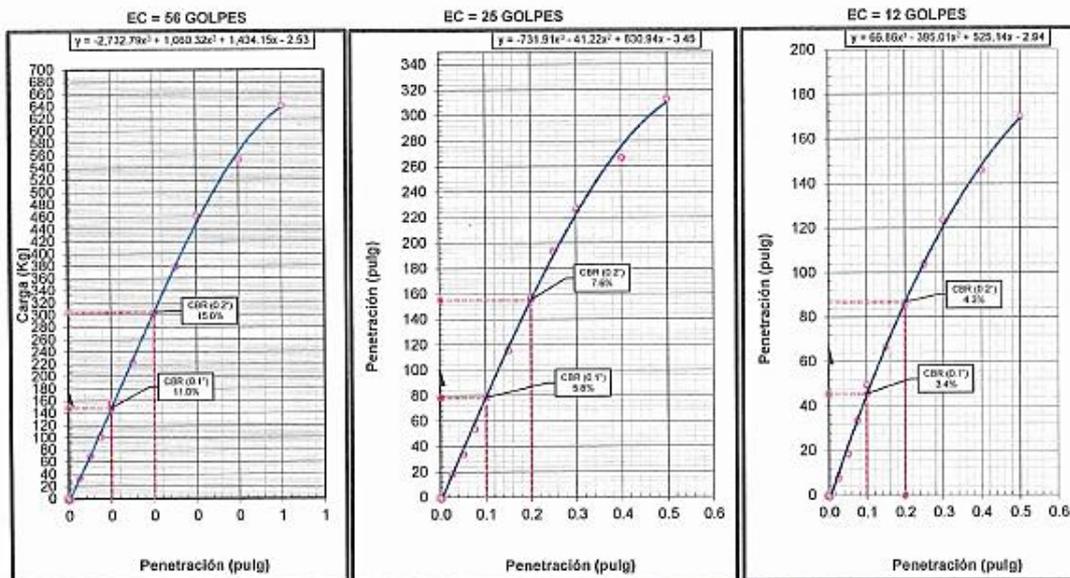


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.779  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 18.0  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.690

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	10.3	0.2":	14.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	4.9	0.2":	6.4

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.9 (%)

**OBSERVACIONES:**



  
**EDGARDO REQUEJO TORO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 154533

Figura 21: Perfil Estratigráfico - Muestra 1 - C1

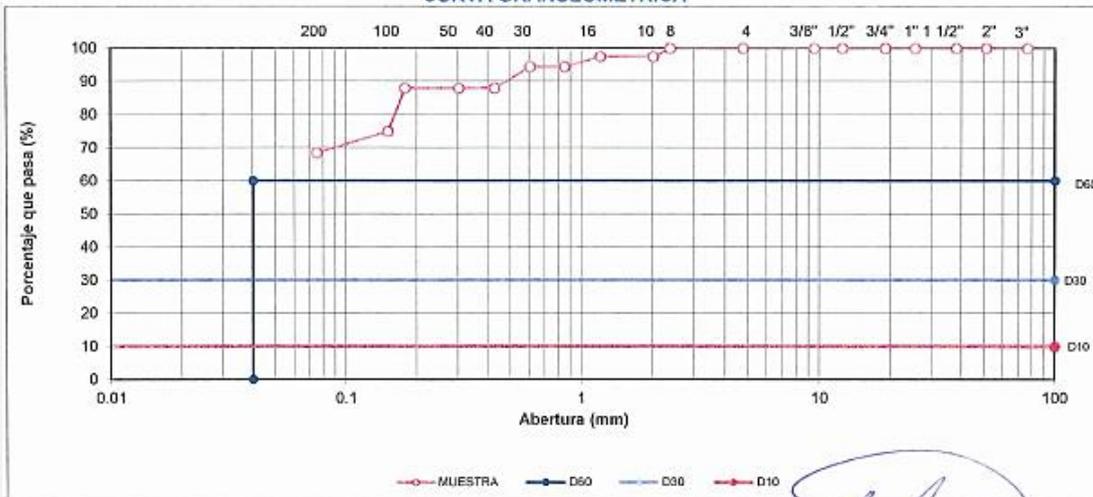
UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO		FORMATO PERFIL ESTRATIGRAFICO - REGISTRO DE EXCAVACION												
PROYECTO		Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Piura.2020												
SOLICITA		Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos						FECHA : 12-12-19						
DATOS DE LA MUESTRA														
CALICATA		C-1						MUESTRA N° : M-1						
PROF. (m)		0.10 - 0.90												
LADO		Izquierdo												
PROF. (m.)	ESTRATO		SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO	CLASIF.		GRANULOMETRIA				CONSTANTES FISICAS			W. NAT.
	CAPA	ESPESOR (m)			AASHTO	SUC5	>3"	3" - N°4	N°4 - N° 200	< N° 200	L.L.	L.P.	IP	
0.00	01	0.10		Material de aporte (contaminado)										
0.05														
0.08														
0.10														
0.15														
0.20														
0.25														
0.30														
0.35														
0.40														
0.45	02	0.90		Arena limosa	A-2-4(0)	SM	12.4	61.4	26.2	33	24	9	20.1	
0.50														
0.55														
0.60														
0.65														
0.70														
0.75														
0.80														
0.85														
0.90														
0.95														
1.00														
1.05														
1.10														
1.15														
1.20														
1.25														
1.30														
1.35														
1.40														
1.45														
1.50														
1.55														
1.60														
1.65														
1.70														
1.75														
1.80														
1.85														
1.90														
2.00														
2.10														
2.20														
2.30														
2.40														
2.50														
2.60														
2.70														
2.80														
2.90														

  
 EDMUNDO RECARTEJO TORO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 154833

Figura 22: Ensayo de Análisis Granulométrico por tamizado - Muestra 2 - C1

UCV UNIVERSIDAD CENTRO VALLEJO		FORMATO					
ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO							
(NORMA MTC E-107, AASHTO T-88, ASTM D422)							
<b>PROYECTO</b> : Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Plura.2020							
<b>SOLICITA</b> : Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos				<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 12/12/2019			
DATOS DE LA MUESTRA							
<b>CALICATA</b> : C-1		<b>TAMAÑO MAXIMO</b> :					
<b>MUESTRA</b> : M-2		<b>Peso inicial seco</b> : 547.0 g					
<b>PROF. (m)</b> 0.90 - 1.50		<b>Peso lavado seco</b> : 172.4 g					
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						Contenido de Humedad (%): 22.9
2"	50.800						Límite Líquido (LL): 39
1 1/2"	38.100						Límite Plástico (LP): 20
1"	25.400						Índice Plástico (IP): 19
3/4"	19.000						Clasificación (SUCS): CL
1/2"	12.500						Clasificación (AASHTO): A-6
3/8"	9.500						Índice de Grupo: (12)
Nº 4	4.750				100.0		Descripción (AASHTO): MALO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS):
Nº 10	2.000	13.9	2.5	2.5	97.5		Arcilla arenosa de baja plasticidad
Nº 16	1.190						Coefficiente Unif. (Cu): -
Nº 20	0.840	16.6	3.0	5.6	94.4		Coefficiente Curv. (Cc): -
Nº 30	0.600						Pot. Expansión: Medio
Nº 40	0.425	35.3	6.5	12.0	88.0		Materia Orgánica: ----
Nº 50	0.300						Índ. de Consistencia: 0.86 Plástico Duro
Nº 80	0.177						Bolonería > 2": 0.0
Nº 100	0.150	71.0	13.0	25.0	75.0		Grava 2" - Nº 4: 0.0
Nº 200	0.075	35.6	6.5	31.5	68.5		Arena Nº4 - Nº 200: 31.5
< Nº 200	FONDO	374.6	68.5	100.0	0.0		Finos < Nº 200: 68.5

CURVA GRANULOMETRICA



  
 EDWIN GILBERTO RIQUELME TORO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 154836

Figura 23: Ensayo de Límites de Atterberg - Muestra 2 - C1

	<b>FORMATO</b>		
<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>			
(NORMA MTC E-111, AASHTO T-89, ASTM D 4318)			
<b>OBRA</b>	: Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana, Piura.2020		
<b>SOLICITA</b>	: Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos <span style="float: right;"><b>FECHA DE ENSAYO:</b> 12/12/2019</span>		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
<b>CALICATA</b>	: C-1 <span style="float: right;"><b>TAMAÑO MAXIMO :</b> N° 40</span>		
<b>MUESTRA</b>	: M-2		
<b>PROF. (m)</b>	: 0.90 - 1.50		
<b>LIMITE LIQUIDO</b>			
	11	14	13
N° TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	79.08	83.46	86.31
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	75.22	78.86	81.00
PESO DE AGUA (g)	3.86	4.60	5.31
PESO DEL TARRO (g)	64.97	67.23	68.25
PESO DEL SUELO SECO (g)	10.3	11.6	12.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	37.6	39.5	41.6
NUMERO DE GOLPES	34	24	16
<b>LIMITE PLASTICO</b>			
	1	2	
N° TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	27.59	24.76	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	26.29	23.95	
PESO DE AGUA (g)	1.3	0.8	
PESO DEL TARRO (g)	19.85	19.99	
PESO DEL SUELO SECO (g)	6.4	4.0	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	20.2	20.5	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES</b>			
<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>			
<b>LIMITE LIQUIDO</b>	39		
<b>LIMITE PLASTICO</b>	20		
<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>	19		
<b>OBSERVACIONES</b>			

Figura 24: Ensayo de Contenido de Humedad - Muestra 2 - C1

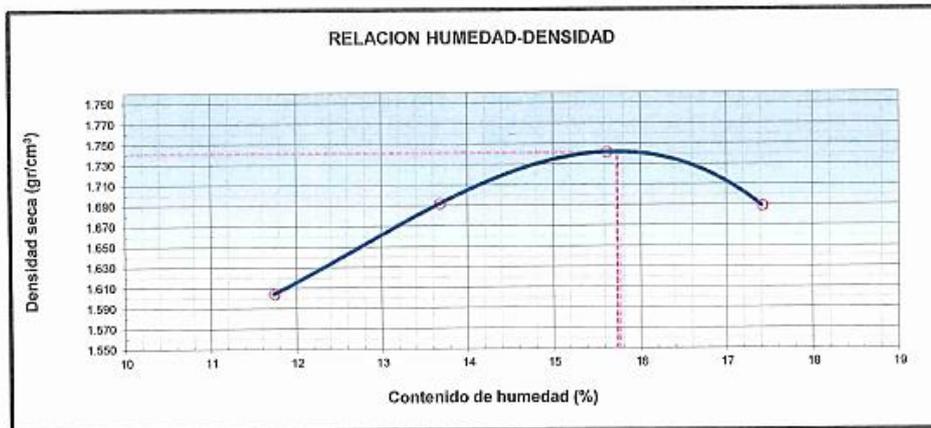
	<b>FORMATO</b>			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>				
(NORMA ASTM- D2216)				
<b>OBRA</b> : Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Piura.2020				
<b>SOLICITA</b> : Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Agullar Carlos <span style="float: right;"><b>FECHA DE ENSAYO:</b> 12/12/2019</span>				
N° de Prueba	1	2	3	4
N° de Recipiente				
(1) Peso Recip. + Suelo Húmedo (g)	552.0	560.0		
(2) Peso Recip + Suelo Seco (g)	449.2	455.5		
(3) Peso Recipiente (g)				
(4) Peso del Agua (1) - (2)	102.8	104.5		
(5) Peso Suelo Seco (2) - (3)	449.2	455.5		
(6) Humedad (4 / 5) * 100 %	22.89	22.94		
<b>Humedad Promedio</b>	<b>22.91</b>			
<b>COMENTARIOS / OBSERVACIONES:</b>				



EDWIN BENIGNO REYES TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP 17 154196

Figura 25: Ensayo de Proctor Modificado - Muestra 2 - C1

	FORMATO				
	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO				
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557)					
OBRA	: Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. F				
SOLICITA	: Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos			FECHA DE ENSAYO: 12/12/2019	
DATOS DE LA MUESTRA					
CALICATA	: C-1				
MUESTRA	: M-2				
PROF. (m)	: 0.90 - 1.50				
	CLASF. (SUCS) : CL				
	CLASF. (AASHTO) : A-6 (12)				
METODO DE COMPACTACION	: "A"				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	: 25				
NUMERO DE CAPAS	: 5				
Peso suelo + molde	gr	5902.00	6025.00	6110.00	6081.00
Peso molde	gr	4215.00	4215.00	4215.00	4215.00
Peso suelo húmedo compacta	gr	1687.00	1810.00	1895.00	1866.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	941.00	941.00	941.00	941.00
Peso volumétrico húmedo	gr	1.793	1.923	2.014	1.983
Recipiente N°		1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+tara	gr	505.60	5217.90	522.90	523.00
Peso del suelo seco + tara	gr	452.48	4589.99	452.26	445.45
Tara	gr	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua	gr	53.12	627.91	70.64	77.55
Peso del suelo seco	gr	452.48	4589.99	452.26	445.45
Contenido de agua	%	11.74	13.68	15.62	17.41
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.604	1.692	1.742	1.689
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.742
				Humedad óptima (%)	15.7



  
 EDWIN CLAUDIO REQUEJO TORO  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 101234

Figura 26: Ensayo de Relación de Soporte de California CBR - Muestra 2 - C1

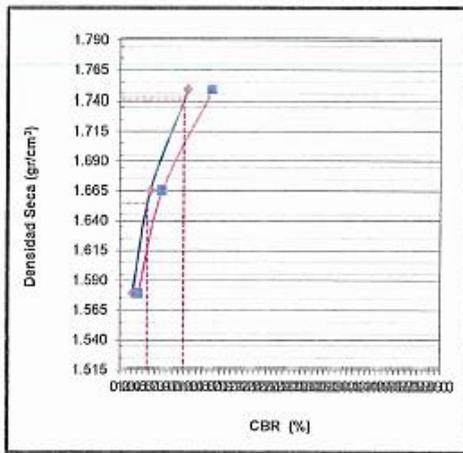
		FORMATO											
		RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)											
(NORMA MTC E-132, ASTM D 1683)													
OBRA		: Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Piura.2020											
SOLICITA		: Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos							FECHA DE ENSAYO: 15/12/2019				
DATOS DE LA MUESTRA													
CALICATA		: C-1			CLASF. (SUCS) : CL								
MUESTRA		: M-2			CLASF. (AASHTO) : A-6 (12)								
PROF. (m)		: 0.90 - 1.50											
COMPACTACION													
Molde N°	9			16			18						
Capas N°	5			5			5						
Golpes por capa N°	56			25			12						
Condición de la muestra	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO		SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11993		12067		11120		11210		10824		10912		
Peso de molde (g)	7728.00		7728.00		7090.00		7090.00		6947.00		6947.00		
Peso del suelo húmedo (g)	4265.00		4339.00		4030.00		4120.00		3877.00		3965.00		
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2116.00		2116.00		2105.00		2105.00		2137.00		2137.00		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.016		2.051		1.914		1.957		1.814		1.855		
Tara (N°)													
Peso suelo húmedo + tara (g)	563.40		584.70		607.20		626.30		649.90		627.90		
Peso suelo seco + tara (g)	486.80		500.80		524.20		537.20		560.80		453.40		
Peso de tara (g)													
Peso de agua (g)	76.60		83.90		83.00		89.10		89.10		74.50		
Peso de suelo seco (g)	486.80		500.80		524.20		537.20		560.80		453.40		
Contenido de humedad (%)	15.74		16.75		15.83		16.59		15.89		16.43		
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.742		1.756		1.653		1.679		1.565		1.594		
EXPANSION													
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		mm	%		mm	%		
15/12/2019	13:00	0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0	0.000	0.000	0.0		
16/12/2019	13:06	24	42.000	1.067	0.9	56.000	1.422	1.2	60.000	1.524	1.3		
17/12/2019	13:12	48	72.000	1.829	1.6	81.000	2.057	1.8	92.000	2.337	2.0		
18/12/2019	13:18	72	89.000	2.261	1.9	97.000	2.464	2.1	114.000	2.896	2.5		
19/12/2019	13:24	96	114.000	2.896	2.5	116.000	2.946	2.5	137.000	3.480	3.0		
PENETRACION													
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.025		30	28.3			15	13.3			4	2.3		
0.050		70	68.3			30	28.3			10	8.3		
0.075		115	113.4			48	46.3			24	22.3		
0.100	70.455	166	164.4	156.8	11.6	75	73.3	71.3	5.3	37	35.3	29.6	2.2
0.150		238	236.5			111	109.4			46	44.3		
0.200		318	316.6			151	149.4			64	62.3		
0.250	105.68	397	395.6	319.7	15.7	187	185.4	147.2	7.2	80	78.3	63.1	3.1
0.300		484	482.7			221	219.5			97	95.3		
0.400		582	580.8			262	260.5			117	115.4		
0.500		682	680.9			303	301.6			130	128.4		



EMMANUEL BERTO REQUIJO TORO  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 154828

Figura 27: Ensayo de Relación de Soporte de California CBR 2 - Muestra 2 - C1

	<b>FORMATO</b>	
	<b>RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) GRÁFICOS</b>	
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)		
<b>OBRA</b>	: Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Querecotillo – Sullana. Piura.2020	
<b>PROGRESIVA</b>	: Altamirano Ramírez Pedro - Loayza Aguilar Carlo:	<b>FECHA DE ENSAYO:</b> 15/12/2019
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>		
<b>CALICATA :</b>	C-1	
<b>MUESTRA :</b>	M-2	<b>CLASF. (SUCS)</b> : CL
<b>PROF. (m) :</b>	0.90-1.50	<b>CLASF. (AASHTO)</b> : A-6 (12)

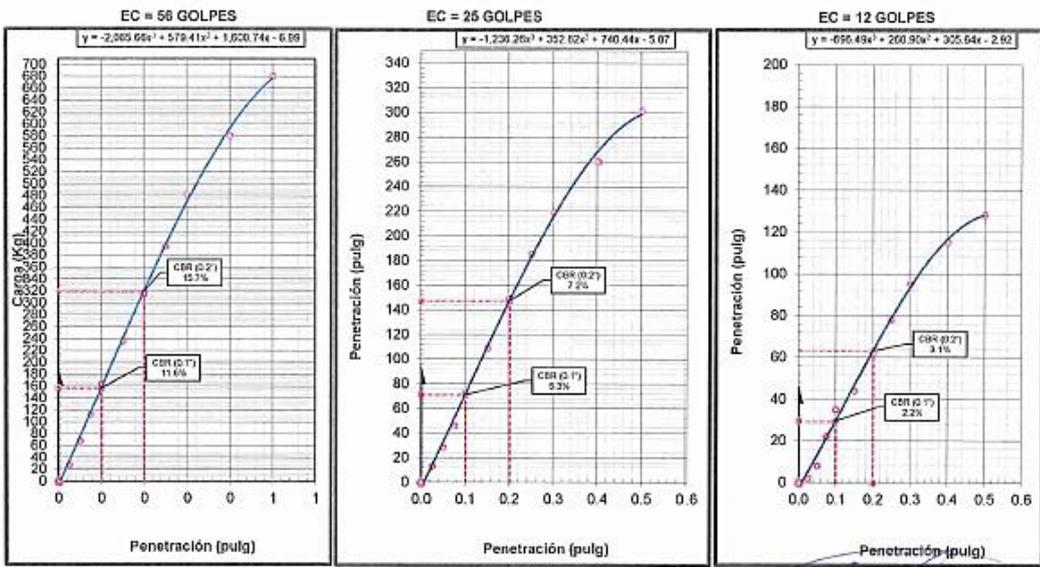


<b>METODO DE COMPACTACION</b>	ASTM D1557	
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	1.742	
<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>	15.7	
<b>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)</b>	1.655	

<b>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)</b>	<b>0.1":</b>	10.9	<b>0.2":</b>	14.8
<b>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)</b>	<b>0.1":</b>	4.7	<b>0.2":</b>	6.4

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 10.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.7 (%)

**OBSERVACIONES:**



  
**EDWIN ALBERTO REQUIJO TORO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 154393

Figura 28: Perfil Estratigráfico - Muestra 2 - C1

UCV UNIVERSIDAD CENTRO VENEZOLANO		FORMATO												
PERFIL ESTRATIGRAFICO - REGISTRO DE EXCAVACION														
PROYECTO		Análisis comparativo entre un diseño estructural de un pavimento rígido y un pavimento rígido con geotextil tejido en calles del AA.HH José Obdulio Rivera en el distrito de Queracotillo - Sullana, Plura, 2020												
SOLICITA		Altamirano Ramirez Pedro - Loayza Aguilar Carlos						FECHA : 12-12-19						
DATOS DE LA MUESTRA														
CALICATA		C-1						MUESTRA N° : M-2						
PROF. (m)		0.90 - 1.50												
LADO		Izquierdo												
PROF. (m)	ESTRATO		SIMBOLO GRAFICO	DESCRIPCION VISUAL DEL SUELO	CLASIF.		GRANULOMETRIA				CONSTANTES FISICAS			Vt. NAT.
	CAPA	ESPESOR (m)			AASHTO	SUCS	>3"	3" - Nº4	Nº4 - Nº 200	< Nº 200	L.L.	LP	IP	
0.00	01	0.10		Material de aporte (contaminado)										
0.05														
0.10														
0.15														
0.20														
0.25														
0.30														
0.35														
0.40														
0.45														
0.50	02	0.90		Arena limosa	A-2(4)	SM		12.4	61.4	26.2	33	24	9	20.1
0.55														
0.60														
0.65														
0.70														
0.75														
0.80														
0.85														
0.90														
0.95														
1.00	03	1.50		Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-6(12)	CL			31.5	66.5	39	20	19	22.9
1.05														
1.10														
1.15														
1.20														
1.25														
1.30														
1.35														
1.40														
1.45														
1.50														
1.55														
1.60														
1.65														
1.70														
1.75														
1.80														
1.85														
1.90														
2.00														
2.10														
2.20														
2.30														
2.40														
2.50														
2.60														
2.70														
2.80														
2.90														

  
 EDWIN GILBERTO REQUENA  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 154888

Anexo 05: Tabla de datos

Tabla 21: Factor corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje

Nº	Peaje - Ligero	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000
18	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000
22	DESVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000
23	DESVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000

FUENTE: Elaboración propia en base a datos brindados por el estado peruano.

Tabla 22: Factor corrección de vehículos pesados por unidad de peaje

Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000
22	DESVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000
23	DESVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000
25	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000

FUENTE: Elaboración propia en base a datos brindados por el estado peruano.

Figura 29: Pesos y Medidas máximas de vehículos

Ministerio de Transportes y Comunicaciones		UNIDAD GERENCIAL DE OPERACIONES PESAJES		Viceministerio de Transportes		Provias Nacional		
ANEJO IV: PESOS Y MEDIDAS								
PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS								
DECRETO SUPREMO N° 058-2003-MTC y MODIFICATORIAS VIGENTES								
TABLA DE PESOS Y MEDIDAS				TABLA DE PESOS Y MEDIDAS				
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	Larg. Máx. (m)	Eje (s) de los Ejes	Peso Máximo (t)				Peso Bruto Máx. (t)
				Configuración de los Ejes				
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos	Larg. Máx. (m)	Eje (s) de los Ejes	Peso Máximo (t)				Peso Bruto Máx. (t)
				Configuración de los Ejes				
C2		12.0	7	11	—	—	—	16
C3RB1		16.0	7	11	11	—	—	28
C3RB2		16.0	7	11	16	—	—	36
C3R2		16.0	7	11	11	11	—	40
C3R3		16.0	7	11	11	16	—	47
C3		16.0	7	16	—	—	—	26
C3R2		16.0	7	16	11	11	—	47
C3R3		16.0	7	16	11	16	—	46 <sup>R</sup>
C3R4		16.0	7	16	16	16	—	46 <sup>R</sup>
C3RB1		16.0	7	16	11	—	—	36
C3RB2		16.0	7	16	16	—	—	40
C4		20.0	7	20 <sup>R</sup>	—	—	—	30
C4RB1		20.0	7	20 <sup>R</sup>	11	—	—	41
C4RB2		20.0	7	20 <sup>R</sup>	16	—	—	46
C4R2		20.0	7	20 <sup>R</sup>	11	11	—	46 <sup>R</sup>
C4R3		20.0	7	20 <sup>R</sup>	11	16	—	46 <sup>R</sup>
B2		12.0	7	11	—	—	—	16
B3-1		16.0	7	16	—	—	—	26
B4-1		20.0	7+ <sup>R</sup>	16	—	—	—	30
BA-1		12.0	7	11	7	—	—	26
E4		20.0	7+ <sup>R</sup>	16	—	—	—	32
E4 RB1		20.0	7+ <sup>R</sup>	16	11	—	—	43
E4 RB2		20.0	7+ <sup>R</sup>	16	16	—	—	46 <sup>R</sup>
E4 R2		20.0	7+ <sup>R</sup>	16	11	11	—	46 <sup>R</sup>
E4 R3		20.0	7+ <sup>R</sup>	16	11	16	—	46 <sup>R</sup>
E4 R4		20.0	7+ <sup>R</sup>	16	16	16	—	46 <sup>R</sup>
T2S1		12.0	7	11	11	—	—	26
T2S2		12.0	7	11	16	—	—	36
T2S42		12.0	7	11	11	11	—	40
T2S5		12.0	7	11	25	—	—	43
T2S43		12.0	7	11	11 <sup>R</sup>	16	—	47
T3S1		16.0	7	16	11	—	—	36
T3S2		16.0	7	16	16	—	—	43
T3S42		16.0	7	16	11	11	—	47
T3S5		16.0	7	16	25	—	—	46 <sup>R</sup>
T3S43		16.0	7	16	11 <sup>R</sup>	16	—	46 <sup>R</sup>
T3S2 S2		16.0	7	16	16	16	—	46 <sup>R</sup>
T3S42 S42		16.0	7	16	11+11 <sup>R</sup>	11+11 <sup>R</sup>	—	46 <sup>R</sup>
T3S2 S42		16.0	7	16	16	11	16	46 <sup>R</sup>
T3S42 S42		16.0	7	16	11+11 <sup>R</sup>	11	11+11 <sup>R</sup>	46 <sup>R</sup>

1R: Configuración de eje tractor de diámetro  
 2: Vehículo con eje Motor de diámetro Medio para eje  
 R: Configuración de eje separación compuesta por dos ejes simples de eje de diámetro medio separados por un eje de diámetro superior a 1,70 m

1R: Eje de tractor  
 R: Configuración de eje separación compuesta por dos ejes simples de eje de diámetro medio separados por un eje de diámetro superior a 1,70 m

Tabla 23: Factores de distribución direccional y de carril

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

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

Tabla 24: Valores recomendados de resistencia del concreto según rango de tráfico

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

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

Tabla 25: Factor de ajuste por presión de neumático (Fp).

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de contacto del neumático (PCN) en psi PCN = 0.90 x (Presión de inflado del neumático) (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.78	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

Tabla 26: Índice de serviciabilidad Inicial (Pi) e índice de serviciabilidad Final (Pt)

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Índice de Serviciabilidad Inicial (Pi)	Índice de Serviciabilidad Final o Terminal (Pt)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	4.10	2.00
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	4.10	2.00
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	4.10	2.00
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	4.10	2.00
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	4.30	2.50
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	4.30	2.50
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	4.30	2.50
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	4.30	2.50
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10,000,000	4.30	2.50
	T <sub>P10</sub>	10,000,001	12,500,000	4.30	2.50
	T <sub>P11</sub>	12,500,001	15,000,000	4.30	2.50
	T <sub>P12</sub>	15,000,001	20,000,000	4.50	3.00
	T <sub>P13</sub>	20,000,001	25,000,000	4.50	3.00
	T <sub>P14</sub>	25,000,001	30,000,000	4.50	3.00
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		4.50	3.00

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

Tabla 27: Diferencial de serviciabilidad según rango de tráfico

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		Diferencial de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	2.10
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	2.10
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	2.10
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	2.10
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	1.80
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	1.80
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	1.80
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	1.80
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10,000,000	1.80
	T <sub>P10</sub>	10,000,001	12,500,000	1.80
	T <sub>P11</sub>	12,500,001	15,000,000	1.80
	T <sub>P12</sub>	15,000,001	20,000,000	1.50
	T <sub>P13</sub>	20,000,001	25,000,000	1.50
	T <sub>P14</sub>	25,000,001	30,000,000	1.50
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		1.50

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

Tabla 28: Valores de nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr)

Tipo de Caminos	Tráfico	Ejes Equivalentes Acumulados		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>P0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>P1</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>P2</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>P3</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>P4</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>P5</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>P6</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P7</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>P8</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P9</sub>	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P10</sub>	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T <sub>P11</sub>	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P12</sub>	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P13</sub>	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P14</sub>	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
	T <sub>P15</sub>	>30'000,000		95%	-1.645

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

Tabla 29: Coeficiente de drenaje de las capas granulares

Calidad de Drenaje	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	% del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
		< 1%	1 a 5%	5 a 25%	> 25%
Excelente	2 horas	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Bueno	1 día	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Regular	1 semana	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Pobre	1 mes	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Muy Pobre	Nunca	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

Tabla 30: Valores de Coeficiente de Transmisión de Carga

Tipo de Berma	J			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)	SI (con pasadores)	NO (con pasadores)
	3.2	3.8 – 4.4	2.8	3.8

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

**Módulo resiliente efectivo del suelo:**

$$Mr = (\text{psi}) = 1500 \times \text{CBR}$$

$$Mr = (\text{psi}) = 1500 \times 10.9$$

$$Mr = \mathbf{16350}$$

$$Mr(\text{Mpa}) = 17.6 \times \text{CBR}^{0.64}$$

$$Mr(\text{Mpa}) = 17.6 \times 10.9^{0.64}$$

$$Mr(\text{Mpa}) = 81.13$$

$$Mr = 81.13 \times 145.038$$

$$Mr (\text{PSI}) = \mathbf{11774.63}$$

**Módulo resiliente efectivo del suelo:**

CBR SUB-BASE = 100% por ser CBR mayor al 10 % se emplea la siguiente fórmula:

$$Mr(\text{MPa}) = 17.6 \times \text{CBR}^{0.64}$$

$$Mr(\text{MPa}) = 17.6 \times 100^{0.64}$$

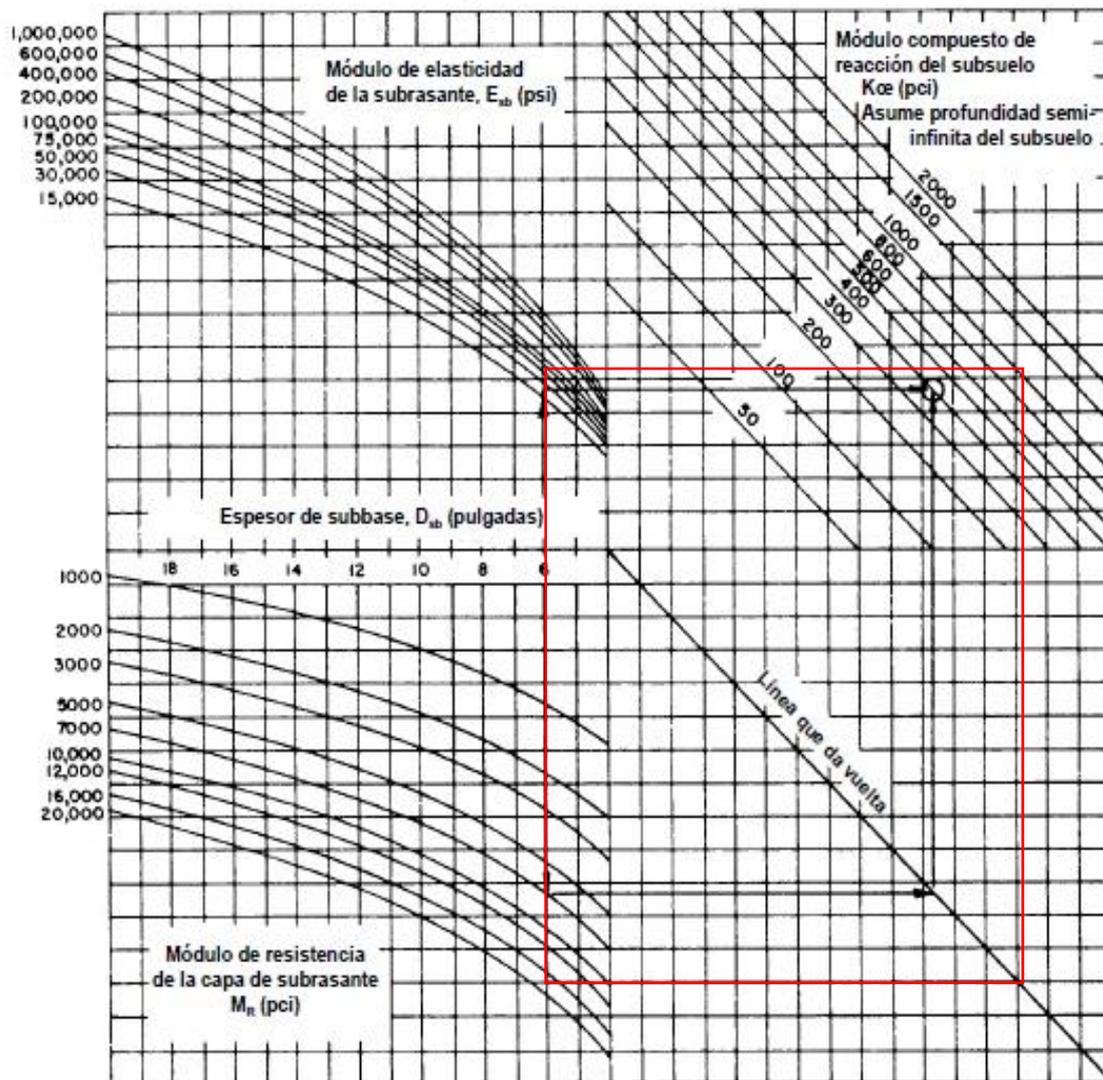
$$Mr(\text{MPa}) = 17.6 \times 100^{0.64}$$

$$Mr (\text{MPa}) = \mathbf{335.36}$$

$$Mr = 335.36 \times 145.038$$

$$Mr (\text{PSI}) = \mathbf{48640.10}$$

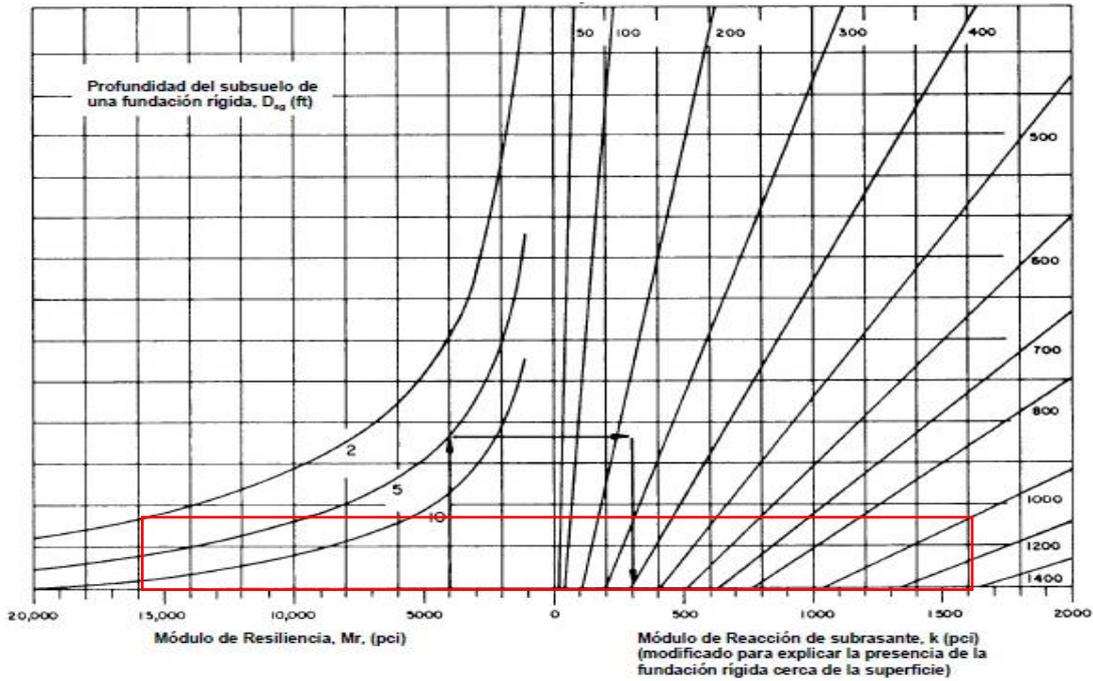
Figura 30: Modulo compuesto de reacción de la subrasante



FUENTE: Guía para diseño de estructura de pavimentos AASHTO 93.

$$K_o = 1000$$

Figura 31: Cálculo del módulo de reacción de la subrasante



FUENTE: Guía para diseño de estructura de pavimentos AASHTO 93.

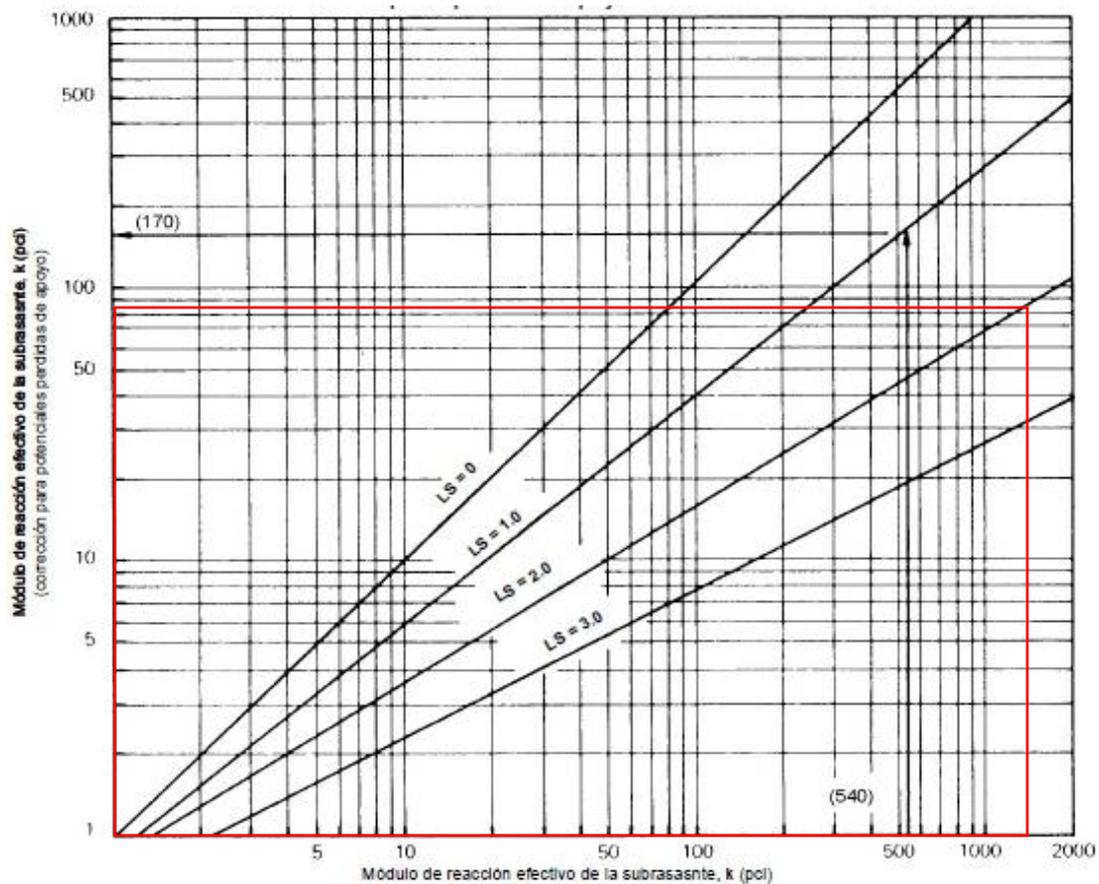
$K_1 = 1610$

Tabla 31: Pérdida de Soporte de la Base según módulo de elasticidad

Tipo de Material	Perdida de Soporte
Base granular tratada con cemento (E = 1 000 000 a 200 000 psi)	0.0 – 1.0
Mezclas de agregado con cemento (E = 500 000 a 1000 000 psi)	0.0 – 1.0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1000 000 psi)	0.0 – 1.0
Mezclas bituminosas estabilizadas (E = 40 000 a 300 000 psi)	0.0 – 1.0
Estabilizaciones con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1.0 – 3.0
Materiales granulares sin ligante (E= 15 000 a 45 000 psi) Ls = 2.00	1.0 – 3.0
Materiales granulares finos o sub-rasante natural (E= 3 000 a 40 000 psi)	2.0 – 3.0

FUENTE: Elaboración propia en base al Manual de Carreteras, Sección: suelos y pavimento, segunda edición.

Figura 32: Corrección del Módulo efectivo de reacción de la subrasante



FUENTE: Guía para diseño de estructura de pavimentos AASHTO 93.

K = 88

Figura 33: Estructura de pavimento rígido con pasadores

**CATALOGO DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO RIGIDO CON PASADORES Y  
CON BERMA GRANULAR O ASFALTICA Y PARA UN FACTOR J=3.2  
PERIODO DE DISEÑO 20 AÑOS**

EE		Tp8	Tp9	Tp10	Tp11	Tp12	Tp13	Tp14
		5'000,001-7'500,000	7'500,001-10'000,000	10'000,001-12'500,000	12'500,001-15'000,000	15'000,001-20'000,000	20'000,001-25'000,000	25'000,001-30'000,000
CBR%	MR							
CBR < 6%	< 185PCI (52MPa/m)							
	> 6% CBR < 10%	> 185PCI (52MPa/m) < 223PCI (63MPa/m)						
> 10% CBR < 20%	> 223PCI (63MPa/m) < 279PCI (79MPa/m)							
	> 20% CBR < 30%	> 279PCI (79MPa/m) < 373PCI (105MPa/m)						
CBR > 30%	> 373PCI (105MPa/m)							

Losas de Concreto  
Sub-base Granular

Figura 34: Cotización de geotextil



GEOACE PERU S.A.C.  
 Oficina: Jr. José Olaya 1573 La Perla - Callao  
 Depósito: Av. Santa Ana Lote 3 Z.I. Lotización  
 Rústica Chacra Cerro - Comas - Lima  
 (511) 420-4860 | RPM #959532120  
[www.geoaceperu.com](http://www.geoaceperu.com)

**COTIZACIÓN N° 001 - 10865-07/2020**

Empresa : Fecha : 13/07/2020  
 RUC : Contacto : CARLOS LOYZA  
 Dirección : Email : [loyzacarlos04@gmail.com](mailto:loyzacarlos04@gmail.com)  
 Teléfono : Teléfono :

Nos es grato saludarlos y al mismo tiempo hacerles llegar la siguiente propuesta para su proyecto de :

ITEM	DESCRIPCIÓN	UM	CANT.	P.U. US\$	PARCIAL US\$
1	GEOTEXTIL 200GR (ROLLO: 4.0M X 140M)	M2	6,000.00	0.75	4,500.00
<b>SON: CINCO MIL TRESCIENTOS DIEZ Y 00/100 DOLARES AMERICANOS</b>					<b>V. VENTA US\$</b> 4,500.00
					<b>IGV 18%</b> 810.00
					<b>TOTAL US\$</b> 5,310.00

**CONDICIONES COMERCIALES:**

**Nuestros costos:** Expresados en Dolares americanos. Precios unitarios no incluyen IGV.

**Forma de Pago:** 100% adelantado con la OC.

**Tiempo de entrega:** Inmediato despues de OC y deposito en Cta Cte.

**Lugar de entrega:** Av. Santa Ana Lote 3 Z.I. Lotización Rústica Chacra Cerro - Comas - Lima.

**Observaciones comerciales:** Ficha tecnica / Certificado de Calidad

**Validez de la oferta:** 15 días.

**CUENTAS BANCARIAS:**

**SCOTIABANK**

Cta Cte Dolares: 000-4489561 | Cod. Interbancario: 009-072-000004489561-03

Cta Cte Soles: 000-2275490 | Cod. Interbancario: 009-072-000002275490-07

**BBVA CONTINENTAL**

Cta Cte Dolares : 0011-0970-0100017061 - Cod. Interbancario: 011-970-000100017061-11

Cta Cte Soles: 0011-0970-0100017053 - Cod. Interbancario: 011-970-000100017053-18

Saludos Cordiales,

Edith Rodriguez  
 Ejecutiva de Ventas  
**GEOACE PERU SAC**  
 Oficina. +51 1 420 4860 | Cel.: 959532120  
 Jr. José Olaya 1573 La Perla Prov. Const. del Callao  
[ventas@geoaceperu.com](mailto:ventas@geoaceperu.com)

Figura 35: Cotización de geotextil 2



R.U.C. 20602793070

Dom. Fiscal: Calle Las Moreras Ms. B Lt 10  
Huachipa - Larigancho  
Cel.: 955 050 706 / Correo: geotexacog@gmail.com

Fecha de Emisión: 13 / 07 / 2020

Señor (es): CARLOS LOAYZA Atn.: \_\_\_\_\_

Dirección: LIMA Cond. Venta: COTIZACIÓN

R.U.C.: \_\_\_\_\_ O/C \_\_\_\_\_ Vendedor: \_\_\_\_\_

CANT.	U.M	DESCRIPCION DEL PRODUCTO	PUNIT.	IGV 18%	TOTAL
6,240	M2	GEOTEXTIL NT DE 200 GR	\$ 0.75	\$ 842.40	\$ 5,522.40
		TRASLADO DE ALMACEN - AGENCIA COSTO ADICIONAL ( S/. 270.00 )			

**CONDICIONES DE VENTA**

PRECIO EN DOLARES INCLUYE IGV

FORMA DE PAGO : **AL CONTADO**

VALIDES DE LA OFERTA : 05 DÍAS

TIEMPO DE ENTREGA : PREVIO DEPOSITO

SIRVASE ABONAR

CTA CORRIENTE BCP SOLES : 193-2620758-0-01  
CCI.: 00219300262075800115

CTA CORRIENTE BCP DOLARES : 193-2618700-1-24  
CCI.: 00219300261870012418

Isabel Guerrero  
Ejecutiva de Ventas  
Celular.: 955 050 706