



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Ayquipa Altamirano, Carlos Edward (ORCID:0000-0002-5688-5384)

Guillén Garfias, Andy Selwyn (ORCID:0000-0001-9584-529X)

ASESOR:

Mg. Robert Wilfredo, Sigüenza Abanto (ORCID:0000-0001-8850-846)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

“Diseño de Infraestructura Vial”

LIMA-PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por permitirme haber logrado uno de mis objetivos en mi formación profesional, que es tan importante para mi persona y para mi familia.

A mi madre, María Jesús Garfias Huarcaya, por todo lo que hace día a día por mí y por mis hermanos, por su inquebrantable amor y apoyo incondicional que me demuestra a diario. Cada paso en mi vida lo he dado gracias a ella, todos los logros alcanzados se los dedico y debo a ella. Eres mi todo Mamá.

A mi familia, mi padre Wilfredo Guillén, por sus consejos, mi hermana Heedy que es una profesional admirable, mi hermano Kevin quien es la persona que me impulsa todos los días, quien es incondicional con su amor, porque sus sueños son los míos, por sus ganas de querer salir adelante me motivan día a día a seguir adelante. Gracias Dios por haberme dado a una familia maravillosa.

A mis amigos por todo lo que pasamos y pasaremos juntos, en especial a mi amigo David que es mi mano derecha en el desarrollo de mi vida profesional.

A mi hermano de la vida, Carlos Ayquipa que es más que mi familia.

Guillen Garfias Andy Selwyn

A mis padres Carlos Ayquipa Ñahuie y Maximiliana Altamirano Leyva, por el esfuerzo y dedicación, por haberme formado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye en este. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas me motivaron para alcanzar mis anhelos.

A mi hija Mia Valentina Ayquipa Anca, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi familia, mi novia, tíos, primos y demás familiares que me demostraron el apoyo en las buenas y en las malas.

A mis amigos Andy guillen Garfias, José Luis Cáceres miranda, David Jefferson Huauya Arotinco, Nelson Palomino Carbajal, Mirzon Guillen Vargas, Jhonatan Oscoco Chuquimamani y a todos mis amigos por los buenos momentos que hemos compartido, por las experiencias vividas juntos y el apoyo incondicional que me brindan.

Ayquipa Altamirano Carlos Edwar

Agradecimiento

A Dios, por su gracia y misericordia por mantenerme de pie en los momentos más difícil, por nunca abandonarme y por nunca hacer que pierda la fe en él.

A mi madre, una mujer sin igual, una madre envidiable, la persona que día a día me impulsa a seguir, sin ella no soy nada ni nadie. Gracias amor de mi vida, gracias!!

A mis hermanos Kevin y Heedy por todo el amor que me demuestran, son mi luz ante cualquier adversidad, son los que me presionan día a día para ser mejor, Gracias por ser parte de mi vida.

A mis amigos que son parte de mi vida y mi crecimiento profesional, a mis amigos David, José y Carlos que son las personas con las cuales me estoy desarrollando personalmente y profesionalmente.

A la universidad Cesar Vallejo por permitirme cumplir una de las metas que tengo establecidas en la vida.

Nuevamente a Dios porque a él le debo todo, sin él no soy nada. Gracias Dios mío nunca dejare de estar agradecido por todo.

Guillen Garfias Andy Selwyn

A Dios por bendecirnos y permitirnos culminar este trabajo de investigación y por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos difíciles que afrontamos durante nuestro proceso de pregrado.

A mi familia, mis padres, familia y amigos que por todas las dificultades y adversidades afrontadas siempre estuvo dándome su mano, a mi familia, que siempre ha estado presente en todo momento. Por último, a mi compañero de tesis, con el que hemos desarrollado varios retos académicos y espero afrontar muchos más.

A la Universidad Cesar Vallejo por ser la entidad que me estuvo predispuesto en todo momento para el asesoramiento y apoyo de la presente tesis y seguir formando buenos profesionales.

Al Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo Porque día a día nos imparten enseñanzas y motivan a luchar para el cumplimiento de nuestras metas. Un agradecimiento especial por transmitirme los conocimientos necesarios para poder desarrollar y llegar a la etapa final de esta investigación, de poder terminar mis estudios.

Ayquipa Altamirano Carlos Edwar

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iv
Índice de contenidos	vi
Resumen	xi
Abstract	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
II. MARCO TEÓRICO	16
III. METODOLOGÍA	45
3.1 Tipo y diseño de investigación	45
3.2 Variables y operacionalización	48
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	49
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	49
3.5 Procedimientos	50
3.6 Método de análisis de datos	53
3.7 Aspectos éticos	53
IV. RESULTADOS	54
V. DISCUSIÓN	98
VI. CONCLUSIONES	106
VII. RECOMENDACIONES	109
REFERENCIAS	110
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Elasticidad por tipo de Vehículo.</i>	28
Tabla 2 <i>Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.</i>	29
Tabla 3 <i>Configuración de Ejes.</i>	30
Tabla 4 <i>Relación de Cargas por Eje para determinar EE para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.</i>	32
Tabla 5 <i>Factor de Ajuste por presión de Neumático (Fp) para Ejes Equivalentes (EE).</i>	33
Tabla 6 <i>Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador.</i>	41
Tabla 7 <i>Operacionalización de las variables independientes definidas.</i>	48
Tabla 8 <i>Operacionalización de las variables dependientes definidas.</i>	48
Tabla 9 <i>PBI por departamentos.</i>	54
Tabla 10 <i>Población por departamentos.</i>	54
Tabla 11 <i>PBI PER CAPITA por departamentos.</i>	55
Tabla 12 <i>Tasa de crecimiento por tipo de vehículo.</i>	55
Tabla 13 <i>Factores de corrección por tipo de vehículo.</i>	55
Tabla 14 <i>IMDA del tramo LI-116.</i>	56
Tabla 15 <i>Tráfico generado por tipo de proyecto.</i>	57
Tabla 16 <i>Tráfico normal proyectado de la ruta LI-116.</i>	58
Tabla 17 <i>Tráfico generado proyectado de la ruta LI-116.</i>	59
Tabla 18 <i>Tráfico total proyectado de la ruta LI-116.</i>	59
Tabla 19 <i>Factores destructivos, Factor direccional y factor carril por tipo de vehículo pesado.</i>	60
Tabla 20 <i>Ejes equivalentes de diseño en la ruta LI-116.</i>	61
Tabla 21 <i>Ubicación de calicatas de la ruta LI-116 y la cantera Salome.</i>	62
Tabla 22 <i>Cuadro resumen del ensayo de granulometría, LL, LP, IP, clasificación SUCS y AASHTO y Humedad natural (W) realizados a la ruta LI-116.</i>	63
Tabla 23 <i>Capacidad de carga (CBR), de las calicatas realizadas en campo.</i>	64

Tabla 24 Cuadro resumen del ensayo de granulometría, LL, LP, IP, clasificación SUCS y AASHTO y Humedad natural (W) realizados a la cantera SALOME.....	65
Tabla 25 Muestras Estabilizadas evaluadas.....	66
Tabla 26 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 01.	67
Tabla 27 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 02.	67
Tabla 28 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 03.	68
Tabla 29 Especificaciones Tec. De tipos de estabilizadores y parámetros del Documento Técnico De Soluciones Básicas Del MTC.	69
Tabla 30 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 04.	71
Tabla 31 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 05.	71
Tabla 32 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 06.	72
Tabla 33 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 07.	73
Tabla 34 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 08.	73
Tabla 35 Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 09.	74
Tabla 36 Periodo de análisis.....	77
Tabla 37 Número de repeticiones acumuladas de EE de 8.2 t, en el carril de diseño.	78
Tabla 38 Categorías de la sub rasante.	78
Tabla 39 Valores recomendados de nivel de confiabilidad.	79
Tabla 40 Valores de los coeficientes estadísticos de la Desviación Estándar Normal (Zr).	80
Tabla 41 Valores de la Desviación Estándar Combinada (So).	80
Tabla 42 Índices de Serviciabilidad Inicial (Pi).	81
Tabla 43 Índices de Serviciabilidad Final (Pf).	82

Tabla 44 <i>Resultados mediante ASSHTO 93 a la muestra de cantera sin estabilizante.</i>	84
Tabla 45 <i>Resultados para espesores mediante el estabilizado al 3% con Cemento.</i>	86
Tabla 46 <i>Resultados para espesores mediante el estabilizado al 4% con Cemento.</i>	88
Tabla 47 <i>Resultados para espesores mediante el estabilizado de 0.26 lts/m³ PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento</i>	90
Tabla 48 <i>Resultados para espesores mediante el estabilizado de 0.26 lts/m³ PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento</i>	92
Tabla 49 <i>Resultados para espesores mediante el estabilizado de 0.26 lts/m³ PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento</i>	94
Tabla 50 <i>Cuadro resumen de espesores para todas las bases estabilizadas.</i> ..	95
Tabla 51 <i>Volúmen solicitado para el mejoramiento de la ruta LI-116.</i>	96
Tabla 52 <i>Volúmen solicitado para el mejoramiento de la ruta LI-116.</i>	96
Tabla 53 <i>Resultados del ensayo a la compresión máxima no confinada.</i>	98
Tabla 54 <i>Resultados del ensayo a la compresión máxima no confinada.</i>	99
Tabla 55 <i>Resultados de los ensayos realizados en la vía Huaylillas-Buldibuyo.</i>	100
Tabla 56 <i>Resultados de los ensayos realizados en la via LI-116.</i>	101
Tabla 57 <i>Cuadro comparativo de CBR y Resistencia a la compresión.</i>	102
Tabla 58 <i>Cuadro comparativo de CBR y Resistencia a la compresión.</i>	103
Tabla 59 <i>Resultados de los ensayos realizados en la via LI-116.</i>	104
Tabla 60 <i>Cuadro comparativo de CBRs.</i>	105

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Límites de Atterberg.....	35
<i>Figura 2.</i> Proceso para la identificación del tipo de suelos.....	39
<i>Figura 3.</i> Proceso de selección del tipo de estabilización.	40
<i>Figura 4.</i> Descripción de afirmado.....	76
<i>Figura 5.</i> Variación de a2 para 3% de cemento.	85
<i>Figura 6.</i> Variación de a2 para 4% de cemento.	87
<i>Figura 7.</i> Variación de a2 para 0.26 Lts/m3 de PROES 100 + 45 Kg/m3 de Cemento.....	89
<i>Figura 8.</i> Variación de a2 para 0.28 Lts/m3 de PROES 100 + 45 Kg/m3 de Cemento.....	91
<i>Figura 9.</i> Variación de a2 para 0.30 Lts/m3 de PROES 100 + 45 Kg/m3 de Cemento.....	93

Resumen

La presente tesis titulada “Influencia en el Diseño de Pavimento considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021”, tiene como objetivo principal determinar el diseño de pavimento adecuado considerando el aceite sulfonado y cemento como aditivo para la base de la ruta LI-116.

La metodología es del tipo aplicada, empleando un diseño cuasiexperimental; la población está ubicada en la ruta LI-116, Yamobamba - La Libertad; donde se analizó los datos obtenidos empleando los Manuales del MTC y la guía AASHTO.

Se analizaron los datos con ensayos de laboratorio (CBR y resistencia a la compresión no confinada) a las 06 calicatas de la vía y 03 calicatas de cantera, obteniendo un CBR promedio de vía de 18%; lo siguiente fue estabilizar las muestras de la cantera con aditivo PROES 100 (0.26, 0.28 y 0.30 Lts/m³) + 45 Kg/m³ de Cemento Portland I obteniendo que el CBR al 100% mejoró en 101.3%, 106.0% y 117.1% y con resistencias a la compresión de 32, 37 y 39 kg/cm², dando como resultado el objetivo planteado .

Finalmente, se concluye los estabilizadores mencionados mejoran las propiedades ingenieriles de los suelos de acuerdo a las dosificaciones planteadas.

Palabras claves: aceite sulfonado, PROES 100, cemento portland I, diseño de pavimento.

Abstract

The present thesis entitled "Influence on Pavement Design considering a Stabilized Base with Cement and Sulfonated Oil - Route LI-116, La Libertad, 2021", has as its main objective to determine the adequate pavement design considering sulfonated oil and cement as additive for the base of route LI-116.

The methodology is of the applied type, using a quasi-experimental design; the population is located on route LI-116, Yamobamba - La Libertad; where the data obtained using the MTC Manuals and the AASHTO guide were analyzed.

The data were analyzed with laboratory tests (CBR and resistance to unconfined compression) on the 06 road pits and 03 quarry pits, obtaining an average road CBR of 18%; The following was to stabilize the quarry samples with PROES 100 additive (0.26, 0.28 and 0.30 Lts / m³) + 45 Kg / m³ of Portland Cement I, obtaining that the CBR at 100% improved by 101.3%, 106.0% and 117.1% and with compressive strengths of 32, 37 and 39 kg / cm², resulting in the objective set.

Finally, it is concluded that the mentioned stabilizers improve the engineering properties of the soils according to the proposed dosages.

Keywords: sulfonated oil, PROES 100, portland cement I, pavement design.

I. INTRODUCCIÓN

La infraestructura vial a nivel departamental y vecinal constituye uno de los principales elementos dentro de la economía peruana al ser el medio de comunicación directo por el cual se da la movilización entre los centros poblados, distritos, provincias; incentivando así el movimiento económico del campo que a la par facilita el desarrollo regional contribuyendo con la reducción de la pobreza local (L. Martinez.2017).

Al ser tan importante las rutas departamentales se hace necesario realizar planes de rehabilitación y mantenimiento constantes que garanticen niveles de serviciabilidad y transitabilidad óptimos para la correcta movilización de vehículos y personas ; no obstante las limitaciones de los gobiernos regionales y locales asociadas a la propiedad y responsabilidad de estas vías, así como los vacío de información que existen con respecto a su ubicación y distribución hace que su deterioro se acelere a tal punto que la vía sea intransitable.

Dado ese punto de vista, el MTC está ejecutando el plan estratégico sectorial Multianual que trata de “Ampliar, conservar y modernizar la infraestructura vial departamental y rural de transportes de calidad competitivas que promuevan la inclusión social, la integración interna y externa del país y protección del medio ambiente.

A través de estos estudios se elabora los planes de gestión, mejoramiento y conservación por niveles de servicio donde se evalúa a la ruta en estudio y se determina si esta se interviene a nivel de mejoramiento o conservación.

De acuerdo a la cantidad de tráfico y al tipo de vía se ha determinado que se diseñara un pavimento a nivel de soluciones básicas, con un periodo de diseño de 10 años (RD 003_2015_MTC_14). En tal sentido diseñaremos un pavimento a nivel de soluciones básicas con cemento y aceite sulfonado.

El uso de estabilizantes químicos para mejorar las condiciones de las vías departamentales ha venido siendo a lo largo del tiempo un método bastante investigado y aplicado, a pesar de esto, su implementación para mejorar las condiciones que puede tener la vía a lo largo de su vida útil o hasta que sea intervenida de mejor manera ha sido baja, esto teniendo en cuenta que la mayoría de las vías del país se encuentran en afirmado, según el Ministerio de

transportes y Comunicaciones la infraestructura vial se encuentra dividido en 3 niveles: Red vial Nacional, Departamental y Vecinal; la longitud total de las vías son 168,473.1 Km, en la red vía nacional se tiene 27,109.6 km, el 79%(21,434.0 km) se encuentra pavimentada y el 21% (5,675.6 km) sin pavimentar; en la red vial departamental se tiene 27,505.6 km, el 13% (3,623.1 km) se encuentra pavimenta y el 87% (23,882.5 km) sin pavimentar; en la red vial Vecinal se tiene 113,857.9 km, el 2% (1,858.9 km) se encuentra pavimentada y el 98% (111,999.0 km) sin pavimentar. Estos datos reflejan la poca importancia que tienen nuestras vías vecinales y departamentales.

Por medio de la presente investigación se analiza desde el punto de vista ingenieril una alternativa la elección de una determinada alternativa de estabilización para vías departamentales y vecinales a partir de subproductos industriales que actualmente se encuentran en etapa de ejecución y que fueron implementados en una vía a partir de un caso base. Para la presente investigación se encontró que la estabilización de vías es un procedimiento que cumple con aquellos requisitos.

Formulación del problema de investigación

Según lo antes mencionado, nos preguntamos ¿Cuáles son las Variaciones del diseño de pavimento considerando el aceite sulfonado y cemento como estabilizadores en la ruta Li-116, La Libertad -2021?

Ante el problema mencionado, podemos determinar el objetivo general y específico, el objetivo general es determinar el diseño de pavimento adecuado considerando el aceite sulfonado y cemento como aditivo para la base.

Y como objetivos específicos, se tiene el primer objetivo que es determinar los parámetros de diseño de pavimentos adecuados para la ruta Li-116 (Trafico - CBR de diseño – número estructural a superar), el segundo objetivo específico es analizar el comportamiento de las bases estabilizadas utilizando aceite sulfonado, cemento y aceite sulfonado más cemento, el tercero es determinar cómo varía el coeficiente estructural para cada base (Determinar cuál tiene mayor aporte estructural), el cuarto es determinar el diseño de pavimento para

una base estabilizada con cemento, el quinto es determinar el diseño de pavimento para una base estabilizada con aceite sulfonado, el sexto es determinar el diseño de pavimento para una base estabilizada con cemento y aceite sulfonado, el séptimo es evaluar los diseños de pavimentos y escoger el óptimo y el octavo es determinar las ventajas de estabilizar una base con aceite sulfonado y cemento.

A pesar de las importantes ventajas potenciales que ofrecen estos estabilizadores químicos patentados, la mayoría de los ingenieros se resisten a recomendar su uso. En consecuencia, no han gozado de un uso y aceptación generalizados. Esta falta de aceptación puede atribuirse principalmente a la falta de investigaciones publicadas de forma independiente sobre estabilizadores químicos.

Otros factores incluyen la falta de métodos de prueba de laboratorio estándar para la predicción efectiva del desempeño en el campo y, a menudo, información inadecuada proporcionada por los fabricantes de los aditivos de estabilización, junto con tasas de aplicación a veces mal definidas o inconsistentes en la literatura del producto.

Por lo antes descrito, la presente investigación implementará el método de estabilización química con cemento y aceite sulfonado, con el fin de comparar el efecto que este agente estabilizante pueden causar sobre las características ingenieriles del suelo, identificando, cuál de estos permite conseguir mejores resultados en los ensayos de caracterización (límites de Atterberg, compresión confinada, Proctor modificado y CBR - California Bearin Ratio), logrando obtener un análisis que resulte útil para la implementación en distintos proyectos de Ingeniería Civil en el Perú para carreteras que tengan presencia de materiales con comportamiento plástico.

Esta investigación recoge los planteamiento, análisis y resultados que fueron desarrollados para ruta Li-116 (ruta departamental) donde fue diseñado un pavimento con base estabilizada y aceite sulfonado.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a:

Bleakley, A. M., Jr. (2012). Tiene como nombre de tesis "Improving the properties of reclaimed asphalt pavement for roadway base applications through blending and chemical stabilization" ("Mejora de las propiedades del pavimento asfáltico recuperado para aplicaciones de base de carreteras a través de la fusión y estabilización química"), donde indica que el pavimento asfáltico recuperado (RAP) se produce mediante fresado durante las operaciones de repavimentación. Encontrar formas innovadoras de incorporar rap en las aplicaciones de cursos base de carreteras proporcionará beneficios ambientales y económicos al permitir el reciclaje in situ de material para proyectos como el ensanchamiento o la adición de hombros. RAP es un material granular bien drenado que ya está en el lugar, sin embargo 100% RAP tiene baja resistencia al rodamiento y se arrastra bajo carga.

El objetivo de esta investigación era desarrollar métodos para mejorar la fuerza del RAP al tiempo que se reducía la fluencia a un nivel admisible mediante la mezcla con agregado de piedra caliza triturada de una mejor calidad y/o mediante la estabilización química con emulsión asfáltica, cemento Portland o cal.

Nemati, R. (2019). Elabora la tesis Evaluation of structural contribution of asphalt mixtures through improved performance parameters (Evaluación de la contribución estructural de mezclas asfálticas a través de parámetros de desempeño mejorados). En la presente tesis explica sobre los enfoques disponibles para diseñar las estructuras del pavimento. Estos enfoques generalmente se dividen en dos categorías principales como métodos empíricos y mecánico-empíricos (M-E). El método empírico más utilizado es el método de diseño AASHTO 1993, que utiliza coeficientes específicos de materiales (coeficientes de capa) para cuantificar la capacidad estructural proporcionada por cada capa de pavimento. Por otro lado, los enfoques M-E utilizan propiedades fundamentales de mezcla como módulo complejo (E^* y ángulo de

fase) para determinar la respuesta estructural del pavimento. Sin embargo, los métodos M-E requieren datos extensos para la calibración local y, como resultado, muchas agencias estatales siguen utilizando el enfoque empírico.

Una de las principales modificaciones del enfoque de diseño AASHTO 1993 ha sido la actualización de los coeficientes de capa (valor a) de las mezclas de asfalto utilizando diferentes medidas mecanicistas y basadas en el rendimiento. Los coeficientes de capa tienen una influencia significativa en la determinación del espesor de la capa que se traduce en la contribución estructural de las capas, así como en el rendimiento a largo plazo del pavimento y consecuentemente en los costes de construcción y mantenimiento. Por lo tanto, es fundamental determinar valores confiables a que sean más relevantes para las condiciones regionales y los materiales utilizados localmente.

Odion, D. (2019). Elabora la tesis "Soil-geopolymer mixtures using fly ash and recycled concrete aggregates (RCA) for Road base and subbase layer" (Mezclas de suelo-geopolímero utilizando cenizas volantes y agregados de hormigón reciclado (RCA) para la capa de base y subbase de la carretera). Trata de la investigación sobre la eficacia de diversos materiales como estabilizadores del suelo. Mientras que algunos están causando efectos peligrosos en el medio ambiente y son perjudiciales para la salud humana, otros no tienen ningún efecto significativo en la resistencia y durabilidad del suelo afectado. De las diversas técnicas disponibles para mejorar la resistencia del suelo, nuestro proyecto tiene como objetivo sondear la eficacia de un geopolímero bajo en calcio y agregados de hormigón reciclado (RCA) como un nuevo material aglutinante ecológico para mejorar las características de resistencia de suelos plásticos altos y bajos. Da como resultado la contracción del geopolímero fue menor que la mezcla de cemento del suelo, mientras que la primera fue más duradera que más tarde también. Aparentemente, el geopolímero con su alta resistencia, bajo costo, bajo consumo de energía y emisiones de CO₂ durante la síntesis ofrece un mejor sustituto del suelo estabilizado con cemento del suelo.

Martinez, L. (2017) presenta la investigación titulada “Análisis de los factores económicos y ambientales que intervienen en la elección de las alternativas de estabilización físico-química para vías terciarias en Colombia a partir de subproductos industriales procesados. Caso de aplicación Urrao, Antioquia”, en la investigación se realiza el análisis para la selección óptima en los cuatro tipos estabilizadores para vías terciarias producto del procesamiento químico de los subproductos industriales procesados. En la investigación utiliza parámetros económicos y de medio ambiente, donde se tiene como resultados los costos para cada solución considerada. También cuenta con análisis de medio ambiente para cada caso.

Entre libros, artículos y revistas tenemos a:

Antunes, V., Simão, N., & Freire, A. C. (2017), publican el artículo “Estabilización de caminos rurales con corrientes residuales en Colombia como estrategia ambiental basada en una metodología de evaluación del ciclo de vida” donde evalúan el aceite sulfonado (SO) seleccionado comercialmente disponible (SO) y un polímero para su uso como estabilizadores del suelo en una investigación basada en laboratorio. Los resultados de los ensayos que se realizaron a las muestras señalaron que el desempeño dependía tanto del tipo de suelo como de la dosis estabilizadora. Generalmente, el tratamiento no condujo a cambios sustanciales en las propiedades del índice ni la densidad seca máxima. Sin embargo, el contenido óptimo de humedad para LQF se redujo sustancialmente (17-35%) junto con mejoras en la resistencia en seco (resistencia a la compresión no confinada [SCP]: 38% para MM, 26% para OC, >500% para LQF; resistencia a la flexión estática [SFS]: 60% para MM y OC, >500% para LQF) y características de hinchamiento (20% para OC, 21-61% para MM). Aplicados en el contexto adecuado, los estabilizadores son adecuados para el tratamiento de suelos para carreteras de bajo volumen.

Balaguera, A.;Alberti,J.;Carvajal,G.I;Fullana-i-Palmer,P. (2021), publican el artículo denominado “Stabilising rural roads with waste streams in colombia as an environmental strategy based on a life cycle assessment methodology” (Estabilización del suelo utilizando estabilizadores químicos líquidos patentados: aceite sulfonado y un polímero), en el cual se muestra los resultados de la aplicación de la Evaluación del Ciclo de Vida Ambiental (LCA) a tramos de dos carreteras de bajo tránsito ubicadas en dos sitios diferentes de Colombia: una en el área Urrao (Antioquia), ubicada en el centro del país; y otra en La Paz (Cesar), ubicada en el noreste del país. Cada segmento se estabilizó con materiales alternativos como polvo de ladrillo, ceniza volante, aceite sulfonado y polímero. El estudio se realizó en tres etapas: la primera fue la fabricación del estabilizador; la segunda incluyó acciones preliminares que iban desde la búsqueda del material hasta su colocación in situ; y la tercera fue el proceso de estabilización, que incluyó todo el proceso de solicitud, desde el estabilizador a la carretera. Los impactos ambientales se evidenciaron principalmente en la fabricación de estabilizadores (60% del total), para aceite sulfonado o polímero, debido a los diferentes compuestos utilizados durante la producción, antes de su uso como estabilizadores.

Onyejekwe, S., & Ghataora, G. S. (2015) publican la “característica” “Estabilización del suelo utilizando estabilizadores químicos líquidos patentados: aceite sulfonado y un polímero”, donde evalúan el aceite sulfonado (SO) seleccionado comercialmente disponible (SO) y un polímero para su uso como estabilizadores del suelo en una investigación basada en laboratorio. Dos suelos naturales (Mercia mudstone [MM] y Oxford clay [OC]) y finos de cantera caliza (LQF) fueron tratados con SO, un polímero, y una combinación de SO y polímero para evaluar los cambios en sus propiedades de ingeniería. Los resultados de las pruebas señalaron que el desempeño dependía tanto del tipo de suelo como de la dosis estabilizadora. Generalmente, el tratamiento no condujo a cambios sustanciales en las propiedades del índice ni la densidad seca máxima. Sin embargo, el contenido óptimo de humedad para LQF se redujo sustancialmente (17-35%) junto con mejoras en la resistencia en seco (resistencia a la compresión no confinada [SCP]: 38% para MM, 26% para OC, >500% para LQF;

resistencia a la flexión estática [SFS]: 60% para MM y OC, >500% para LQF) y características de hinchamiento (20% para OC, 21-61% para MM). Aplicados en el contexto adecuado, los estabilizadores son adecuados para el tratamiento de suelos para carreteras de bajo volumen.

Li, Q., & Hu, J. (2020) publican el artículo “Mechanical and Durability Properties of Cement-Stabilized Recycled Concrete Aggregate” (Propiedades mecánicas y de durabilidad del agregado de concreto reciclado estabilizado con cemento), donde investigan el efecto del uso de agregados de concreto reciclado (RCA) como reemplazo parcial del agregado natural (NA) sobre las propiedades mecánicas y relacionadas con la durabilidad de una mezcla de agregados de concreto reciclado estabilizado con cemento (RSC). Se realizaron pruebas para establecer la resistencia a la compresión no confinada (SCP), la resistencia indirecta a la tracción (ITS), la contracción por secado y la relación de pérdida de agua de cada proporción de mezcla. El aumento en el contenido de cemento y el tiempo de curado tuvieron un efecto evidente en la mejora de la resistencia. La prueba de contracción por secado mostró que las propiedades de contracción de secado de la mezcla de CSR se redujeron obviamente con una alta relación de reemplazo. Es evidente que la mezcla CSM presentó un mejor rendimiento de contracción de secado que el de la mezcla de RSC.

Al-Qadi, I., Ozer, H., Loizos, A., & Murrell, S. (Eds.). (2019). Publica el Libro “Pavimentos de aeródromos y carreteras 2019: Pruebas y caracterización de materiales de pavimento”, el cual contiene 57 artículos revisados por pares sobre la prueba y caracterización de pavimentos de aeródromos y carreteras. Los temas incluyen: caracterización de laboratorio y de campo de aglutinantes, modificadores y rejuvenecedores de asfalto; mezclas de asfalto y modificación; materiales reciclados y de desecho en mezclas asfálticas; materiales de base y subrasante no unidos; estabilización de capa; y avances recientes en la caracterización de materiales cementosos y tecnología de pavimentos de hormigón.

Como antecedentes nacionales tenemos a:

Salas Mercado, D. (2018) en su investigación titulada “Estabilización de suelos con Adición de cemento y Aditivo Terrasil para el mejoramiento de la Base del Km 11+000 al Km 9+000 de la Carretera Puno - Tiquillaca – Mañazo”, presenta como objetivo el de establecer las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, el resultado de la investigación indico que el suelo de fundación es de regular calidad; otro resultado obtenido va con respecto al índice de plasticidad (Ip) en donde dio como resultado 10.26%, con respecto a la densidad seca (Ds) dio 1.65 gr/cm³, el CBR al 100% de 39.58%, por lo cual se consideran como suelos regulares. Por lo descrito, se procedió a estabilizar el suelo de fundación con Cemento y aditivo Terrasil. Primeramente, se añadió 4% de cemento, dicha estabilización dio como resultado: un índice de plasticidad (Ip) de 6.19%, con respecto a la densidad seca dio 2.09% y el CBR al 100% en 64.87%. Seguidamente se estabilizo con terrasil con 10 gr. Por kilo de suelo, el cual presento un índice de plasticidad (Ip) de 6.74%, además de una densidad seca (Ds) de 1.99 gr/cm³ y con respecto al CBR al 100% dio como resultado 61.37%; por todo lo descrito anteriormente se concluye que el material de la cantera “Lumpoorcco” es aceptable para la estabilización con Cemento y con el aditivo Terrasil de acuerdo a lo solicitado por el MTC.

Atarama, E. (2015) en su tesis titulada “Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo proes” desarrolla el mejoramiento de las características físicas y mecánicas del suelo en un camino realizando la estabilización de suelos empleando el aditivo químico PROES en la construcción de carreteras en el cual se asegure un correcto nivel de serviciabilidad. Los resultados obtenidos empleando el aditivo PROES dan cuenta de una mejora en un casi 300% de CBR; con respecto a la evaluación funcional (IRI) se evidencio que hubo una disminución del 48% con respecto al valor inicial tomado en la carretera, dando un IRI promedio de 2.89 empleando un Slurry Seal. Además de lo antes mencionado, se evaluó estructuralmente la carretera estabilizada, en donde el numero estructural promedio sobrepasa en

un 26% al valor mínimo requerido (0.87), dando como resultado un número estructural promedio de 1.10.

Reategui Puscan, J. A. (2018) realizó la tesis titulada “Influencia del aditivo Proes para mejorar la estabilización de la subrasante del tramo Lahuarpía – Emilio San Martín, Jepelacio, Moyobamba 2017”, en donde detalla la nueva técnica para la estabilización de suelos a nivel de rasante, la estabilización en mención involucra el empleo del aditivo químico PROES con el cual se debe garantizar una adecuada transitabilidad. Los resultados obtenidos dieron cuenta que para suelos en estado natural del tipo arena arcillosa y arcillas inorgánicas (A- 2-6) se tiene rangos de CBR de 5% al 30% y para gravas arenosas mal gravadas A-1-a presentan CBR medidos en el rango de 33% al 95%; a los terrenos en estado natural se le aplicó una dosificación de 0.25 lt/m³ de (aceite sulfonado Proes 100) y 38 Kg/m³ de cemento Portland lo cual generó CBR al 100% en el rango de 116.4% al 129.9%, por lo cual se puede deducir que se mejoró las condiciones de transitabilidad de la vía.

Gómez, A. J., & Silva, E. E. (2020) en su tesis de grado titulada “Influencia del aceite sulfonado y cemento Portland Tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo en la provincia de Pataz, 2020”, investiga la influencia que se tiene en la vía Huaylillas – Buldibuyo el empleo de aceite sulfonado y cemento como material estabilizante. Los resultados obtenidos dieron cuenta del incremento de los CBR para muestras de diseño adicionando 0.5%, 2%, 3.5% y 5% de cemento portland y 0.30Lt/m³ de aceite sulfonado, en donde los CBR se incrementó en la muestra 01 de 19.6% hasta un 100.2% y en la muestra 02 de 5.8% a 78.1%. Además de lo señalado, la resistencia a la compresión promedio dio como resultado 24.10 kg/cm², con lo cual superamos lo solicitado en la norma; con lo descrito se calculó el espesor de la carretera por el método NAASRA el cual dio un espesor de 20 cm.

Manrique Reynaga, J. F. (2021) en su tesis de grado titulada “Aplicación de aceite sulfonado para mejorar la subrasante en la Avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac – 2020” realizó la aplicación del aceite sulfonado a la vía de la Avenida “La Cultura”, la aplicación en mención dio los siguientes resultados: en suelos del tipo limo-arcillosa con arena (GC-GM), arena arcillosa con grava (SC) y arena mal graduada con arcilla y grava (SP-SC), los CBR al 100% están en la orden de 42.3%, 62% y 78% respectivamente; además de lo mencionado se realizaron dosificaciones de 0.3 lt/m³ de aceite sulfonado y 1%, 1.5% y 2% de cemento al suelo natural dando como resultado que en la segunda opción (0.3 lt/m³ de aceite sulfonado y 1.5% de cemento) superan el CBR mínimo de la norma con valores de 240%, 121% y 146%. Por lo descrito anteriormente, se concluye que al aplicar los estabilizadores mencionados mejoran el porcentaje de CBR de la vía de manera significativa.

Como bases teóricas tenemos:

Trafico:

Tiene como principal enfoque cuantificar, clasificar y conocer los vehículos que se desplazan por la ruta LI-116, también conocer el de dónde vienen y hacia dónde van de los vehículos, tiempos de viaje y las velocidades de los vehículos en la carretera, así como los pesos máximos con los que se desplazan los vehículos; todos estos parámetros serán empleados para determinar las características de diseño de la carretera y el diseño del pavimento.

Tramos homogéneos

Se hace una revisión del área de influencia de la ruta para determinar los tramos homogéneos de tráfico a definir para la presente investigación. Se mostrarán las coordenadas geográficas de inicio y fin del tramo homogéneo definido. Así mismo se mostrará las rutas de los tramos en estudio de las vías que conectan.

Conteo y clasificación vehicular

Se utilizarán formatos de campo ya establecidos por la Oficina de Planificación y Presupuesto de MTC.

Los formatos contienen la siguiente información:

- El tramo.
- La estación para la toma de información.
- La ubicación de la Estación.
- La fecha.
- La hora.
- El sentido de circulación.
- El tipo de vehículo.
 - El automóvil.
 - Camioneta.
 - Camioneta rural.
 - Microbús.
 - Ómnibus: 2E, 3E.
 - Camión simple, 2E, 3E, 4E.
 - Camiones articulados: Semi-Trailers de 2S2, 2S3, 3S2, 3S3 y Tráileres de 2T2, 2T3, 3T2, 3T3.

La información que se tome de los trabajos de campo será llenada según el formato que se tenga.

El Índice Medio Diario Anual (IMD_A) será determinado por la siguiente expresión:

$$IMD_A = FC \times IMD_S$$

En donde:

IMD_S = Índice medio diario Semanal.

FC = Factor de corrección para cada estación.

IMD_A = Índice Medio Diario Anual.

Encuestas origen destino

Se utilizan para determinar y clasificar los motivos de los viajes de los usuarios, también conocer el origen de procedencia y destino de viaje para los diferentes tipos de vehículos.

Factores de corrección

Los factores de corrección estacional son valores que eliminan las variaciones que se presentan producto del desempeño del tránsito vehicular a través de un año, esto incluye las diferentes actividades que se presentan (épocas escolares, feriados, etc.) se realizan por un periodo y se repiten anualmente.

Los factores de corrección estacional son obtenidos de los datos históricos anuales que se acumulan los últimos años; para el presente estudio se toma en cuenta el año en el que se hace el estudio, de los cuales se tiene información detallada y completa que se toma de los Peajes que se encuentran en la red vial nacional.

El factor de corrección estacional definido para los vehículos ligeros y pesados se calculan de acuerdo a la siguiente formula:

$$F_c = \frac{IMD_{año}}{IMD_{mes}}$$

Demanda de transporte

Tipos de tránsito:

- Tráfico normal: llamado a la cantidad de vehículos que se desplazan por la vía, el cual tiene crecimiento que es independiente de la ejecución de cualquier proyecto. Es necesario calcular antes la tasa de crecimiento.
- Tráfico generado: Es el producto de las mejoras en la vía y rehabilitación de una carretera. Existe porque se mejora la vía.
- Trafico desviado: El tráfico desviado es aquel que se desviará por la vía en estudio debido a las mejoras u obras que se realizan en el proyecto,

también se considera como aquel tránsito que utiliza otras rutas pero que, manteniendo su origen y destino, será atraído por la vía nueva.

- Tráfico total: Este compuesto por la sumatoria del tráfico normal y generado.

Proyección de tráfico

Se calculará el crecimiento de tránsito empleando la expresión de progresión geométrica de forma independiente para el componente de tránsito de vehículos de pasajeros y de carga.

$$T_{Tn} = T_0(1 + R_i)^n$$

Dónde:

T_{Tn} = Tráfico en el tramo T, en el año n.

T_0 = Tráfico en el tramo T, en el año base.

R_i = Tasa de generación de viajes.

n = Tiempo en años.

Para vehículos ligeros y ómnibus:

$$r_{vp} = (1 + r_{PBI} \times E_{VP})(1 + r_h) - 1$$

Dónde:

r_{vp} = Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico de Vehículos de Pasajeros.

r_{PBI} = Tasa de Crecimiento Anual del PBI Per Cápita.

r_h = Tasa de Crecimiento Anual de la Población.

E_{VP} = Elasticidad de la Demanda de Tráfico de Vehículos de Pasajeros con relación al PBI Per Cápita.

Para vehículos de carga:

$$r_{vp} = r_{PBI} \times E_{Vc}$$

Dónde:

r_{vp} = Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico de Vehículos de Carga.

r_{PBI} = Tasa de Crecimiento Anual del PBI.

E_{Vc} = Elasticidad de la demanda de Tráfico de Velocidades de Carga.

Para la obtención de las tasas de crecimiento (PBI, POB, PBI per cápita) se utilizó la siguiente expresión:

$$r_i = \left(\frac{T_{actual}}{T_{pasada}} \right)^{\frac{1}{(n)}} - 1$$

Dónde:

r_i : Tasa de crecimiento (PBI, POB, PBI/hab) de la región.

n : Número de periodos de tiempo (intervalo).

T : Dato del cual se desea calcular la tasa de crecimiento.

Tasas de Crecimiento del Producto Bruto Interno

El INEI proporciona a través de su página web información actualizada sobre el Producto Bruto Interno en soles constantes año 2007, para los años del 2007 al 2019.

Las tasas de crecimiento se consideran todos los departamentos obtenidos de las matrices Origen Destino ya que todas estas regiones son centros atractores y generadores de viajes, y que los vehículos de carga que circulan por la carretera en estudio van a influir en el comportamiento del tráfico en la misma.

Población

La información de la población por departamento considerada para este cálculo se ha tomado de la información proporcionada por el INEI a través de su página web de la población censada en los años 2007 y 2019.

Se consideran todos los departamentos obtenidos de las matrices OD ya que todas estas regiones afectan a la proyección de las tasas de crecimiento en cuanto a la población.

Producto Bruto Interno Per Cápita

Para determinar las tasas de crecimiento de tráfico proyectado, se ha obtenido el PBI por cada habitante dividiendo el PBI entre la población censada.

Elasticidad

La Elasticidad se utilizará de acuerdo a otros estudios semejantes de la zona y aceptadas por el MTC, debido a que al rehabilitarse y/o mejorarse o realizar un mantenimiento periódico a la carretera, el parque automotor sufre un incremento.

Tabla 1

Elasticidad por tipo de Vehículo.

Vehículo	Elasticidad
Automóviles	1
Ómnibus	1
Camiones	1

Fuente: Estudios del MTC.

Factor direccional y Factor Carril

Viene definido por la cantidad de vehículos pesados que transitan en una dirección o sentido de tráfico, por lo general está representado por la mitad del total del tránsito que circula en ambas direcciones.

Tabla 2

Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

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



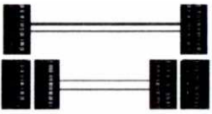
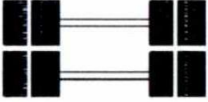
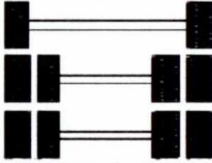
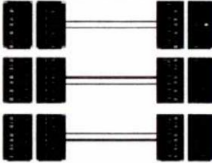
Fuente: Manual de suelos y pavimentos-MTC.

Numero de repeticiones de ejes equivalentes

Para el diseño de pavimento, se emplea la demanda del tráfico pesado de ómnibus y de camiones. Este se mide como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño.

Los EE se definen como el efecto de daño causado sobre el pavimento por un eje de dos ruedas convencionales cargados con 8.2 toneladas, con neumáticos a una presión de 80 lb/pulg².

Tabla 3
Configuración de Ejes.

CONJUNTO DE EJES (s)	NOMENCLATURA	N° DE NEUMATICOS	GRAFICO
EJE SIMPLE (con ruedas simple)	1RS	2	
EJE SIMPLE (con ruedas doble)	1RD	4	
EJE TANDEM (1 eje rueda simple + 1 eje rueda doble)	1RS + 1RD	6	
EJE TANDEM (2 ejes rueda doble)	2RD	8	
EJE TRIDEM (1 rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 ejes rueda doble)	3RD	12	

Nota:

RS: Rueda Simple.

RD: Rueda Doble.

Fuente: Manual de suelos y pavimentos-MTC.

El número de repeticiones equivalentes de 8. 2 toneladas, se determina con la siguiente expresión:

$$N_{rep\ de\ EE_{8.2tn}} = \sum EE_{dia-carril} \times 365 \times Fca$$

Dónde:

$$EE_{dia-carril} = IMD_{pi} \times Fd \times Fc \times Fv_{pi} \times Fp_i$$

IMD_{pi} = Índice medio según tipo de vehículo pesado.

Fd = Factor direccional.

Fc = Factor carril de diseño.

Fv_{pi} = Factor vehicular pesado del tipo seleccionado según su composición de ejes.

Fp_i = Factor de presión de neumáticos.

Fca = Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

365 = Número de días del año.

Factores destructivos

Metodología para determinar los Factores Destructivos

Los factores destructivos han sido calculados mediante los siguientes pasos:

- Se calcula los factores destructivos por carga, según el tipo de vehículo, se realiza de acuerdo a lo que recomienda la norma AASHTO-93.
- Los factores destructivos por presión neumática, según el tipo de vehículo, se realizará de acuerdo a los valores registrados durante los censos de carga.

Factores por Carga

Se agrupan los pesos según el tipo de vehículo y de acuerdo al sentido de circulación.

Los factores destructivos se calculan de acuerdo a la metodología recomendada por la guía ASSTHO.

Tabla 4

Relación de Cargas por Eje para determinar EE para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos.

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE 8.2 tn)
Eje Simple de ruedas simples (EE _{s1})	$EE_{s1} = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{s2})	$EE_{s2} = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Trídem (2 ejes ruedas dobles+ 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 21.8]^{3.9}$

P = peso real por eje en toneladas

Fuente: Tablas del Apéndice D de la Guía AASHTO 93.

Factor por Presión Neumática – Sin Presión Neumática

Es un efecto que se da en las estructuras de los pavimentos, al factor denominado por presión neumática, varía de acuerdo a la presión (lb/pl²) neumática propiamente dicha y los espesores de la estructura de pavimento de acuerdo a la información de la Tabla siguiente, en la que la presión de inflado es igual presión de contacto / 0.90.

Tabla 5*Factor de Ajuste por presión de Neumático (Fp) para Ejes Equivalentes (EE).*

ESPESOR DE CAPA DE RODADURA (mm)	Presión de contacto del Neumático (PCN) en PCN PCN = 0.90 x [Presión de inflado del neumático) (pal)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.30	1.80	2.13	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

NOTA:

- EE = Ejes Equivalentes.
- Presión de inflado del neumático (Pin): está referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Presión de Contacto del neumático (PCN): igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículos pesado.
- Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica, se aplicará el factor de ajuste igual al espesor de 50 mm.

Fuente: Manual de Carreteras – Suelos y Pavimentos – MTC.

Suelos y pavimentos:

Diseño de un pavimento.

El pavimento viene conformado por capas de materiales adecuados, los cuales están ubicados entre la superficie de la subrasante y de rodadura, sus principales funciones son las de ofrecer una superficie uniforme, de forma y textura adecuada, resistentes a los agentes perjudiciales como la acción del tránsito y el intemperismo, también tiene la función de transferir los esfuerzos que producen las cargas de los vehículos que transitan.

Según el documento técnico de soluciones básicas en carreteras no pavimentadas del MTC de febrero 2015 visado bajo la Dirección de Normatividad Vial de la DGCyF del MTC, tiene por finalidad aumentar el periodo de diseño de 5 años (afirmado) a 10 años (soluciones básicas).

Según el manual de soluciones básicas del MTC se establece que para ejes equivalentes menores o iguales al 1 000 000, se considera como diseño de pavimento una solución Básica.

El diseño del pavimento se realizará con el método ASSHTO 93.

Granulometría (ASTM D-422, MTC E-107)

Esta guía cubre la determinación numérica de la distribución de los tamaños de las partículas en suelos. Esencialmente con este ensayo separamos el material granular y fino.

Clasificación de SUCS y ASSHTO (ASTM D-2487, ASTM D-3282)

Se basa en la distribución del tamaño de las partículas del suelo, con las cuales separamos el material granular de los materiales finos.

La guía ASSTHO se utiliza también para clasificar el suelo y agregados.

Contenido de humedad (ASTM D-2216, MTC E-108)

La relación que se presenta entre el porcentaje de agua y la masa del suelo. Se determina obteniendo el contenido de humedad de una fracción de la muestra del suelo, obteniendo el peso del suelo seco y el contenido de humedad (W%).

Límites de consistencia, Limite Liquido (ASTM D-4318, MTC E-110), Limite Plástico (ASTM D-4318, MTC E-111)

Los suelos cambian de consistencia en relación a la cantidad de humedad. Tienen los siguientes estados: solidos, semisólido, líquido y plástico. Los limites entre esos estados se denominan límites de consistencia los cuales son Limite de Contracción (LC) limite Plástico (LP) y limite Liquido (LL)

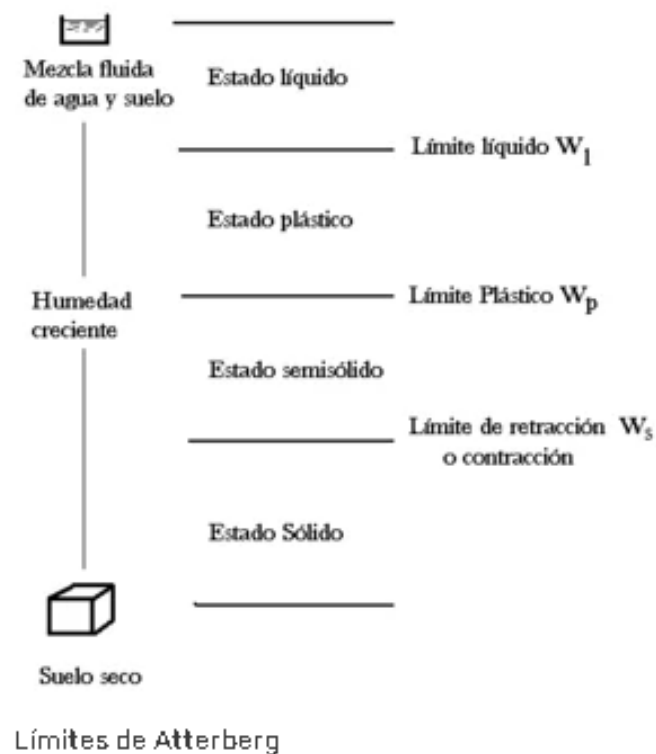


Figura 1. Límites de Atterberg.

Fuente: cerawiki.com

Índice de Plasticidad

Se determina restando el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP) del suelo obteniendo el IP.

Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC E-115)

Este ensayo determina el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca, todo esto calculado con una compactación establecida.

El cálculo del Proctor modificado se determinará utilizando la NTP 339.141-1991 / MTC E-115; para lo cual se utilizó los siguientes materiales y equipos:

Se utilizará moldes cilíndricos que estarán hechos de material rígido y de paredes sólidas, cada uno de los moldes deberá tener una base de plato y adicional un collar de extensión ensamblado. Ambas piezas deberán estar hechas de metal rígido y diseñados de modo que se puedan juntar de manera segura y de desmontar de manera sencilla.

Ensayo California Bearing Ratio (CBR ASTM 1883, MTC E-132)

El CBR es la capacidad de soporte al esfuerzo cortante de un suelo, bajo criterios de densidad y humedad, cuidadosamente controladas, calculando la resistencia del terreno (Manual de ensayos de materiales MC-06-16).

Este método de prueba se emplea para evaluar la resistencia posible de materiales de subrasante, sub base y base, incluyendo materiales reciclados para empleo en pavimentos de carreteras y pistas de aterrizaje (ATARAMA. 2015).

Ensayo de Abrasión de los Ángeles (NTP 400.019, MTC E-207)

En este ensayo se logra estimar el desgaste que origina a los materiales en su grado de alteración, baja resistencia estructural, plano de cristalización y forma de las partículas.

Ensayo a la compresión no confinada (MTC E-1103/ASTM-2166)

Se hace este ensayo a suelos que tengan partículas pequeñas y arcilla que se adhieren a sí mismos, estos se llaman suelos cohesivos y suelos semi-cohesivos.

Se basa en un ensayo uniaxial en donde la probeta no tiene soporte lateral, y al aplicar carga determinamos la resistencia a la compresión no confinada (q_u) e indirectamente la resistencia al corte (c).

Metodología AASTHO 93

Para el diseño del pavimento se ha seguido los lineamientos establecidos en la guía AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993, el cual es reconocida a nivel mundial ya que conlleva un sustento experimental, la guía determina un Número Estructural (SN) requerido por el pavimento para resistir el volumen de tránsito vehicular satisfactoriamente durante su periodo de diseño. En la metodología AASHTO se considera cuatro categorías principales para la entrada de datos con los cuales se realizará el diseño:

VARIABLES DE DISEÑO, CRITERIOS DE DESEMPEÑO Y PROPIEDADES ESTRUCTURALES.

Se expresa en la siguiente fórmula:

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

Dónde:

W18: ejes equivalentes

ZR: Probabilidad

S₀: Desviación estándar

Δ PSI: Cambio de serviciabilidad

P₀: Serviciabilidad Inicial

Pt: Serviabilidad final

MR: Módulo resilente

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Siendo:

a_1, a_2 y a_3 : Coeficientes de cada capa

m_2 y m_3 : Coeficientes de drenaje

D_1, D_2 y D_3 : Espesor de cada capa

Estabilización de suelos

El marco teórico referente a la estabilización de suelos va dirigida a la acción de mejorar las características y propiedades físicas del suelo, para tal fin se emplea diferentes metodologías, equipos y materiales.

Antes de definir el tipo de estabilizador que se aplicara en el suelo, el Manual de Carreteras sugiere, primero identificar qué tipo de suelo está presente y luego seleccionar el tipo de estabilización, de acuerdo a las siguientes figuras:

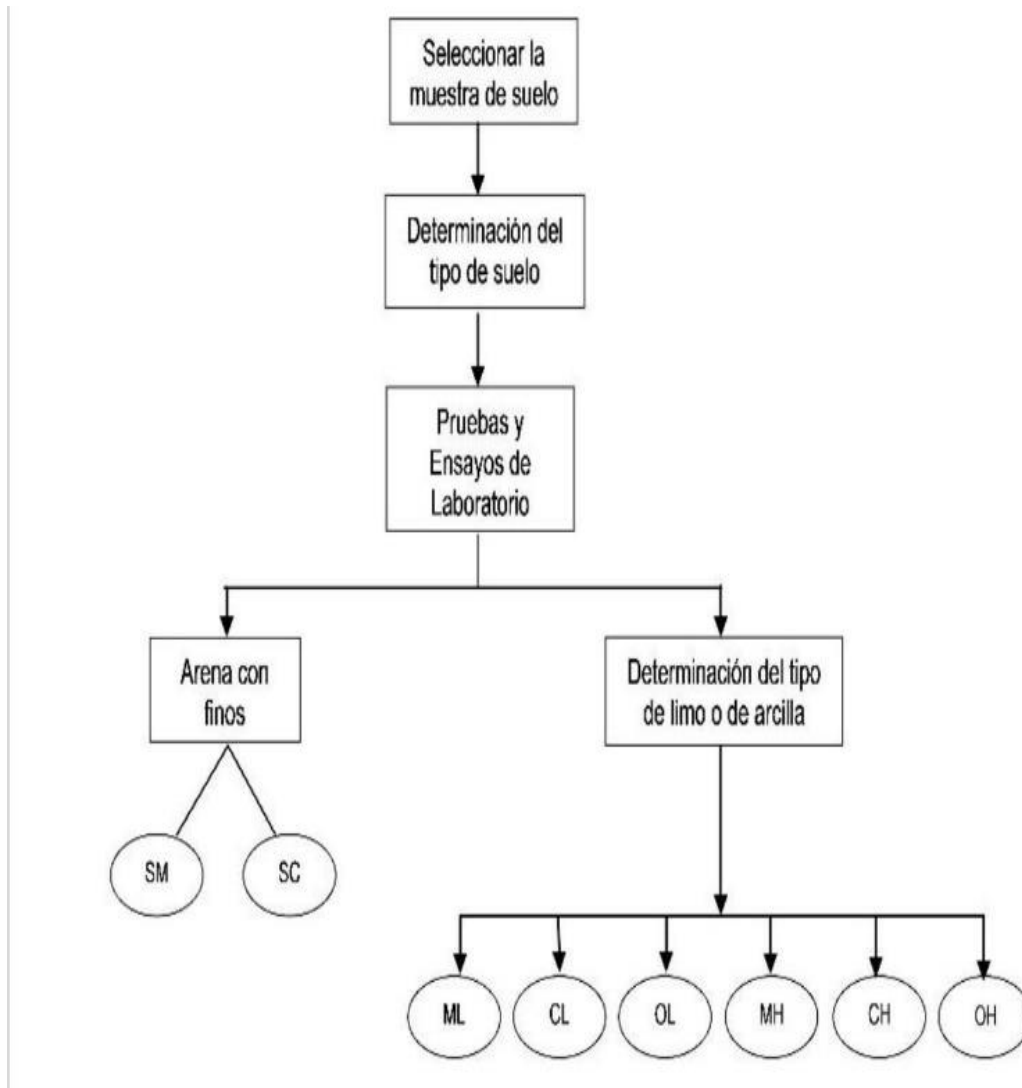


Figura 2. Proceso para la identificación del tipo de suelos.

Fuente: www.slideshare.net/estabilizaciondesuelos.

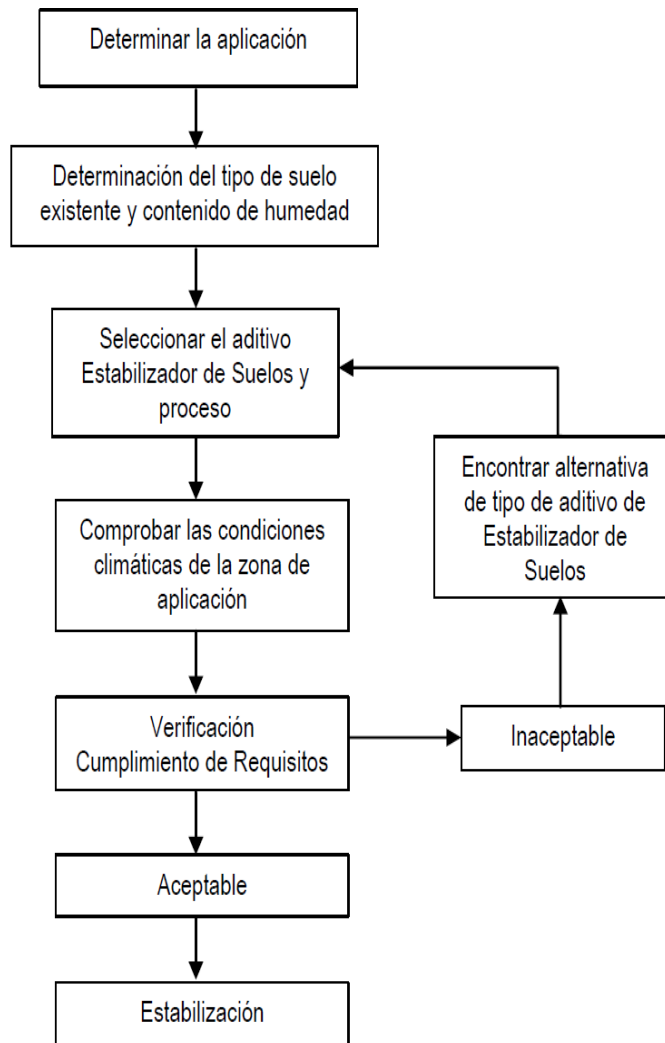


Figura 3. Proceso de selección del tipo de estabilización.

Fuente: www.slideshare.net/estabilizaciondesuelos.

El Manual de Carreteras también proporciona una guía referencial con la cual se puede elegir el tipo de estabilizador que puede ser empleado, de acuerdo al tipo de suelo. La cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6

Guía referencial para la selección del tipo de estabilizador.

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TECNICAS	SUELO (1)	DOSIFICACION (3)	CURADO - APERTURA AL TRANSITO (5)	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7 LL > 40% IP >= 18% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO42) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO4 Ca (4) AF <= 10% AG <= 12% Durabilidad SO4 Mg AF <= 15% AG <= 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM 02397 o AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla Nº 200 <= 10% IP <= 8% Equiv. Arena >= 40% CMO (2) < 1.0% Sulfatos (SO4 2) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO4 Ca (4) AF <= 10% AG <= 12% Durabilidad SO4 Mg AF <= 15% AG <= 18%	4 - 8%	mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% <= IP <= 50% CMO (2) < 3.0% Sulfatos (SO4 2) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas. Diseño de mezcla de acuerdo a la norma ASTM D 6276.
Cloruro de Calcio	ASTM 098 ASTM 0345 ASTM E449 MTC E1109	A-1, A-2, y A-3 IP <= 15% CMO (2) < 3.0% Sulfatos (SO4 2) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309 B ASTM E534 MTC E1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% <= IP <= 15% CMO (2) < 3.0% Abrasión < 50%	50 -80 kg/m3	07 dias	La cantidad de sal depende de los resultados(dosificación) y tramo de prueba.
Cloruro de Magnesio	MTC E1109	A-1, A-2 y A-3 IP <= 15% CMO (2) < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 -80 kg/m3	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio(dosificación) y tramo de prueba.
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308 B MTC E1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% <= IP <= 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO (2) No debe contener Abrasión < 50% < N° 200: 10 - 35%	1 L / 30-33 m3	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO (2) < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Fuente: Manual de Carreteras-MTC, 2014.

Estabilización química como solución

Cuando se mezclan con el suelo, los estabilizadores químicos funcionan de varias maneras. Ayudan a alinear las partículas de arcilla, lo que mejora la compactabilidad.

Los cambios en la polaridad de las cargas superficiales de las partículas de arcilla dan como resultado un aumento en la fuerza de cohesión entre partículas y modifica la estructura de la red de arcilla y los sitios de intercambio iónico del recubrimiento de las arcillas. Como resultado, se reduce la sensibilidad al agua y se mejora la acción aglutinante de las partículas del suelo, con lo cual se reduce la plasticidad y aumenta la resistencia.

Estabilización con aceite sulfonado

Los aceites sulfonados, también conocidos como hidrocarburos sulfonados, tienen el principal ingrediente activo descrito en el título. Sin embargo, normalmente se agregan otros ingredientes, que los fabricantes afirman que ayudan a la acción del compuesto de alguna manera.

Esencialmente, los SO son tensioactivos cuyo agente principal es una molécula de dos partes. Una parte se adsorbe sobre la superficie de las partículas de arcilla, reduciendo su capacidad de intercambio iónico. Esto reduce la capacidad del mineral de arcilla para absorber agua, cambiándola de carácter hidrófilo a hidrófobo.

Estabilización con cemento

La estabilización del suelo con cemento se emplea para aumentar las propiedades de resistencia y rigidez del suelo, permitiendo el uso de suelos locales con características débiles a través de una reducción del índice de plasticidad y mejora su capacidad portante. Una capa estabilizada de suelo-cemento, especialmente para la aplicación de la capa base, proporciona un excelente soporte para superficies asfálticas, incluso en soluciones con capas superficiales bituminosas finas.

Los aglutinantes hidráulicos, en particular cemento, consisten principalmente de sílice, alúmina y cal, que forman silicatos cálcicos y aluminatos cálcicos. La mezcla de cemento con agua inicia una serie de reacciones de hidratación química que conducen a cambios químicos, físicos y mecánicos en el sistema y provocan una ganancia inmediata de resistencia en los materiales estabilizados.

Diferentes metodologías y regulaciones definen el uso del cemento como agente estabilizador para tratar diferentes capas de estructuras de pavimentos de carreteras.

Estabilización con aditivo químico PROES 100

Para la presente investigación estamos utilizando el aditivo químico PROES 100 que tiene una tecnología de estabilización iónica, la cual tiene como base la interacción que se da entre los aditivos químicos y las arcillas que se encuentran en el suelo, creando una reacción que, junto con la de elevar su capacidad portante, mejora su estabilidad y resistencia frente a la acción del agua y las cargas de tránsito (PROESTECH 2019).

La reacción que se produce, se basa en la ionización, aglomeración y ordenamiento de las partículas, para lo cual, utiliza agentes cementantes tradicionales (cemento, cal y cenizas) y un aditivo líquido, que permite una reacción mejorada de estos estabilizadores tradicionales.

Los suelos tratados con tecnología PROES® para generar vías ecológicas de alta resistencia presentan un incremento en la resistencia y en los ensayos de CBR practicados a diferentes materiales y mezclas.

Cuenta con las siguientes consideraciones de uso:

- Se deben asegurar condiciones iguales y la composición correcta en el suelo a estabilizar de acuerdo a estudios y especificaciones de PROES.
- Al suelo que se estabilizara se debe agregar un aditivo sólido, el cual puede ser cemento u otro filler accesible localmente.
- El aditivo líquido PROES 100 se incorpora al suelo de 0.25 a 0.35 lt/m³ de suelo estabilizado.

- El aditivo sólido se agrega entre 45 y 80 kg/m³ al suelo.
- Para la aplicación se emplea un camión en donde se diluye el aditivo seleccionado previo a su aplicación.
- Se extenderá el suelo tratado con una motoniveladora, luego se compactará con rodillo.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

De acuerdo al Reglamento del RENACYT – CONCYTEC - 2018 el tipo de investigación puede ser básica o aplicada; en donde se puntualiza que la investigación aplicada “está dirigida a identificar a través del conocimiento científico, los medios (metodologías, protocolos y tecnologías) con las cuales se puede atender una necesidad reconocida y específica”.

Por lo descrito anteriormente, nuestra presente tesis es del tipo aplicada.

Además del tipo de investigación descrita anteriormente, nuestra investigación caracterizó de la siguiente manera:

- **Por su orientación: Aplicada**

Según Calderón y Alzamora (2010) una investigación es aplicada cuando hay un descubrimiento previo, lo cual nos permite ir más allá de un descubrimiento básico, si no ya la solución de un problema práctico.

En la presente tesis se emplea la metodología de diseño de pavimento flexible ASHTTO 93, que tiene establecido diferentes parámetros y criterio de diseño, considerando el tráfico y los estudios de suelos para un óptimo diseño. En nuestro caso se va a considerar el uso de una base estabilizada con cemento y aceite sulfonado (PROES 100), con lo cual se conocerá cuáles serán las variaciones en el diseño de pavimento en la ruta LI-116. ubicado en Yamobamba – La Libertad.

- **Por su técnica de contrastación: Experimental**

Según Calderón y Alzamora (2010) se probará que un método es mejor que otro asociando 2 variables, y en esa circunstancia se analizará el método, técnica y procedimiento por lo cual habrá control de las variables y manipulación de las mismas.

En una experimental hay un rol estándar, algo que siempre se usa y obviamente habrá un experimento que es algo que nosotros queremos probar. Se probará que una variable (estabilización de la base) al ser manipulada encontrará variación al momento de realizar el diseño de pavimento.

- **Por su direccionalidad: Prospectiva**

Según Calderón y Alzamora (2010) la causa de una investigación es el presente y el efecto el futuro.

Para la presente investigación diseñaremos un pavimento utilizando el cemento y aceite sulfonado como agentes estabilizadores y probaremos su efecto en futuro, determinando en qué medida estos agentes aportan en el diseño de pavimento.

- **Por el tipo de fuente de recolección de datos: Prolectiva**

Se recogerá información de campo del estudio de tráfico tales como el IMDA, censo de carga, encuestas origen destino y el estudio de suelos como muestreo de calicatas en plataforma y cantera para el desarrollo del diseño de pavimento.

- **Por evolución del fenómeno estudiado: Transversal**

El presente estudio se realizará en la comunidad de Yamobamba, distrito de Huamachuco, prov. de Sánchez Carrión y dep. de La Libertad en el año 2021, determinando las variables de diseño para la vía en ese momento.

- **Por la comparación de poblaciones: Comparativa.**

Se establecerá una teoría de causalidad, nos referimos al análisis y resultados del IMDA, censo de carga y encuestas origen destino relacionados con el tráfico y los resultados de laboratorio de las muestras procesadas de la cantera y de la ruta LI-116, que nos proporcionaran data para el diseño de pavimento.

3.1.2 Diseño de investigación

Los diseños cuasiexperimentales son aquellos que se operan deliberadamente, de por lo menos, una variable independiente para examinar su impacto sobre una o varias variables dependientes. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.151).

Por lo descrito anteriormente, en la presente tesis manipularemos nuestras variables independientes (aceite sulfonado y cemento) para así medir el resultado que tiene en la variable dependiente definido (diseño de pavimento); por lo descrito nuestra finalidad es buscar alguna variación en la variable dependiente e indicadores que se relacione de forma organizada tomando como contexto la ruta LI-116.

3.2 Variables y operacionalización

Tabla 7

Operacionalización de las variables independientes definidas.

VARIABLES INDEPENDIENTES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Aceite Sulfonado	Los aceites sulfonados son agentes catalizadores que producen intercambio de iones; químicamente son compuestos orgánicos derivados de sulfuros y ácidos combinados. (Gómez y Silva, 2020, p. 56).	Los aceites sulfonados reducen el contenido de agua entre las partículas del suelo, aumentando el número de vacíos que permiten el reacondicionamiento de las partículas, bien sea por atracción entre ellas o bien por compactación. (Gómez y Silva, 2020, p. 56).	Aceite Sulfonado	Dosificación	%
Cemento	Producto que se obtiene por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de yeso natural (MTC-Glosario de Términos, 2018, 7)	El cemento Portland es utilizado para variar y aumentar la calidad del suelo así como para cambiar el suelo en una masa de cemento con una mayor resistencia y durabilidad. (Aliaga y Soriano, 2019, p. 34).	Cemento Portland	Dosificación	%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8

Operacionalización de las variables dependientes definidas.

VARIABLES DEPENDIENTES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	MEDICIÓN
Diseño de pavimento con solución Básica	La solución Básica es un tipo de diseño que se aplica en carreteras no pavimentadas la cual tiene por objetivo aumentar la vida útil y nivel de servicio de la superficie de rodadura, que se deterioran por la acción del tránsito y el clima, conformando baches, enlaminado, desprendimiento de agregados y la emisión de polvo, obteniendo que las capas de rodadura presenten un menor grado de daño (Documento técnico de soluciones básicas; MTC; 2015).	El diseño de pavimento será diseñado de acuerdo a la guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993", también se tendrá en cuenta los Manuales referente a diseño, evaluación, especificaciones técnicas del Ministerio de Transportes.	Propiedades de los materiales Propiedades de la solución básica Diseño	<ul style="list-style-type: none"> Clasificación de suelos Granulometría Limites CBR Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras	MTC, 2014 EG-2013 AASTHO 1993

Fuente: Elaboración Propia.

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

Población

En esta investigación la población delimitada será la ubicada en la ruta departamental LI-116, específicamente en la localidad de Yamobamba, del distrito de Huamachuco, de la prov. Sánchez Carrión y del dep. de La Libertad.

La población es el conjunto de elementos a los cuales se refiere la investigación. (Bernal, 2010, p. 160).

Muestra

La muestra para este trabajo de investigación se consideró toda la ruta departamental LI-116, el cual presenta una longitud total de 13.114 km.

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, p.173) “Se conoce como muestra a un subgrupo de una población que es de nuestra atención del cual obtendremos datos, y de antemano definirse y delimitarse con exactitud, aparte de ello tiene que ser propiamente de la población, donde el investigador procura que los resultados obtenidos de la muestra se extrapolen a la población.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se empleará la observación experimental, con el cual se obtendrá la cantidad de vehículos que utilizan la vía por día; para la definición de las características de los materiales se realizarán ensayos los cuales nos darán la data requerida y para el diseño de la solución básica se recurrirá al método AASHTO 93.

Los instrumentos a emplearse serán AutoCAD - Civil 3D para realizar los planos, guía de observación de campo y Excel para la formulación de tablas, así como el uso de ábacos para el diseño de la solución básica.

3.5 Procedimientos

Para la realización del diseño del pavimento considerando una base estabilizada con cemento y aceite sulfonado en la ruta LI-116, Yamobamba-La Libertad tendremos en cuenta y efectuaremos lo siguiente:

- a) Recopilación de la información.
- b) Inspección visual y obtención de muestras del lugar de trabajo (estudio de tráfico y suelos).
- c) Caracterización del suelo (Granulometría, contenido de humedad, Límites de Atterberg, clasificación de suelos, CBR, Proctor Modificado, Resistencia a la compresión y Abrasión de los Ángeles).
- d) Definición de la dosificación para los diferentes tipos de estabilización.
- e) Ensayo de laboratorio de las muestras estabilizadas.
- f) Diseño de pavimento con la base estabilizada.

Se detalla cada uno de los procedimientos antes mencionados:

3.5.1 Recopilación de la información.

Se realizó las actividades de recolección de información referentes a nuestro tema, partiendo de la problemática inicial, el cual corresponde al diseño de pavimento considerando una base estabilizada con cemento y aceite sulfonado en Yamobamba – La Libertad. Se realizó una investigación a diferentes fuentes literarias en busca de información que contenga alguna relación en nuestro tema, lo cual permitió obtener los conocimientos fundamentales sobre los estabilizantes que existen, su eficiencia y los procedimientos para su aplicación.

3.5.2 Inspección visual y obtención de muestras en el área de estudio (estudio de tráfico y suelos).

3.5.2.1 Estudio de Tráfico

Nos proporcionó la data base para evaluar los indicadores de tráfico (composición y volumen vehicular), para la evaluación de su funcionalidad en el tiempo. El diseño de la ruta LI-116 se realizó para un volumen de tránsito de un periodo determinado.

Los conteos vehiculares de cantidad y la clasificación vehicular se realizaron en las 24 horas del día durante siete días consecutivos en la estación Choquizongullo, se detalla en los anexos los resultados de los trabajos realizados.

3.5.2.2 Estudio de Suelos

En esta fase, las muestras de suelo se obtuvieron mediante la excavación a una profundidad aproximada de 1.50 m del nivel de la rasante de la vía en 06 puntos estratégicos además de la muestra obtenida de la cantera Salome. En primer lugar, por medio de un procedimiento visual, el material dispuesto se identificó y describió en el lugar de donde fue extraído. Una vez obtenido el material granular se procedió a realizar sus ensayos en laboratorio.

3.5.2.3 Caracterización del suelo (Granulometría, Límites de Atterberg, CBR, Proctor Modificado, Resistencia a la compresión).

Los ensayos en laboratorio que se realizaron a las muestras de la vía y de cantera fueron descritos en el ítem II. MARCO TEORICO, se detalla los ensayos:

- a) Clasificación de SUCS y ASSHTO (ASTM D-2487, ASTM D-3282).
- b) Granulometría (ASTM D-422, MTC E-107).
- c) Contenido de humedad de un suelo (ASTM D-2216, MTC E-108).
- d) Límite Líquido (ASTM D-4318, MTC E-110).
- e) Límite Plástico (ASTM D-4318, MTC E-111).
- f) Índice de Plasticidad.
- g) Proctor Modificado (ASTM D-1557, MTC E-115).
- h) Ensayo California Bearing Ratio–CBR (CBR ASTM 1883, MTC E-132).
- i) Ensayo de Abrasión de los Ángeles (NTP 400.019, MTC E-207).
- j) Compresión no confinada en muestras de suelos (ASTM 2166, MTC E-121).

3.5.3 Determinación de la dosificación para la estabilización.

La dosificación del cemento y aceite sulfonato son primeramente proporcionados por el proveedor, a la par de dicha dosificación realizaremos ensayos con diferentes dosis sobre la muestra obtenida de la cantera Salome; evaluaremos los resultados obtenidos para proporcionar la dosificación optima.

3.5.4 Ensayo de laboratorio de las muestras estabilizadas.

Los ensayos que se realizarán a las muestras estabilizadas serán los siguientes:

- Ensayo de compactación de suelos Próctor Modificado.
- Ensayo California Bearing Ratio (CBR).
- Compresión no confinada – resistencia media (kg/cm²).

3.5.5 Diseño de pavimento con la base estabilizada.

El diseño de la base estabilizada se realizará con el siguiente método:

a) Método AASHTO 1993.

El diseño de pavimento empleando el método AASHTO 1993 se inicia hallando el número estructural (SN) con la siguiente ecuación:

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

Dónde :

W18: ejes equivalentes

ZR: Probabilidad

So: Desviación estándar

Δ PSI: Cambio de serviciabilidad

Po: Serviciabilidad Inicial

Pt: Serviciabilidad final

MR: Módulo resiliente

Con el SN, se realiza la estructura del pavimento conformado por la capa superior, base y subbase, mediante la ecuación de diseño propuesta en la guía AASHTO 1993:

$$SN = \sum_{i=1} a_i D_i m_i$$

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

En donde:

ai: coeficiente de cada capa (1/cm).

Di: Espesores (cm).

mi: coeficientes de drenaje (adimensional).

3.6 Método de análisis de datos

Una vez terminadas las etapas de recolección y procesamiento de información se inicia la etapa de análisis de datos, en donde se analizará los datos y las herramientas a utilizar para los datos antes descritos.

El método de análisis de datos la realizaremos apoyándonos en las normas ASSHTO; Manual de ensayos de materiales para carreteras del MTC; Suelos Geología y Pavimentos del MTC.

3.7 Aspectos éticos

La presente tesis se desarrolló con responsabilidad y veracidad, respetando la autoría y originalidad de los diferentes autores, citando el material bibliográfico empleado; se utilizó el software del TURNITIN como herramienta para realizar la revisión de confiabilidad y privacidad.

IV. RESULTADOS

Los resultados para determinar la influencia en el diseño de pavimento considerando una base estabilizada con cemento y aceite sulfonado en la ruta LI-116, fueron adquiridos de los trabajos en campo y gabinete realizados en los Estudios de Trafico y Suelos, los cuales detallaremos a continuación:

4.1 Estudio de Trafico

Proporciona número de Ejes equivalentes, el cual es una de las variables para obtener el espesor del diseño de las bases estabilizadas.

4.1.1 Determinación de los Ejes equivalentes (EE)

El número de EE es una de las variables para realizar el diseño de carreteras.

Detallaremos, los datos procesados para obtener los ejes equivalentes proyectados que se utilizara en el diseño:

Tabla 9

PBI por departamentos.

Departamentos	PBI		TASA
	2007	2019	
Cajamarca	8,159,499	10,348,500	2.00%
La Libertad	14,615,612	22,629,943	3.71%

Fuente: Producto bruto interno, INEI.

Tabla 10

Población por departamentos.

Departamentos	POBLACION		TASA
	2007	2019	
Cajamarca	1,476,708	1,542,362	0.36%
La Libertad	1,682,213	1,950,956	1.24%

Fuente: Población, INEI.

Tabla 11
PBI PER CAPITA por departamentos.

Departamentos	PBI		
	PBI	POB	PBI PER CAPITA
Cajamarca	2.00%	0.37%	1.62%
La Libertad	3.71%	1.24%	2.44%

Fuente: INEI.

De los datos mostrados en los cuadros anteriores se obtiene las tasas de crecimiento para la disposición vehicular, la cual se clasifica en vehículos ligeros (autos, camionetas) y vehículos pesados (ómnibus, camiones de 2 ejes, camiones de 3 ejes y otros).

Tabla 12
Tasa de crecimiento por tipo de vehículo.

DEPARTAMENTO	TASA DE CRECIMIENTO		
	LIVIANO	OMNIBUS	PESADO
Cajamarca	0.37%	1.62%	2.00%
La Libertad	1.24%	2.44%	3.71%

Fuente: Elaboración propia.

Los factores de corrección mostrados en la tabla siguiente son obtenidos del peaje VIRU, los factores de corrección por tipo de vehículo será utilizado para obtener el IMDa.

Tabla 13
Factores de corrección por tipo de vehículo.

Tipo de vehículo	Factor de corrección
Livianos	1.12
Pesados	1.09

Fuente: INEI.

4.1.1.1 Resultados del conteo vehicular

Del conteo vehicular se obtuvieron las cantidades de tráfico en la vía, por cada día, por el tipo de vehículo y sentido.

Tabla 14
IMDA del tramo LI-116.

TIPO DE VEHÍCULOS	TOTAL, SEMANAL	IMDS $\Sigma Vi/7$	FC	IMDA = IMDS X FC	DISTRIB. %	DISTRIBUCION POR CAPACIDAD DE VEHICULO
Automóvil	52	7	1.12	8	5.6%	
Station Wagon	102	15	1.12	17	12.0%	
Pick_Up	215	31	1.12	35	24.6%	76.8%
Panel	28	4	1.12	4	2.8%	
C. Rural	269	38	1.12	43	30.3%	
Microbús	12	2	1.12	2	1.4%	
Bus_2E	0	0	1.12	0	0.0%	0.7%
Bus_3E	6	1	1.09	1	0.7%	
Camión_2E	148	21	1.09	23	16.2%	
Camión_3E	51	7	1.09	8	5.6%	
Camión_4E	5	1	1.09	1	0.7%	
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	1.09	0	0.0%	22.5%
Semitrayler_2S3	1	0	1.09	0	0.0%	
Semitrayler 3S1/3S2	1	0	1.09	0	0.0%	
TOTAL, IMD	890	127		142	100.0%	100.0%

Fuente: Trabajos de campo.

De la tabla anterior se observa que la cantidad de vehículos livianos que transitan por la vía es reflejada en 76.8%, seguido por los vehículos pesados con un 22.5% y finalizando con los buses que presentan un 0.7%.

4.1.1.2 Resultados del tráfico proyectado

El tráfico proyectado se obtiene procesando la información recogida de campo, en dicha información se incluye la tasa de crecimiento para proyectar valores de tráfico para 10 años.

Los valores de tráfico proyectado se determinan sumando los valores proyectados de tráfico normal y del tráfico generado proyectado; se muestra los valores obtenidos por cada tipo tráfico proyectado:

- **Trafico normal**

El tráfico normal se proyecta hasta el año 2031 para lo cual se utiliza los indicadores macro-económicos que establece el MEF para lo cual se utiliza los indicadores de la Región La Libertad mostrados en el cuadro de tasa de crecimiento; se muestra el resultado del tráfico normal proyectado en la tabla 16.

- **Trafico generado**

Es aquel que no está presente actualmente, pero aparecerá después de realizar el mejoramiento a la vía, el tráfico generado normalmente es calculado como un porcentaje del tráfico normal, debido a información de proyectos anteriores, se muestra los porcentajes considerados por el Ministerio de Economía y Finanzas:

Tabla 15

Trafico generado por tipo de proyecto.

Tipo de Intervención	% de tráfico normal
Proyecto de Mejoramiento por Niveles de Servicio	30% - 70%
Proyecto de Recuperación	5%
Proyecto de Asfaltado en Costa y Sierra	10% – 15%
Proyecto de Asfalto en Selva	15% - 20%

Fuente: MEF.

De acuerdo al cuadro anterior nos corresponde aplicar un 30% al tráfico normal para así obtener el tráfico generado; el tráfico generado será sumado al tráfico normal después de aplicar el mejoramiento (segundo año).

- **Tráfico total**

El tráfico total se obtiene de la sumatoria del tráfico normal más el tráfico generado en el periodo evaluado (10 años).

Se muestra los resultados referentes al tráfico normal, generado y total:

Tabla 16
Trafico normal proyectado de la ruta LI-116.

VEHICULO	TASA CRECIM	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Automóvil	1.24%	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	9
Station_Wagon	1.24%	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19	19
Pick_Up	1.24%	35	35	36	36	37	37	38	38	39	39	40
Panel	1.24%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
C. Rural	1.24%	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	49
Microbús	1.24%	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bus_2E	2.44%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus_3E	2.44%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión_2E	3.71%	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Camión_3E	3.71%	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	12
Camión_4E	3.71%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Semitrayler_2S1/2S2	3.71%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler_2S3	3.71%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler_3S1/3S2	3.71%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		142	144	147	150	152	156	158	161	164	166	171

Fuente: Trabajos de gabinete.

Tabla 17

Tráfico generado proyectado de la ruta LI-116.

VEHICULO	TASA GENER	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Automóvil	30.00%		2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Station_Wagon	30.00%		5	5	5	5	5	5	6	6	6	6
Pick_Up	30.00%		11	11	11	11	11	11	11	12	12	12
Panel	30.00%		1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
C. Rural	30.00%		13	13	14	14	14	14	14	14	14	15
Microbús	30.00%		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus_2E	30.00%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus_3E	30.00%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión_2E	30.00%		7	8	8	8	8	9	9	9	10	10
Camión_3E	30.00%		2	3	3	3	3	3	3	3	3	4
Camión_4E	30.00%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler_2S1/2S2	30.00%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler_2S3	30.00%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler_3S1/3S2	30.00%		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		0	42	44	45	45	46	47	48	49	50	53

Fuente: Trabajos de gabinete.

Tabla 18

Tráfico total proyectado de la ruta LI-116.

VEHICULO	TASA GENER	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Automóvil		8	10	10	10	10	12	12	12	12	12	12
Station_Wagon		17	22	22	23	23	23	23	25	25	25	25
Pick_Up		35	46	47	47	48	48	49	49	51	51	52
Panel		4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7
C. Rural		43	57	57	59	59	60	60	61	61	62	64
Microbús		2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Bus_2E		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus_3E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión_2E		23	31	33	34	35	36	38	39	40	42	43
Camión_3E		8	10	12	12	12	13	13	13	14	14	16
Camión_4E		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Semitrayler_2S1/2S2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler_2S3		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler_3S1/3S2		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		142	186	191	195	197	202	205	209	213	216	224

Fuente: Trabajos de gabinete.

4.1.1.3 Cálculo de los Ejes equivalentes (EE)

Los EE son obtenidos del procesamiento de los vehículos pesados, se muestra los resultados para la obtención del EAL de diseño en el periodo de 10 años:

Tabla 19

Factores destructivos, Factor direccional y factor carril por tipo de vehículo pesado.

TIPO DE VEHÍCULO	BUSES		CAMIONES			SEMITRAYLERS				TRAYLERS				TOTAL
	2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
Carga (Manual de Pavimentos)	4.50365	2.63131	4.50365	3.28458	2.77355	7.74194	6.59142	6.52287	5.37235	10.98023	9.76115	9.76115	8.54208	
Factor Direccional							1.0							
Factor Carril							1.0							
IMD (Vehículos Pesados) 2019	0	1	23	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33

Fuente: Trabajos de gabinete.

Con los valores mostrados en la tabla anterior se procede al cálculo del EAL por cada año durante el periodo de diseño (10 años); en la tabla siguiente se nos presenta los EAL de cada año, así como el EAL acumulado en el periodo de diseño (año 2031) con el cual se realizará el diseño del pavimento:

Tabla 20*Ejes equivalentes de diseño en la ruta LI-116.*

PERIODO DE DISEÑO	AÑOS	BUSES		CAMIONES			SEMITRAYLERS				TRAYLERS				EAL ANUAL	EAL ACUMULADO		
		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3				
2021	0	0	960	37,808	9,591	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.94E+04	4.94E+04
2022	1	0	960	50,959	11,989	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.49E+04	6.49E+04
2023	2	0	960	54,247	14,386	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.06E+04	1.36E+05
2024	3	0	960	55,890	14,386	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.22E+04	2.08E+05
2025	4	0	960	57,534	14,386	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.39E+04	2.82E+05
2026	5	0	960	59,178	15,585	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.67E+04	3.58E+05
2027	6	0	960	62,466	15,585	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.00E+04	4.38E+05
2028	7	0	960	64,110	15,585	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.17E+04	5.20E+05
2029	8	0	960	65,753	16,784	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.45E+04	6.05E+05
2030	9	0	960	69,041	16,784	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.78E+04	6.92E+05
2031	10	0	960	70,685	19,182	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.18E+04	7.84E+05

Fuente: Trabajos en gabinete.

Se asume un EAL de diseño = **7.84x10⁵ EE**

4.2 Estudio de Suelos

Para el estudio de Suelos se realizó la extracción de muestras tanto de la vía como de la cantera más próxima, las muestras fueron conseguidos mediante la realización de pozos exploratorios (en adelante calicatas a cielo abierto) en la vía y la cantidad de calicatas están de acuerdo al tipo de solución que le propondrá (SOLUCION BASICA) lo cual implica realizar 06 calicatas; además de lo antes mencionado se realizó la toma de 03 muestras de la cantera SALOME, el cual es una posible cantera de donde se obtendrá el material para la base estabilizada.

Se detalla la ubicación de las calicatas y trincheras realizados en campo:

Tabla 21

Ubicación de calicatas de la ruta LI-116 y la cantera Salome.

NOMBRE	PROGRESIVA	CALICATA	COORDENADAS UTM WGS-84		PROF. (m)
			NORTE	ESTE	
CALICATA EN LA VIA					
Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda)	0+005.19	C - 01	9131433	819696	1.70
	2+549.92	C - 02	9129519	819288	1.70
	4+823.06	C - 03	9127631	818953	1.20
	7+369.15	C - 04	9125455	818883	1.70
	9+732.44	C - 05	9123181	818961	1.70
	10+675.10	C - 06	9120578	820080	0.70
CALICATA Y TRINCHERAS EN LA CANTERA					
	Km. 0+000	C - 01	9132829	823670	3.00
	Acceso: 6.36	T - 01	9132838	803675	3.00
	km	T - 02	9132850	823678	3.00

Fuente: Trabajos en campo del equipo de suelos.

Los ensayos de laboratorio realizados a las muestras extraídas se efectuaron para cada variación estratigráfica de cada calicata, en donde permitieron definir las propiedades de los suelos empleando ensayos físicos y mecánicos.

A continuación, detallamos los resultados que se obtuvieron de los ensayos en el laboratorio:

4.2.1 Ensayos de laboratorio realizado a la vía

En los siguientes ítems se presenta los resúmenes de las propiedades de las muestras obtenidas de la ruta:

4.2.1.1 Granulometría, Límites de Atterberg (LL, LP y IP), Clasificación SUCS y AASHTO y Humedad natural (W).

Tabla 22

Cuadro resumen del ensayo de granulometría, LL, LP, IP, clasificación SUCS y AASHTO y Humedad natural (W) realizados a la ruta LI-116.

NOMBRE	COORDENADAS		CALICATA		PROF. (m)	% QUE PASA		LÍMITES < N°40			CLASIFICACIÓN		W (%)
	NORTE	ESTE	N°	MUESTRA		N° 4	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.	SUCS	AASHTO	
Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda)	9131433	819696	C- 01	M-1	0.00 -0.20	34.8	8.3	NP	NP	NP	GW-GM	A-1-a (0)	3.3
	9131433	819696	C- 01	M-2	0.20 -1.70	43.9	5.8	24	16	8	GP-GC	A-2-4 (0)	5.5
	9129519	819288	C- 02	M-1	0.00 -0.30	39.3	15.8	26	19	7	GC-GM	A-2-4 (0)	5.4
	9129519	819288	C- 02	M-2	0.30 -1.70	81.4	34.9	29	25	4	SM	A-2-4 (0)	14.2
	9127631	818953	C- 03	M-1	0.00 -0.45	61.0	34.8	27	20	7	GC	A-2-4 (0)	20.4
	9127631	818953	C- 03	M-2	0.45 -1.20	84.9	64.6	26	19	7	CL-ML	A-4 (6)	18.3
	9125455	818883	C- 04	M-1	0.00 -0.40	54.1	25.0	24	18	6	GC-GM	A-2-4 (0)	4.6
	9125455	818883	C- 04	M-2	0.40 -1.70	79.2	34.8	34	24	10	SM	A-2-6 (0)	12.5
	9123181	818961	C- 05	M-1	0.00 -0.40	38.7	12.2	28	21	7	GC-GM	A-2-4 (0)	5.1
	9123181	818961	C- 05	M-2	0.40 -1.70	52.1	19.7	33	24	9	GM	A-2-4 (0)	14.6
9120578	820080	C- 06	M-1	0.00 -0.70	54.8	28.1	24	18	6	GC-GM	A-2-4 (0)	9.4	

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES INGENIEROS SRL.

Del cuadro anterior se puede concluir los siguientes puntos:

- En el estrato superior predomina los suelos granulares de tendencia limo-arcillosa identificada en el sistema SUCS como GC-GM con 67%, le sigue las gravas finas arcillosa bien graduada con un 17% y finalmente una grava arcillosa con un 16%.
- En el estrato inferior se compone en su mayoría por suelos granulares de tendencia limosa. Predomina las arenas limosas identificadas en el sistema SUCS como un SM con 33%, le siguen los suelos del tipo gravas limo-arcillosas, gravas limosas, gravas mal gradadas arcillosas y arcillas limosas de baja plasticidad, participan haciendo un total aproximado de 67%.

4.2.1.2 Ensayos de las propiedades mecánicas

Los ensayos que permiten obtener las propiedades mecánicas del suelo frente a sollicitaciones mecánicas, determinando su condición de resistencia, en nuestro caso para el diseño de espesores de pavimentos son: el CBR y el ensayo de Densidad - Humedad (Proctor).

Tabla 23

Capacidad de carga (CBR), de las calicatas realizadas en campo.

NOMBRE	CALICATA		PROF. (m)	% QUE PASA LA MALLA ¾"	W (%)	PROCTOR		CBR AL 0.1"		CBR DE LA SUBRASATE
	N.º	MUESTRA				MDS	OCH	95% MDS	100% MDS	
Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda)	C- 01	M-1	0.00 -0.20	66.4	3.3	-	-	-	-	
	C- 01	M-2	0.20 -1.70	70.2	5.5	2.107	9.1	41.0	47.1	
	C- 02	M-1	0.00 -0.30	60.6	5.4	-	-	-	-	
	C- 02	M-2	0.30 -1.70	88.8	14.2	1.821	12.4	25.0	30.2	
	C- 03	M-1	0.00 -0.45	79.4	20.4	-	-	-	-	
	C- 03	M-2	0.45 -1.20	96.7	18.3	1.563	13.0	16.9	20.0	18
	C- 04	M-1	0.00 -0.40	72.8	4.6	-	-	-	-	
	C- 04	M-2	0.40 -1.70	100.0	12.5	1.874	13.1	25.4	33.4	
	C- 05	M-1	0.00 -0.40	60.6	5.1	-	-	-	-	
	C- 05	M-2	0.40 -1.70	75.2	14.6	2.025	10.1	44.6	54.3	
C- 06	M-1	0.00 -0.70	76.6	9.4	1.914	11.1	41.6	49.7		

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

4.2.2 Ensayos de laboratorio realizado a la cantera SALOME

Tabla 24

Cuadro resumen del ensayo de granulometría, LL, LP, IP, clasificación SUCS y AASHTO y Humedad natural (W) realizados a la cantera SALOME.

CANTERA	CALIC.	PROF. (m)	% QUE PASA		LIMITES < N° 40			W (%)	CLASIFICACIÓN		ABSORCION %	EQUIV. DE ARENA %	CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA %	ABRASIÓN %	PROCTOR			CBR 0.1"	
			N° 4	N° 200	L.L.	L.P.	I.P.		SUCS	AASHTO					MAX. DENS.	OCH	95%	100%	
	C-01	0.00 - 3.00	0.2	15.2	27	22	5	6.6	GM	A-1-b (0)	0.8 %	47	0.91	27.5	2.143	8.6	49.4	65.4	
SALOME	T-01	0.00 - 3.00	2.0	19.9	29	23	6	4.1	GM	A-1-b (0)	0.8 %	43	1.02	29.5	2.129	9.4	43.2	55.0	
	T-02	0.00 - 3.00	7.8	12.2	28	22	6	5.8	GC-GM	A-2-4 (0)	1.4 %	37	0.61	29.5	2.122	8.3	45.1	53.5	

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

4.2.3 Ensayos de laboratorio realizado a las muestras estabilizadas de la cantera Salome

Las muestras obtenidas de la cantera Salome fueron analizadas y evaluadas en laboratorio, las estabilizaciones fueron distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 25

Muestras Estabilizadas evaluadas.

ESTABILIZANTE	CANTIDAD		
	CANTIDAD 01	CANTIDAD 02	CANTIDAD 03
CEMENTO	2% del vol. de la muestra	3% del vol. de la muestra	4% del vol. muestra
ADITIVO PROES 100	0.26 lts/m ³ (PROES 100)	0.28 lts/m ³ (PROES 100)	0.30 lts/m ³ (PROES 100)
ADITIVO PROES 100 + CEMENTO	0.26 lts/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)	0.28 lts/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)	0.30 lts/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)

Fuente: Trabajos en laboratorio.

Se muestran los resultados obtenidos para cada Estabilizado.

4.2.3.1 Muestras estabilizadas con cemento

a) Muestra Estabilizada con 2 % de Cemento o 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Tabla 26

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 01.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (m)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	17

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

b) Muestra Estabilizada con 3 % Cemento o 67.5 Kg/m³ (Cemento Portland)

Tabla 27

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 02.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (m)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	24

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

c) Muestra Estabilizada con 4 % Cemento o 90 Kg/m3 (Cemento Portland)

Tabla 28

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 03.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (m)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	32

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

Los resultados obtenidos a las muestras estabilizadas con cemento son comparados con los requeridos en el **DOCUMENTO TÉCNICO PARA LAS SOLUCIONES BÁSICAS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DEL - MTC**, en el cual en el cuadro N° 01 del documento muestra lo siguiente:

Tabla 29

Especificaciones Tec. De tipos de estabilizadores y parámetros del Documento Técnico De Soluciones Básicas Del MTC.

SUELO ESTABILIZADO CON	PAPAMETROS
Cemento	<p>1. Resistencia a compresión simple= 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103)</p> <p>2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104):</p> <ul style="list-style-type: none"> -Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima -Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10 % de Pérdida Máxima -Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Pérdida Máxima
Emulsión Asfáltica	<p>1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504)</p> <p>2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo</p> <p>3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%</p>
Cal	<p>1. CBR. = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132)</p> <p>2. Expansión s; 0.5%</p>
Sales	<p>1. CBR^o = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)</p>
Productos químicos	
(aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	<p>1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132)</p> <p>2. Expansión s; 0.5%</p>

(°) CBR corresponde a la penetración de 0.1"

Fuente: Doc. Téc. de soluciones básicas del MTC.

De los resultados obtenidos con el estabilizado con cemento se puede resaltar lo siguiente:

- Según el Documento Técnico de soluciones básicas del MTC solo se nos solicita una resistencia mínima de 1.8 MPa lo que equivale a 18 kg/cm².
- Según el Documento Técnico de soluciones básicas del MTC, solo se nos solicita realizar la prueba de Resistencia a la compresión simple.
- De las dosificaciones empleadas, la dosificación con el 3% y 4% del volumen de material de muestra presenta una resistencia promedio de 24 kg/cm² y 32 kg/cm² los cuales satisfacen lo requerido en el Documento Técnico de soluciones básicas del MTC.

4.2.3.2 Muestras estabilizadas con aditivo PROES 100

a) Muestra con 0.26 Lts/m3 (PROES 100)

Tabla 30

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 04.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		CBR AL 0.1"		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (m)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	95% MDS	100% MDS	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	49.8	65.2	14

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

b) Muestra con 0.28 Lts/m3 (PROES 100)

Tabla 31

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 05.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		CBR AL 0.1"		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (m)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	95% MDS	100% MDS	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	57.9	75.6	15

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

c) Muestra con 0.30 Lts/m3 (PROES 100)

Tabla 32

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 06.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		CBR AL 0.1"		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (m)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	95% MDS	100% MDS	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	65.7	84.9	17

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

De los resultados obtenidos a las muestras estabilizadas solo con el aditivo PROES 100 se concluye lo siguiente:

- Las dosificaciones empleadas con aditivo PROES 100 fueron de 0.26 Lts/m3, 0.28 Lts/m3 y 0.30 Lts/m3.
- Los CBR a 0.1" obtenidos al 100 % de la MDS no satisfacen lo requerido por el Documento Técnico de soluciones básicas del MTC (tabla N° 29) ya que presentan valores de 65.2, 75.6 y 84.9.
- Las resistencias a la compresión promedios no varían significativamente en las tres muestras estabilizadas dando resultados de 14 kg/cm², 15 kg/cm² y 17 kg/cm²,

4.2.3.3 Muestras estabilizadas con aditivo PROES 100 + Cemento

a) Muestra con 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Tabla 33

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 07.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		CBR AL 0.1"		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (m)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	95% MDS	100% MDS	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	85.8	101.3	32

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

b) Muestra con 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Tabla 34

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 08.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		CBR AL 0.1"		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (M)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	95% MDS	100% MDS	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	89.3	106.0	37

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

c) Muestra con 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Tabla 35

Cuadro resumen del ensayo de Proctor Modificado, CBR y Compresión no confinada a la muestra estabilizada 09.

NOMBRE	CALICATA		PROCTOR MODIFICADO		CBR AL 0.1"		COMPRESIÓN NO CONFINADA – RESISTENCIA PROMEDIO (kg/cm ²)
	N.º	PROF. (M)	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	95% MDS	100% MDS	
CANTERA SALOME	C- 01 / T-01 / T-02	3.00	2.131	8.8	99.2	117.1	39

Fuente: Resultados de ensayos en JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS SRL.

De los resultados obtenidos a las Muestra estabilizada con aditivo PROES 100 y Cemento Portland se resalta lo siguiente:

- Se estabilizo las muestras de la Cantera Salome con las siguientes dosificaciones:
 - Muestra + 0.26 lts/m³ (PROES 100) + 45 kg/m³ (Cemento).
 - Muestra + 0.28 lts/m³ (PROES 100) + 45 kg/m³ (Cemento).
 - Muestra + 0.30 lts/m³ (PROES 100) + 45 kg/m³ (Cemento).
- Realizando el comparativo con lo solicitado en el Doc. Téc. de soluciones básicas del MTC en donde se nos solicita una resistencia mínima a la compresión de 1.8 MPa (18 kg/cm²) se observa que todas las estabilizaciones cumplen con lo requerido dando valores de 32, 37 y 39 kg/cm².
- Con respecto a los valores del ensayo de CBR a 0.1" obtenidos al 100 % de la MDS se observa que la muestra con 0.26 lts/m³ de PROES 100 + 45 kg/m³ de Cemento está al límite de lo solicitado en el Documento Técnico de soluciones básicas del MTC con un valor de 101.3.
- Por lo descrito anteriormente se puede deducir que las 03 muestras estabilizadas con aditivo PROES 100 + CEMENTO satisfacen lo solicitado en el Doc. Téc. de soluciones básicas del MTC.
- Además, viéndolo por el lado económico por las solicitudes de las dosificaciones, es viable realizar la dosificación con 0.26 lts/m³ de PROES 100 + 45 kg/m³ de Cemento para la estabilización de la base en la ruta LI-116 ya que emplea menos cantidad de estabilizadores.

4.3 Diseño de la ruta LI-116

Para el diseño de la vía emplearemos los resultados de los Estudios de Tráfico y Suelos, apoyándonos en el MANUAL DE CARRETERAS – SUELOS GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS del MTC.

En el capítulo XI AFIRMADOS del Manual de Suelos del MTC se nos brinda las consideraciones para el diseño de un afirmado. Un factor importante para determinar si diseñaremos un afirmado es la cantidad de ejes equivalentes, en el capítulo XI se nos muestra el siguiente texto para diseño de afirmados:

AFIRMADOS

Las carreteras no pavimentadas con revestimiento granular en sus capas superiores y superficie de rodadura corresponden en general a carreteras de bajo volumen de tránsito y un número de repeticiones de **Ejes Equivalentes de hasta 300,000 EE en un periodo de diez años**; estas carreteras no pavimentadas pueden ser clasificadas como sigue:

Figura 4. Descripción de afirmado.

Fuente: Manual de Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC.

Por lo descrito en la imagen anterior y por la solicitud de ESAL de diseño que tenemos en la ruta LI-116 (**7.84×10^5 EE**) no corresponde diseñar un afirmado, por consiguiente, se tiene que diseñar un pavimento flexible.

En el capítulo XII PAVIMENTO FLEXIBLE se nos muestra los criterios para el diseño de un pavimento empleando el Método AASHTO 1993.

Por lo descrito anteriormente, emplearemos en Método AASHTO 1993 para el diseño de espesores de la carretera.

4.3.1 Método AASHTO 1993 (cálculo del Numero Estructural – SN)

El empleo del método AASHTO 93 involucra la evaluación de diversos factores detallados en el capítulo de MARCO TEORICO.

Se muestra las ecuaciones con la cual hallaremos los espesores de acuerdo a nuestras solicitudes:

- **Número Estructural (SN):**

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

- **Espesores del pavimento flexible:**

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

En los siguientes ítems detallaremos las variables que utilizaremos para el diseño de los espesores de la ruta departamental LI-116:

4.3.1.1 Variable de tiempo

El periodo para el diseño se da de acuerdo a la clasificación de la vía, mostramos los periodos recomendados por el MTC:

Tabla 36

Periodo de análisis.

CLASIFICACIÓN DE LA VIA	PERIODO DE ANÁLISIS
Urbana de alto vol. de tráfico	30 - 50
Rural de alto vol. de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo vol. de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo vol. de tráfico	10 - 20

Fuente: Manual de conservación-MTC.

La ruta departamental LI-116 se clasifica como una vía no Pavimentada de bajo volumen de tráfico por consiguiente nuestro periodo es de **10 años**.

4.3.1.2 Tránsito (EE)

De acuerdo al estudio de tráfico el número de ejes equivalentes de diseño es de **7.84x10⁵ EE**.

Se nos muestra los tipos de trafico de acuerdo al número de EE de diseño:

Tabla 37

Numero de repeticiones acumuladas de EE de 8.2 t, en el carril de diseño.

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	De	A	
BAJO	150001	300000	TP_1
VOLUMEN DE	300001	500000	TP_2
TRÁNSITO DE	500001	750000	TP_3
150,001 A	750001	1000000	TP_4
1'000,000 EE	1000001	1500000	TP_5
	1500001	3000000	TP_6
CAMINOS QUE	3000001	5000000	TP_7
TIENEN UN	5000001	7500000	TP_8
TRAFICO	7500001	10000000	TP_9
COMPRENDIDO	10000001	12500000	TP_10
ENTRE	12500001	15000000	TP_11
1'000,000 Y	15000001	20000000	TP_12
30'000,000 EE	20000001	25000000	TP_13
	25000001	30000000	TP_14

Fuente. Manual de Carreteras-Suelos-MTC.

Según el cuadro anterior el tipo de tráfico es **TP4**.

4.3.1.3 Subrasante (CBR)

La característica de la subrasante viene definida por el CBR obtenido de las calicatas de la ruta, se muestra las categorías del Manual de Suelos del MTC.

Tabla 38

Categorías de la sub rasante.

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Extraordinaria

Fuente. Manual de Carreteras-Suelos-MTC.

De acuerdo a los ensayos de CBR de las muestras de la plataforma de vía se obtuvo un CBR promedio de **18%**, por lo cual según el cuadro anterior nuestra sub rasante está clasificada como un **S3 (SUBRASANTE BUENA)**.

4.3.1.4 Confiabilidad (R)

La confiabilidad está definida de acuerdo al rango de tráfico, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 39

Valores recomendados de nivel de confiabilidad.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
	DE	A	
TP_1	150001	300000	70%
TP_2	300001	500000	75%
TP_3	500001	750000	80%
TP_4	750001	1000000	80%
TP_5	1000001	1500000	85%
TP_6	1500001	3000000	85%
TP_7	3000001	5000000	85%
TP_8	5000001	7500000	90%
TP_9	7500001	10000000	90%
TP_10	10000001	12500000	90%
TP_11	12500001	15000000	90%
TP_12	15000001	20000000	95%
TP_13	20000001	25000000	95%
TP_14	25000001	30000000	95%

Fuente. Manual de Carreteras-Suelos-MTC.

La confiabilidad (R) para el tipo de tráfico **TP4** es **80%**.

4.3.1.5 Desviación Estándar (Zr)

La Desviación Estándar (Confiabilidad) viene definida de acuerdo al rango de tráfico, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 40

Valores de los coeficientes estadísticos de la Desviación Estándar Normal (Z_r).

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
	DE	A	
TP_1	150001	300000	-0.524
TP_2	300001	500000	-0.674
TP_3	500001	750000	-0.842
TP_4	750001	1000000	-0.842
TP_5	1000001	1500000	-1.036
TP_6	1500001	3000000	-1.036
TP_7	3000001	5000000	-1.036
TP_8	5000001	7500000	-1.282
TP_9	7500001	10000000	-1.282
TP_10	10000001	12500000	-1.282
TP_11	12500001	15000000	-1.282
TP_12	15000001	20000000	-1.645
TP_13	20000001	25000000	-1.645
TP_14	25000001	30000000	-1.645

Fuente. Manual de Carreteras-Suelos-MTC.

La Desviación Estándar Normal (Z_r) para nuestro diseño toma el valor de **-0.842**.

4.3.1.6 Desviación Estándar Combinada (S_o)

El valor de S_o según la guía AASHTO 1993 está relacionada con el tipo de pavimento y del comportamiento del pavimento, se muestra los valores señalados:

Tabla 41

Valores de la Desviación Estándar Combinada (S_o).

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

Fuente. Guía AASHTO 1993.

Para nuestros espesores tomaremos el valor promedio de 0.40 y 0.50 el cual nos da **0.45** como el valor para la Desviación Estándar Combinada.

4.3.1.7 Índice de Serviciabilidad Presente (PSI)

Viene dada por la diferencia entre la serviciabilidad inicial y final, se muestra casa uno de ellas:

a) Serviciabilidad Inicial (Pi)

Representa la condición de la vía recién construida, se indica los índices de servicio inicial:

Tabla 42

Indices de Serviciabilidad Inicial (Pi).

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (Pi)
	De	A	
TP_1	150001	300000	3.8
TP_2	300001	500000	3.8
TP_3	500001	750000	3.8
TP_4	750001	1000000	3.8
TP_5	1000001	1500000	4.0
TP_6	1500001	3000000	4.0
TP_7	3000001	5000000	4.0
TP_8	5000001	7500000	4.0
TP_9	7500001	10000000	4.0
TP_10	10000001	12500000	4.0
TP_11	12500001	15000000	4.0
TP_12	15000001	20000000	4.2
TP_13	20000001	25000000	4.2
TP_14	25000001	30000000	4.2

Fuente. Manual de Carreteras-Suelos-MTC.

El índice inicial de acuerdo a nuestro tráfico es de **3.8**.

b) Serviciabilidad Final o Terminal (PT)

Representa la condición de la vía que ha alcanzado la necesidad requerida, se indica los índices de servicio final:

Tabla 43
Índices de Serviciabilidad Final (Pf).

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
	De	A	
TP_1	150001	300000	2.0
TP_2	300001	500000	2.0
TP_3	500001	750000	2.0
TP_4	750001	1000000	2.0
TP_5	1000001	1500000	2.5
TP_6	1500001	3000000	2.5
TP_7	3000001	5000000	2.5
TP_8	5000001	7500000	2.5
TP_9	7500001	10000000	2.5
TP_10	10000001	12500000	2.5
TP_11	12500001	15000000	2.5
TP_12	15000001	20000000	3.0
TP_13	20000001	25000000	3.0
TP_14	25000001	30000000	3.0

Fuente. Manual de Carreteras-Suelos-MTC.

El índice final de acuerdo a nuestro tráfico es de **2**.

Con los datos mostrados el índice de Serviciabilidad Presente (PSI) nos da como resultado **1.8**.

4.3.1.8 Módulo de Resiliencia (MR)

Representa la rigidez del suelo de la sub rasante, el cálculo se realiza con el CBR de la sub rasante mediante la siguiente ecuación:

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Teniendo un valor de CBR DE 18%, el Módulo Resiliente es de **16247 PSI**.

Con los datos obtenidos se realiza el cálculo con la siguiente ecuación a fin de obtener el Numero Estructural (SN) con el cual hallaremos los espesores de acuerdo a nuestras muestras estabilizadas.

$$\log W_{18} = Z_R S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log M_R - 8.07$$

El **numero Estructural (SN)** obtenido es de **2.29**.

4.3.2 Método AASHTO 1993 (Cálculo de los espesores).

Los espesores serán calculados mediante el método AASHTO 1993, la cual emplea la siguiente ecuación:

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Para hallar los espesores del pavimento se tuvo siguientes consideraciones:

- El numero Estructural (SN) de 2.29 no se verá afectado por el tipo de estabilizante a colocar en la base.
- En la capa superior se asumirá la colocación de un micro pavimento de 25 mm ya es el Manual de Suelos lo recomienda para tráficos menores a 1'000,000 EE.
- Se calculará espesores para una base estabilizada con CEMENTO y para una base estabilizada con aditivo PROES 100 + CEMENTO ya que cumplieron con lo solicitado en el Doc. Téc. de soluciones básicas del MTC.
- No se calculará espesores con los resultados obtenidos de la base estabilizada con solo aditivo PROES 100 debido a que no cumplieron el CBR solicitado en el Documento Técnico de soluciones básicas del MTC (mínimo 100% del CBR).

Por lo descrito anteriormente detallaremos los resultados obtenidos para el cálculo de espesores:

4.3.2.1 Cálculo del espesor del pavimento sin añadir ningún estabilizante

Tabla 44

Resultados mediante ASSHTO 93 a la muestra de cantera sin estabilizante.

Parámetros de diseño	LI-116
	(Km 0+000 – Km 13+114)
Numero Estructural SN	2.29
Coef. de capa superior (1/cm)	0.130
Espesor de capa superior(cm)	2.5
Coef. de base (1/cm)	0.052
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de base (cm)	20
Coef. de sub - base (1/cm)	0.047
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de sub -base (cm)	20

Fuente: Trabajos en gabinete.

4.3.2.2 Cálculo del espesor del pavimento añadiendo Cemento

a) Espesor de la muestra estabilizada con 2 % Cemento o 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

La muestra estabilizada con cemento al 2% no cumple con la solicitud del Documento Técnico de soluciones básicas del MTC ya que se nos solicita una resistencia a la compresión mínima de 18 kg/cm²; por lo descrito no realizaremos el cálculo de espesores de dicha muestra estabilizada.

b) Espesor de la muestra estabilizada con 3 % Cemento o 67.5 Kg/m³ (Cemento Portland)

Para obtener los espesores tuvimos las siguientes consideraciones:

- La muestra estabilizada con cemento al 3% presenta una resistencia a la compresión de 24 kg/cm² de acuerdo a los ensayos realizados.
- La resistencia a la compresión de 24 kg/cm² equivale a 341.36 PSI.

- La guía AASHTO 1993 presenta el siguiente Abaco en donde se nos brinda los coeficientes estructurales para base estabilizadas con cemento de acuerdo a las resistencias obtenidas:

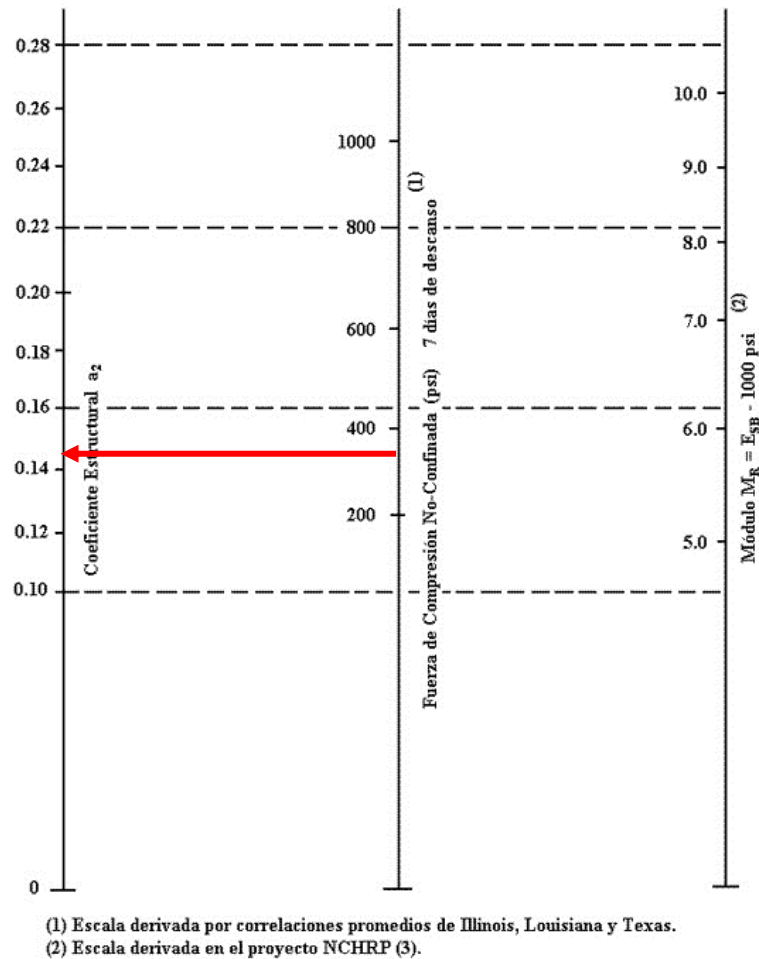


Figura 5. Variación de a_2 para 3% de cemento.

Fuente: Guía AASHTO 1993.

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 341.36 PSI le equivale un coeficiente estructural de base de 0.144/pulg.
- el coeficiente estructural de la base de 0.144/pulg equivale a 0.057/cm, dicho valor será utilizado para hallar el espesor de la base estabilizada.
- Con los datos descritos en los párrafos anteriores realizaremos el cálculo del pavimento flexible (se adjunta los cálculos en el Anexo 07), mostramos el siguiente cuadro de resultados:

Tabla 45*Resultados para espesores mediante el estabilizado al 3% con Cemento.*

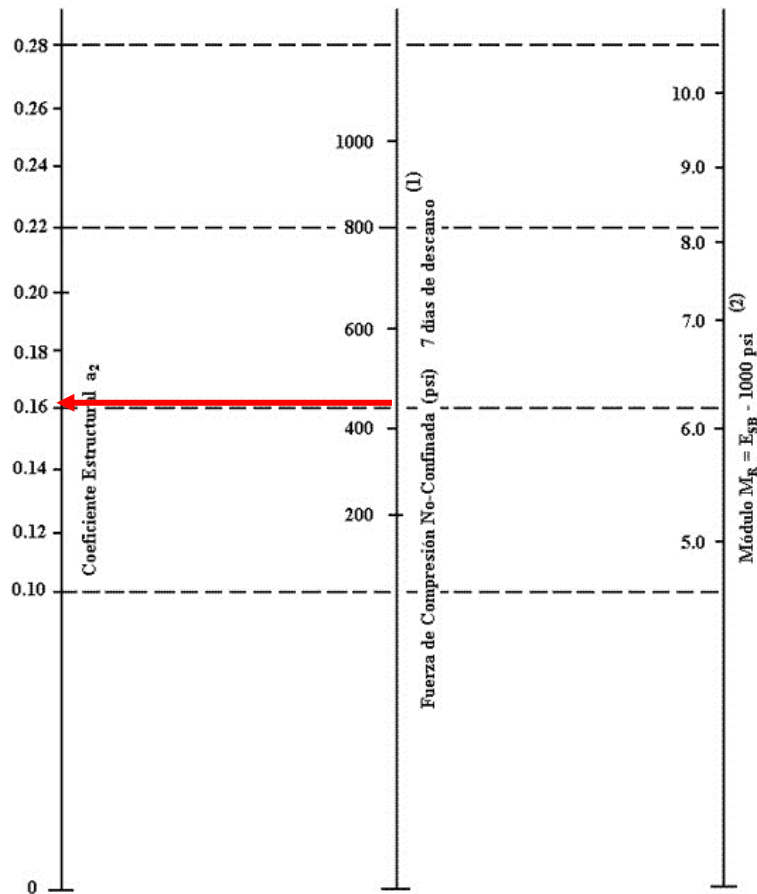
Parámetros de diseño	LI-116
	(Km 0+000 – Km 13+114)
Numero Estructural SN	2.29
Coef. de capa superior (1/cm)	0.130
Espesor de capa superior(cm)	2.5
Coef. de base (1/cm)	0.057
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de base (cm)	18 ≈ 20
Coef. de sub - base (1/cm)	0.047
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de sub -base (cm)	20

Fuente: Trabajos en gabinete.

c) Espesor de la muestra estabilizada con 4 % Cemento o 90 Kg/m³ (Cemento Portland)

Para obtener los espesores tuvimos las siguientes consideraciones:

- La muestra estabilizada con cemento al 4% presenta una resistencia a la compresión de 32 kg/cm² de acuerdo a los ensayos realizados.
- La resistencia a la compresión de 32 kg/cm² equivale a 455.15 PSI.
- La guía AASHTO 1993 presenta el siguiente Abaco en donde se nos brinda los coeficientes estructurales para base estabilizadas con cemento de acuerdo a las resistencias obtenidas:



(1) Escala derivada por correlaciones promedios de Illinois, Louisiana y Texas.
 (2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

Figura 6. Variación de a_2 para 4% de cemento.

Fuente: Guía AASHTO 1993.

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 455.15 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de 0.162/pulg.
- el coeficiente estructural de la base de 0.162/pulg equivale a 0.064/cm, dicho valor será utilizado para hallar el espesor de la base estabilizada.
- Con los datos descritos en los párrafos anteriores realizaremos el cálculo del pavimento flexible (se adjunta los cálculos en el Anexo 07), mostramos el siguiente cuadro de resultados:

Tabla 46

Resultados para espesores mediante el estabilizado al 4% con Cemento.

Parámetros de diseño	LI-116
	(Km 0+000 – Km 13+114)
Numero Estructural SN	2.29
Coef. de capa superior (1/cm)	0.130
Espesor de capa superior(cm)	2.5
Coef. de base (1/cm)	0.064
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de base (cm)	16 ≈ 20
Coef. de sub - base (1/cm)	0.047
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de sub -base (cm)	20

Fuente: Trabajos en gabinete.

4.3.2.3 Cálculo del espesor del pavimento añadiendo aditivo PROES 100 y Cemento

a. Espesor de la muestra estabilizada con 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Para obtener los espesores tuvimos las siguientes consideraciones:

- La muestra estabilizada con **0.26 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento** presenta un CBR al 0.1" del 100% de MDS de 101.3%, por lo cual estamos al límite de los solicitados para estabilizados con productos químicos (100% de CBR).
- La muestra estabilizada con **0.26 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento** presenta una resistencia a la compresión de 32 kg/cm² de acuerdo a los ensayos realizados.
- La resistencia a la compresión de 32 kg/cm² equivale a 455.15 PSI.
- La guía AASHTO 1993 presenta el siguiente Abaco en donde se nos brinda los coeficientes estructurales para base estabilizadas con cemento de acuerdo a las resistencias obtenidas:

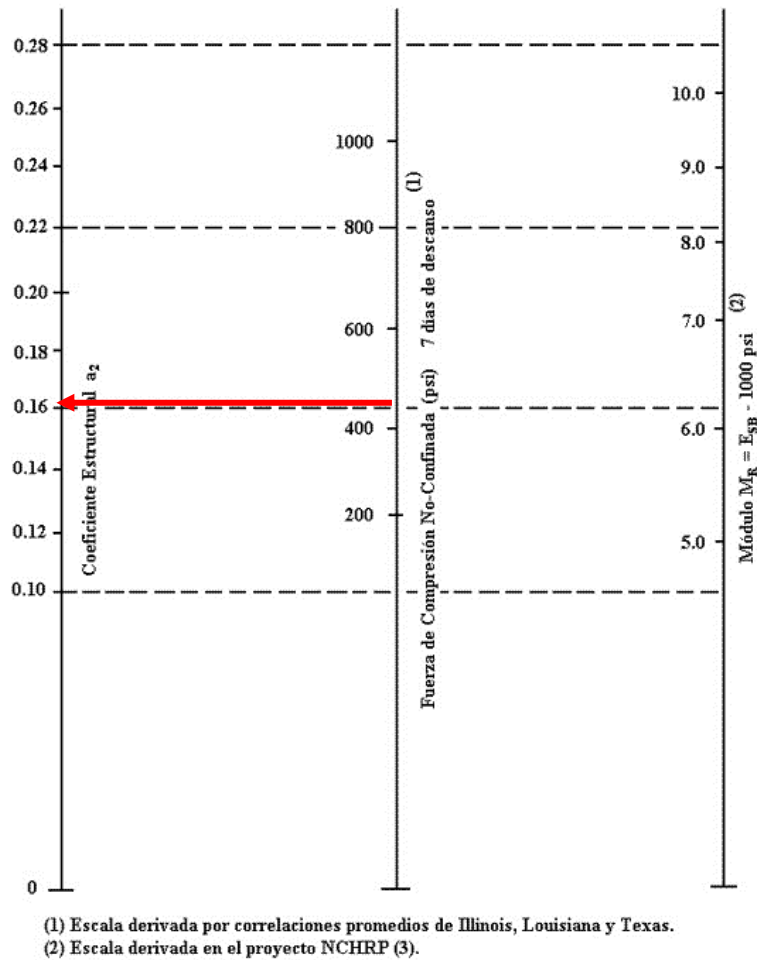


Figura 7. Variación de a_2 para 0.26 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento.

Fuente: Guía AASHTO 1993.

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 455.15 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de 0.162/pulg.
- el coeficiente estructural de la base de 0.162/pulg equivale a 0.064/cm, dicho valor será utilizado para hallar el espesor de la base estabilizada.
- Con los datos descritos en los párrafos anteriores realizaremos el cálculo del pavimento flexible (se adjunta los cálculos en el Anexo 07), mostramos el siguiente cuadro de resultados:

Tabla 47

Resultados para espesores mediante el estabilizado de 0.26 lts/m³ PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento

Parámetros de diseño	LI-116 (Km 0+000 – Km 13+114)
Numero Estructural SN	2.29
Coef. de capa superior (1/cm)	0.130
Espesor de capa superior (cm)	2.5
Coef. de base (1/cm)	0.064
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de la base (cm)	16 ≈ 20
Coef. de sub - base (1/cm)	0.047
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de sub -base (cm)	20

Fuente: Trabajos en gabinete.

b. Espesor de la muestra estabilizada con 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Para obtener los espesores tuvimos las siguientes consideraciones:

- La muestra estabilizada con **0.28 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento** presenta un CBR al 0.1" del 100% de MDS de 106.0%, por lo superamos el límite de lo solicitado para estabilizados con productos químicos (100% de CBR).
- La muestra estabilizada con **0.28 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento** presenta una resistencia a la compresión de 37 kg/cm² de acuerdo a los ensayos realizados.
- La resistencia a la compresión de 37 kg/cm² equivale a 526.26 PSI.
- La guía AASHTO 1993 presenta el siguiente Abaco en donde se nos brinda los coeficientes estructurales para base estabilizadas con cemento de acuerdo a las resistencias obtenidas:

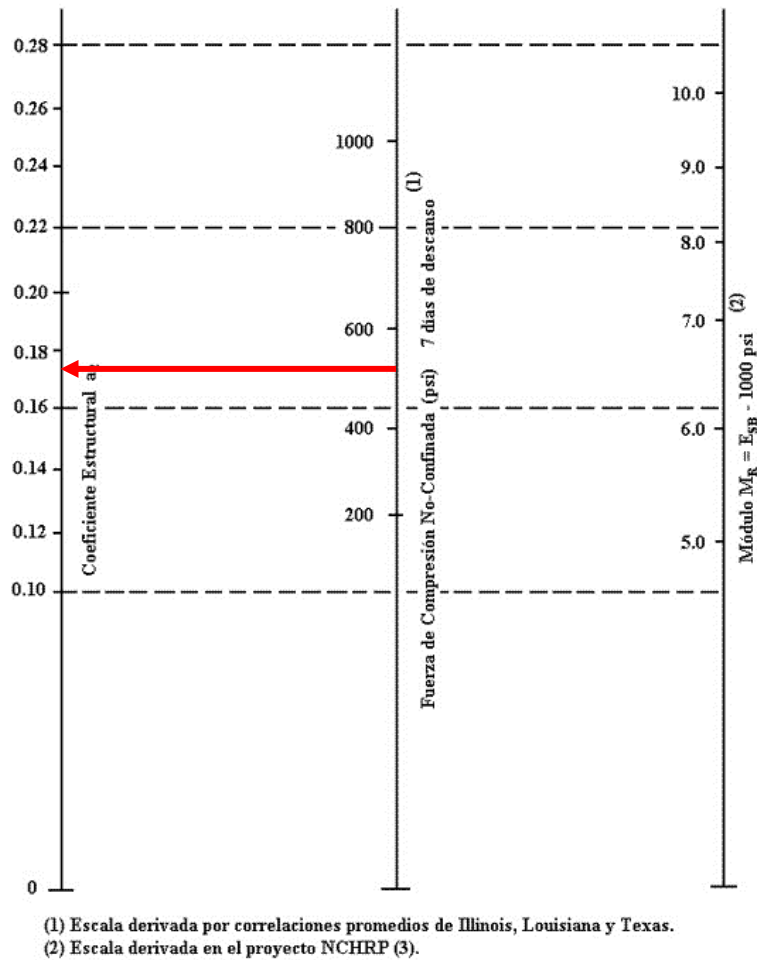


Figura 8. Variación de a_2 para 0.28 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento.

Fuente: Guía AASHTO 1993.

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 526.26 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de 0.175/pulg.
- el coeficiente estructural de la base de 0.175/pulg equivale a 0.069/cm, dicho valor será utilizado para hallar el espesor de la base estabilizada.
- Con los datos descritos en los párrafos anteriores realizaremos el cálculo del pavimento flexible (se adjunta los cálculos en el Anexo 07), mostramos el siguiente cuadro de resultados:

Tabla 48

Resultados para espesores mediante el estabilizado de 0.26 lts/m³ PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento

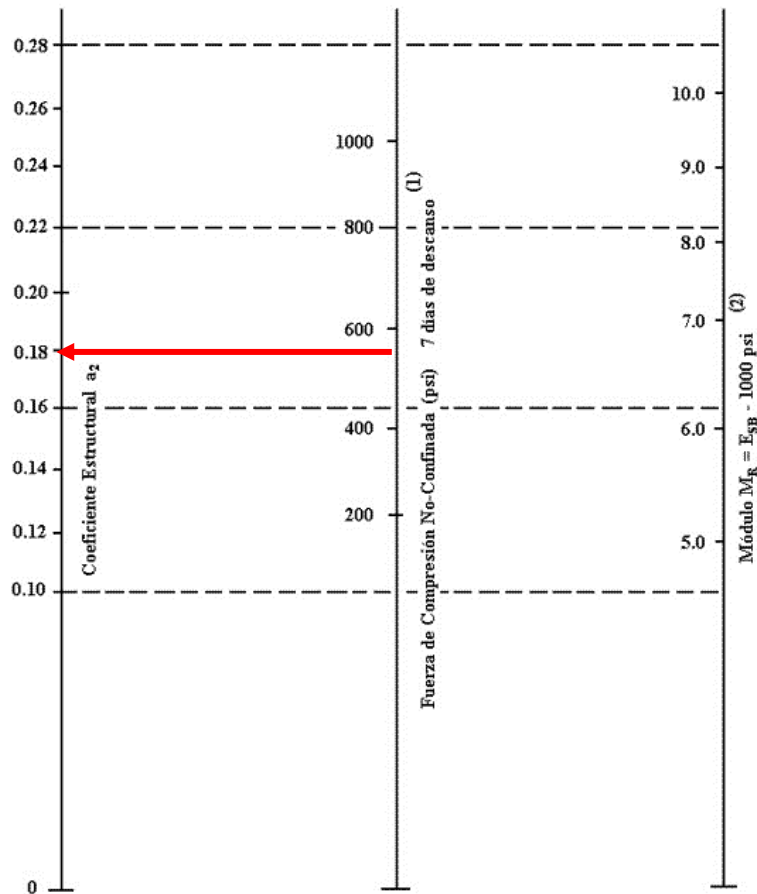
Parámetros de diseño	LI-116 (Km 0+000 – Km 13+114)
Numero Estructural SN	2.29
Coef. de capa superior (1/cm)	0.130
Espesor de capa superior(cm)	2.5
Coef. de base (1/cm)	0.069
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de la base (cm)	15
Coef. de sub - base (1/cm)	0.047
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de sub -base (cm)	20

Fuente: Trabajos en gabinete.

c. Espesor de la muestra estabilizada con 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Para obtener los espesores tuvimos las siguientes consideraciones:

- La muestra estabilizada con **0.30 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento** presenta un CBR al 0.1" del 100% de MDS de 117.1%, por lo superamos el límite de lo solicitado para estabilizados con productos químicos (100% de CBR).
- La muestra estabilizada con **0.28 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento** presenta una resistencia a la compresión de 39 kg/cm² de acuerdo a los ensayos realizados.
- La resistencia a la compresión de 39 kg/cm² equivale a 554.71 PSI.
- La guía AASHTO 1993 presenta el siguiente Abaco en donde se nos brinda los coeficientes estructurales para base estabilizadas con cemento de acuerdo a las resistencias obtenidas:



(1) Escala derivada por correlaciones promedios de Illinois, Louisiana y Texas.
 (2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

Figura 9. Variación de a_2 para 0.30 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento.

Fuente: Guía AASHTO 1993.

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 554.71 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de 0.180/pulg.
- el coeficiente estructural de la base de 0.180/pulg equivale a 0.071/cm, dicho valor será utilizado para hallar el espesor de la base estabilizada.
- Con los datos descritos en los párrafos anteriores realizaremos el cálculo del pavimento flexible (se adjunta los cálculos en el Anexo 07), mostramos el siguiente cuadro de resultados:

Tabla 49

Resultados para espesores mediante el estabilizado de 0.26 lts/m³ PROES
100 + 45 Kg/m³ de Cemento

Parámetros de diseño	LI-116 (Km 0+000 – Km 13+114)
Numero Estructural SN	2.29
Coef. de capa superior (1/cm)	0.130
Espesor de capa superior(cm)	2.5
Coef. de base (1/cm)	0.071
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de la base (cm)	15
Coef. de sub - base (1/cm)	0.047
Coef. de drenaje de la base (adimensional)	1.0
Espesor de sub -base (cm)	20

Fuente: Trabajos en gabinete.

Los resultados para los espesores resultantes son resumidos en la siguiente tabla:

Tabla 50

Cuadro resumen de espesores para todas las bases estabilizadas.

ESTABILIZANTE	DOSIFICACION	SIN ESTABILIZANTE	CEMENTO			ADITIVO PROES 100			ADITIVO PROES 100 + CEMENTO		
			2% de la muestra	3% de la muestra	4% de la muestra	0.26 lts/m3 (PROES 100)	0.28 lts/m3 (PROES 100)	0.30 lts/m3 (PROES 100)	0.26 lts/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)	0.28 lts/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)	0.30 lts/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)
ESPEORES (cm)	Capa Superior (micropavimento)	2.5	No cumple con la resistencia a la compresión mínima de 18 kg/cm ² solicita para Soluciones Básicas.	2.5	2.5	No cumple con el CBR mínimo con una penetración de 0.1" el cual debe representar 100 % de CBR como mínimo.			2.5	2.5	2.5
	Base	20		18	16				16	15	15
	Sub base	20		20	20				20	20	20

Fuente: Trabajos en gabinete.

Del cuadro anterior se observa que la estabilización con 0.28 lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland) presenta un espesor para base de 15 cm y subbase de 20 cm, con lo cual es el más óptimo para realizar los trabajos en campo y en la parte económica.

4.4 Volumen para el Mejoramiento de la ruta LI-116

El volumen requerido para realizar el mejoramiento de la ruta LI-116 está reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 51

Volumen solicitado para el mejoramiento de la ruta LI-116.

RUTA	DESCRIPCION DEL TRAMO		PROGRESIVA		LONG (KM)	ANCHO PROYECTADO (*) (m)	ESPESOR DE PAVIMENTO (**) (m)	VOLUMEN SOLICITADO (m ³)
	DE	A	INICIO	FIN				
LI-116	Emp. PE-3N (Culicanda)	Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).	00+000	13+114	13.114	3.8	0.375	18687.45

*Ancho obtenido del Estudio de Topografía.

**Espesor de acuerdo al estabilizado con 0.28 lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ CEMENTO.

Fuente: Trabajos en campo y gabinete.

La cantera SALOME es la más próxima a la ruta LI-116, el Estudio de Topografía realizo el levantamiento topográfico de dicha cantera (VER ANEXO 04 PLANOS), por lo descrito se muestra la siguiente tabla en donde describe los volúmenes existentes en la cantera Salome:

Tabla 52

Volumen solicitado para el mejoramiento de la ruta LI-116.

DESCRIPCIÓN	c		VOLUMEN (m ³)
	SÍMBOLO	%	
Potencia Bruta	Pb		126695.68
Desbroce	D	10.00% Pb	12669.568
Potencia Neta	Pn=Pb-D		114026.112
Volumen (Boloneria) >12"	V0	10.00% Pn	
Volumen Utilizable	Vu=Pn-V0		114026.112
Merma	M	5.00% Vu	5701.3056
Volumen Desechable	Vd=D+V0+M		18370.8736
Volumen Útil	Vu=Pb-Vd		108324.8064
Área de explotación (m ²)		5554.44	

Fuente: Trabajos del Estudio de Topografía.

En el cuadro anterior se observa que el volumen útil es de 108324.8 m³ de la cantera SALOME, con lo cual se satisface el volumen requerido para el mejoramiento de toda la ruta LI-116.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a nuestros resultados se logró demostrar que el estabilizado con aceite sulfonado y cemento mejora significativamente las propiedades ingenieriles de la estructura de pavimento, se presenta la comparación con los resultados referenciales enmarcados en el marco teórico.

Onyejekwe, S., & Ghataora, G. S. (2014) publicaron el artículo “Estabilización del suelo utilizando estabilizadores químicos líquidos patentados: aceite sulfonado y un polímero”, en el artículo en mención se evaluo la estabilización con aceite sulfonado y con polímero sobre un suelo del tipo lutolita Mercia (MM), Arcilla Oxford (OC) y finos de cantera de piedra caliza (LQF), dando como resultado lo siguiente:

Tabla 53

Resultados del ensayo a la compresión máxima no confinada.

Muestras + Aceite Sulfonado + Polímero	Compresión máxima no confinado
lutita Mercia [MM]	Mejoro en 38%
arcilla Oxford [OC]	Mejoro en 26%
finos de cantera de piedra caliza (LQF)	Mejoro en 50%

Fuente: Artículo de Onyejekwe, S., & Ghataora, G. S.

En nuestro caso la cantera Salome presenta como material predominante GRAVA LIMOSA con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular de hasta 5” (GM), por lo descrito nuestro material a estabilizar tendría un equivalente aproximado a los finos de cantera de piedra caliza (Grava arenosa) evaluada en el artículo de Onyejekwe, S., & Ghataora, G. S.

Se muestra los resultados referentes a los esfuerzos de resistencia a la compresión aplicados a nuestras muestras y a los del artículo de Onyejekwe, S., & Ghataora, G. S.

Tabla 54*Resultados del ensayo a la compresión máxima no confinada.*

ESTABILIZANTE	ADITIVO PROES 100 + CEMENTO			ACEITE SULFONADO + POLIMERO				
TIPO DE SUELO	Grava limosa (cantera)			Fino de cantera de piedra caliza - Grava arenosa				
	0.26 lts/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)	0.28 lts/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)	0.30 lts/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)	1 vez la DDF	2 veces la DDF	3 veces la DDF	4 veces la DDF	5 veces la DDF
RESISTENCIA A LA COMPRESION	32 kg/cm ²	37 kg/cm ²	39 kg/cm ²	3.56 kg/cm ²	3.12 kg/cm ²	23.45 kg/cm ²	25.50 kg/cm ²	24.47 kg/cm ²

DDF: Dosis del fabricante.

Fuente: Ensayos de laboratorio y artículo de Onyejekwe, S., & Ghataora, G. S.

Del cuadro anterior se puede concluir:

- La resistencia a la compresión del aditivo PROES 100 + CEMENTO genera un incremento hasta cierto punto, se emplea 0.28 lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ Cemento para una resistencia de 37 kg/cm² luego de ahí los incrementos no son tan significativos.
- La resistencia a la compresión del ACEITE SULFONADO + POLIMERO genera un incremento hasta cierto punto, se emplea 4 veces la dosis del fabricante para una resistencia de 25.5 kg/cm² luego de ahí la resistencia se ve disminuida.
- Por lo descrito, los estabilizadores empleados tienen un punto alto de resistencia a cierta dosificación, lo que conlleva a evaluar otros estabilizadores en futuras investigaciones.

Gómez, A. J., & Silva, E. E. (2020) en su tesis de grado titulada “Influencia del aceite sulfonado y cemento Portland Tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo en la provincia de Pataz, 2020” obtiene los siguientes resultados:

Tabla 55

Resultados de los ensayos realizados en la vía Huaylillas-Buldibuyo.

Calicata	C1		C2		C3	
Progresiva	Km 6+500		Km 7+500		Km 8+500	
Profundidad de muestra (m)	0.30	1.50	0.30	1.50	0.30	1.50
SUCS	SC	SC	SC	SM	SM	SC
AASHTO	A-2-4 (0)	A-4 (2)	A-2-4 (0)	A-4 (3)	A-2-4 (0)	A-2-6 (0)
IP	10.07	7.46	8.99	9.93	10.49	15.05
Contenido de humedad %	9.8	8.8	7.7	7.2	14.2	7.8
Contenido óptimo de humedad %	9.10	9.34	7.73	11.41	10.65	10.01
Densidad máxima seca (gr/cm3)	1.975	1.957	2.056	1.916	1.881	1.952
CBR Natural al 100 %	21.8	8.2	19.6	7.5	20.2	9.4
CBR Natural al 95 %	18.6	7.4	9.6	5.8	18.2	6.9
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m3, Y 0.50 % CEMENTO						
Contenido óptimo de humedad %	8.63	7.69	6.00	10.31	9.52	8.98
Densidad máxima seca (gr/cm3)	2.008	1.978	2.063	1.921	1.903	1.961
CBR Natural al 100 %	28.1	21.5	24.6	16.4	28.0	16.7
CBR Natural al 95 %	20.9	15.2	19.6	12.1	21.9	13.3
Ensayo de compresión no confinada – No saturada (km/cm2)	17.09		14.17		14.44	
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m3, Y 2 % CEMENTO						
Contenido óptimo de humedad %	5.88	7.87	5.27	10.42	9.67	9.26
Densidad máxima seca (gr/cm3)	2.029	1.982	2.074	1.943	1.929	2.007
CBR Natural al 100 %	35.4	34.2	44.7	31.8	52.5	38.9
CBR Natural al 95 %	24.3	29.8	37.8	24.9	45.6	30.1
Ensayo de compresión no confinada – No saturada (km/cm2)	19.37		17.03		17.4	
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m3, Y 3.5 % CEMENTO						
Contenido óptimo de humedad %	5.42	6.07	5.48	9.35	8.35	8.15
Densidad máxima seca (gr/cm3)	2.036	1.996	2.080	1.976	1.952	2.013
CBR Natural al 100 %	72.2	55.7	69.1	55.8	64.9	57.7
CBR Natural al 95 %	57.5	49.4	62.6	47.6	53.1	45.2
Ensayo de compresión no confinada – No saturada (km/cm2)	22.03		24.1		20.38	
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m3, Y 5 % CEMENTO						
Contenido óptimo de humedad %	6.33	4.76	4.34	7.79	7.02	7.38
Densidad máxima seca (gr/cm3)	2.047	2.000	2.099	2.002	1.985	2.019
CBR Natural al 100 %	100.2	76.4	91.2	86.7	94.4	94.5
CBR Natural al 95 %	85.9	65.2	81.7	74.0	83.8	78.1
Ensayo de compresión no confinada – No saturada (km/cm2)	25.11		30.38		24.63	

Fuente: Tesis de Gómez, A. J., & Silva, E. E.

En nuestro caso se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 56

Resultados de los ensayos realizados en la vía LI-116.

Lugar	Cantera Salome
Progresiva	Km 0+000
Profundidad de muestra (m)	3
SUCS	GM
AASHTO	A-1-b (0)
IP	6
Contenido de humedad %	5.5
Óptimo de humedad %	9
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.13
CBR Natural al 100 %	57.96
CBR Natural al 95 %	45.9
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.26 lt/m³, Y 2 % CEMENTO	
Óptimo de humedad %	8.8
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.131
CBR Natural al 100 %	101.3
CBR Natural al 95 %	85.8
Ensayo de compresión no confinada (km/cm ²)	32
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.28 lt/m³, Y 2 % CEMENTO	
Óptimo de humedad %	8.8
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.131
CBR Natural al 100 %	106
CBR Natural al 95 %	89.3
Ensayo de compresión no confinada (km/cm ²)	37
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m³, Y 2 % CEMENTO	
Óptimo de humedad %	8.8
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.131
CBR Natural al 100 %	117.1
CBR Natural al 95 %	99.2
Ensayo de compresión no confinada (km/cm ²)	39

Fuente: Trabajos en campo y laboratorio.

De los cuadros anteriores se puede resaltar lo siguiente:

- Los tipos de suelos a estabilizar para ambos casos son arena arcillosa y grava limosa, respectivamente.
- En la tesis de Gómez, A. J., & Silva, E. E. hicieron diferentes estabilizaciones en donde la dosificación del aceite sulfonado no sufrió

alguna variación (0.30 lt/m³), en tanto se emplearon las siguientes dosificaciones de cemento: 0.5%, 2%, 3.5% y 5%.

- En nuestro caso hemos mantenido la dosificación del cemento en 2% y variado la adición de aceite sulfonado PROES 100 en: 0.26 lt/m³, 0.28 lt/m³ y 0.30 lt/m³.
- De nuestros resultados de CBR al 100%, CBR al 95% y Resistencia a la compresión se muestran los resultados cercanos para ambos casos:

Tabla 57

Cuadro comparativo de CBR y Resistencia a la compresión.

DOSIFICACION	CBR AL 100 %	CBR AL 95 %	RESISTENCIA A LA COMPRESION (km/cm ²)
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m ³ , Y 5 % CEMENTO	100.2	85.9	30.38
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONAD-PROES 100 0.26 lt/m ³ , Y 2 % CEMENTO	101.3	85.8	32

Fuente: Ensayos de Laboratorio y tesis de Gómez, A. J., & Silva, E. E.

- La diferencia de CBRs del cuadro anterior es producto del material base empleado para la estabilización.
- Del cuadro anterior se puede concluir que para el estabilizado de una arena arcillosa se emplea más aceite sulfonado y cemento que para el estabilizado de una grava limosa, esto se ve reflejado en que obtuvimos un CBR AL 100 % de 101.3 mientras que la tesis de Gómez, A. J., & Silva, E. E un CBR de 100.2%
- Igualmente, que el CBR, en nuestro caso obtuvimos una resistencia a la compresión mayor (32 km/cm²) que, en el ensayo de Gómez, A. J., & Silva, E. E. que obtuvo una resistencia de 30.38 km/cm².

Manrique Reynaga, J. F. (2021) en su tesis titulada “Aplicación de aceite sulfonado para mejorar la subrasante en la Avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac – 2020”, en donde evaluó de qué manera influye la estabilización química mediante el uso del aceite sulfonado en la Avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac, el cual dio los siguientes resultados:

Tabla 58

Cuadro comparativo de CBR y Resistencia a la compresión.

Calicata	C1	C2	C3
Progresiva	Km 0+250	Km 0+500	Km 0+750
SUCS	GC-GM	SC	SP-SC
AASHTO	A-1-b (0)	A-2-6 (0)	A-2-6 (0)
IP %	5.50	13.10	10.60
Contenido óptimo de humedad – O.C.H %	12.90	9.10	7.62
Densidad máxima seca – M.D.S (tn/cm3)	1.960	2.65	2.154
CBR Natural al 100 %	42.3	62	78
CBR Natural al 95 %	22.5	46	45
ESTABILIZACION CON ACEITE SULFONADO 0.3 lt/m3 + 1 % DE PESO MDS DE CEMENTO TIPO I			
CBR Natural al 100 %	129.0	72.5	83.8
CBR Natural al 95 %	97.0	96.0	76.1
ESTABILIZACION CON ACEITE SULFONADO 0.3 lt/m3 + 1.5 % DE PESO MDS DE CEMENTO TIPO I			
CBR Natural al 100 %	240.0	121.0	146.0
CBR Natural al 95 %	150.0	102.0	129.0
ESTABILIZACION CON ACEITE SULFONADO 0.3 lt/m3 + 2 % DE PESO MDS DE CEMENTO TIPO I			
CBR Natural al 100 %	280.0	224.0	256.0
CBR Natural al 95 %	205.0	164.0	190.5

Fuente: Tesis de Manrique Reynaga, J. F.

En nuestro caso se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 59*Resultados de los ensayos realizados en la vía LI-116.*

Lugar	Cantera Salome
Progresiva	Km 0+000
Profundidad de muestra (m)	3
SUCS	GM
AASHTO	A-1-b (0)
IP	6
Contenido de humedad %	5.5
Óptimo de humedad %	9
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.13
CBR Natural al 100 %	57.96
CBR Natural al 95 %	45.9
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.26 lt/m³, Y 2 % CEMENTO	
Óptimo de humedad %	8.8
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.131
CBR Natural al 100 %	101.3
CBR Natural al 95 %	85.8
Ensayo de compresión no confinada (km/cm ²)	32
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.28 lt/m³, Y 2 % CEMENTO	
Óptimo de humedad %	8.8
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.131
CBR Natural al 100 %	106
CBR Natural al 95 %	89.3
Ensayo de compresión no confinada (km/cm ²)	37
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m³, Y 2 % CEMENTO	
Óptimo de humedad %	8.8
Densidad máxima seca (gr/cm ³)	2.131
CBR Natural al 100 %	117.1
CBR Natural al 95 %	99.2
Ensayo de compresión no confinada (km/cm ²)	39

Fuente: Trabajos en campo y laboratorio.

Se muestra los resultados de la comparación a los resultados obtenidos en ambos trabajos:

En las 03 calicatas realizadas en la tesis de Manrique Reynaga, J. F. se tienen como material de calicata grava limo-arcillosa con arena (GC-GM), arena arcillosa con grava (SC) y arena mal graduada con arcilla y grava (SP-SC); en nuestra cantera Salome predomina como material grava limosa (GM); nuestro material de la cantera Salome se asemeja con el material de la calicata 01 de la Avenida "La Cultura".

- En la tesis de Manrique Reynaga, J. F. hicieron diferentes estabilizaciones en donde la dosificación del aceite sulfonado no sufrió alguna variación (0.30 lt/m³), en tanto se emplearon las siguientes dosificaciones de cemento: 1%, 1.5% y 2%.
- En nuestro caso hemos mantenido la dosificación del cemento en 2% y variado la adición de aceite sulfonato PROES 100 en: 0.26 lt/m³, 0.28 lt/m³ y 0.30 lt/m³.
- De nuestros resultados de CBR al 100% y CBR al 95% se muestran los resultados cercanos para ambos casos:

Tabla 60
Cuadro comparativo de CBRs

DOSIFICACION	CBR AL 100 %	CBR AL 95 %
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m ³ , Y 2 % CEMENTO	129.0	97.0
ESTABILIZACION CON ADITIVO ACEITE SULFONAD-PROES 100 0.30 lt/m ³ , Y 2 % CEMENTO	117.1	99.2

Fuente: Ensayos de Laboratorio y tesis de Manrique Reynaga, J. F.

- Uno de los motivos de la diferencia de CBRs obtenidos es producto del material base empleado para la estabilización.
- Del cuadro anterior se puede concluir que una grava limo-arcillosa con arena (GC-GM) presenta mejores resultados de estabilización con respecto al CBR al 100% que una grava limosa (GM) empleando una dosificación de ACEITE SULFONADO 0.30 lt/m³, Y 2 % CEMENTO (129% de CBR a 117% de CBR).

VI. CONCLUSIONES

Trafico:

De acuerdo al estudio de tráfico de la ruta LI-116 se ha determinado la sectorización en 1 tramo homogéneo que empieza en el Emp. PE-3N (Culicanda) y termina en el Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).

El conteo vehicular ha arrojado que el 76.8% son vehículos pesados y el 23.02% son vehículos livianos, el total semanal salió 890 vehículos, el IMDS promedio salió 127, al aplicar el factor corrección que son 1.12 de vehículos livianos y 1.09 de vehículos pesados. Al ser mayor a 1 el factor corrección el IMD promedio semanal salió 142. Las tasas de crecimiento se calcularon de acuerdo al PBI PER CAPITA, la tasa de crecimiento para vehículo liviano es 1.24%, para ómnibus 2.44% y para vehículo pesado 3.71%. El cálculo del tráfico total se hizo sumando el tráfico normal y generado, dando como resultado un IMDA de 224 vehículos proyectados al 2031. Factor Carril $F_c=1$ y Factor direccional $F_d=1$.

El IMDA y los EAL fueron calculados para un periodo de 10 años, dándonos como resultados finales IMDA al 2021 de 142 vehículos, al 2031 con 224 vehículos y el ESAL al 2024 fue $4.94E+04$ y para el 2031 sale $7.84E+05$.

Suelos:

Se hicieron estudios a la plataforma y cantera,

En la cantera se hizo estudio de 1 calicata y 2 trincheras, se determinó que el área de explotación es 5554.44 m^2 , una potencia bruta de $126,695.68 \text{ m}^3$, potencia neta de $114,026.112 \text{ m}^3$ y volumen útil de $108,324.80 \text{ m}^3$. De las muestras ensayadas en laboratorio se determinó que la máxima densidad seca es 2.131 gr/cm^3 y el contenido de humedad óptimo es el de 8.8 %; el CBR calculado que tiene la cantera está entre 40-50 al 95%, el tipo de suelo predominante según la clasificación SUCS es Grava limosa (GM).

El ancho proyectado para la vía es de 3.80 m, la vía tiene una superficie de rodadura de capa granular y una longitud 13+114 km.

De la extracción de muestras en la plataforma, se determinó que el tipo de suelo predominante son de tendencia limo-arcillosa identificada en el sistema SUCS como GC-GM con 67%, le sigue las gravas finas arcillosa bien graduada con un

17% y finalmente una grava arcillosa con un 16%; se obtuvieron 11 muestras de las cuales se pudo determinar que el CBR de la sub rasante con el cual se diseñara el pavimento es 18.

Para el diseño de pavimento, primero se tiene que evaluar los estabilizados planteados, para la presente investigación se planteó la pregunta ¿Cuáles son las variaciones del diseño de pavimento considerando el aceite sulfonado y cemento como estabilizadores en la ruta li-116, Yamobamba, la libertad, 2021?.

Al respecto se hizo el ensayo de CNC con distintas dosificaciones, cemento, aceite sulfonado y cemento y aceite sulfonado. Para cemento del 2% de la muestra no cumple con la resistencia de la compresión por que la mínima es de 18 kg/cm² y resultado fue 17 kg/cm²; para el 3% de la muestra la resistencia salió 24 kg/cm² con el cual el diseño de la base salió 18 cm y la sub base 20 cm; para el 4% de la muestra la resistencia salió 32 kg/cm² y los espesores de pavimentos salieron 16 cm para la base y 20 cm para la sub base.

Se hicieron dosificaciones de solo aditivo PROES 100 para 0.26, 0.28 y 0.30 lts/m³ demostrándose que para ninguna dosificación no se cumple con el CBR mínimo indicado en la norma el cual debe llegar al 100% como mínimo.

Para las dosificaciones de aditivo PROES 100 + CEMENTO se realizó la de 0.26 lts/m² + 45 kg/m³ donde la resistencia salió 32 kg/cm² y el espesor de la base 16 cm y la sub base de 20 cm; para 0.28 lts/m² + 45 kg/m³ la resistencia salió 37 kg/cm² y el espesor de la base 15cm y de la sub base 20 cm; para 0.30 lts/m² + 45 kg/m³ donde la resistencia salió 39 kg/cm² y el espesor de la base 15 cm y la sub base de 20 cm.

Se ha determinado como mejor como mejor alternativa la dosificación con aditivo PROES 100 + cemento con 0.28 lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland), con esta dosificación se diseñó el pavimento dando como resultado el coeficiente estructural de la base en 0.069, la propuesta de solución óptima es la de una sub base granular con CBR al 40%, compactada al 100% de la MDS e= 20 cm, una base estabilizada con aceite sulfonado + cemento (lts/m² + 45 kg/m³) e= 15 cm y como recubrimiento un micro pavimento (e= 25 mm).

Se ha utilizado el ensayo de la resistencia a la compresión no confinada para el análisis del coeficiente estructural de la base estabilizada dando como resultado un coeficiente estructural que hace que se modifique el espesor de la base.

Se determino que hay cambios significativos en los espesores de diseño de pavimento al considerar el ensayo de la resistencia de la compresión y determinar el aporte en el coeficiente estructural de la base estabilizada, también se ha demostrado que las propiedades mecánicas y características del suelo mejoran los factores como la resistencia y la reducción de la plasticidad, con lo cual demostramos que el diseño es el óptimo técnicamente. Por tal, el objetivo general de la presente investigación se habría logrado.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda que, para futuras investigaciones, se tome en cuenta desarrollar el estudio de tráfico a un nivel más alto, ya que este estudio es de primordial importancia, ya que con este estudio se determinara las características de diseño de la carretera, diseño del pavimento y la evaluación económica de la carretera.

Se recomienda que el ensayo a la resistencia a la compresión no confinada se añada al manual de suelos y pavimentos, ya que con este ensayo podremos determinar en qué medida varía el coeficiente estructural, y así no hacer caso solo a las recomendaciones del proveedor de los aditivos.

Se recomienda verificar la dosificación de la estabilización en el tipo de pavimento propuesto, dada la posible variabilidad de los materiales de cantera una vez extraída y zarandeada.

Se recomienda que los que diseñen futuros estabilizados con aceite sulfonado y cemento tomen en cuenta esta investigación, ya que se demostró la variación del coeficiente estructural y como afecte este en el diseño de pavimento.

Se recomienda la estabilización con aceite y cemento sea evaluada en otro tipo de suelos con diferentes características discutidas en este estudio.

Se recomienda considerar diferentes ensayos para determinar el coeficiente estructural con diferentes tipos de estabilizadores químicos.

Se recomienda Identificación de los suelos con mayor probabilidad de beneficiarse de la estabilización. No todos los suelos son aptos para el tratamiento.

Determinación de las dosis de aplicación para los tipos de suelo seleccionados. Las tasas recomendadas por los fabricantes a menudo no son las más efectivas. Se requieren ensayos para determinar las tasas de aplicación adecuadas.

Los suelos tratados deben perder humedad para ganar fuerza, por lo que los aditivos deben aplicarse en condiciones de clima seco. Esto hace que los estabilizadores sean más adecuados para su uso en regiones tropicales y subtropicales que tienen distintas estaciones húmedas y secas.

REFERENCIAS

GUIA AASHTO (1993) Guide for desing of pavement structures. Estados Unidos. *American Association Of State Highway And Transportation Officials.*

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de carreteras. *Especificaciones técnicas generales para construcción EG-2013. Lima, Perú.*

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de carreteras. *Mantenimiento o conservación vial. Lima, Perú.*

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

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). *Manual de ensayos de Materiales. Lima, Perú.*

Reglamento Nacional de Vehículos (2003). Anexo IV. *Pesos y medidas de Vehículos.*

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2015). *Documento Técnico de Soluciones Básicas en Carreteras no Pavimentadas.*

PROESTECH. (2020). *Especificaciones técnicas.* Consultado el 5 de julio de 2021.
<http://www.proes.cl/>

Bleakley, Jr. (2012). *“Improving the properties of reclaimed asphalt pavement for roadway base applications through blending and chemical stabilization”*

<http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/dissertations-theses/improving-properties-reclaimed-asphalt-pavement/docview/1010625171/se-2?accountid=45097>

Nemati, R. (2019). *Evaluation of structural contribution of asphalt mixtures through improved performance parameters.*

<http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/dissertations-theses/evaluation-structural-contribution-asphalt/docview/2236400441/se-2?accountid=45097>

Odion, D. (2019). *Soil-geopolymer mixtures using fly ash and recycled concrete aggregates (RCA) for Road base and subbase layers*

<http://aulavirtual.urp.edu.pe/bdacademicas/dissertations-theses/soil-geopolymer-mixtures-using-fly-ash-recycled/docview/2435567918/se-2?accountid=45097>

Alvarez P, Brian D. (2021) *Comparación de las alternativas de estabilización con cal, cemento, silicato de sodio y aceite sulfonado para vías terciarias con presencia de arcilla en la región de la Orinoquía.*

<https://orcid.org/0000-0002-1843-2501>

Antunes, V., Simão, N., & Freire, A. C. (2017). *A soil-cement formulation for road pavement base and sub base layers: A case study. Transportation Infrastructure Geotechnology.*

<http://dx.doi.org/10.1007/s40515-017-0043-9>

Balaguera, A.; Alberti, J.; Carvajal, G. I.; Fullana-i-Palmer, P (2017). *Stabilising Rural Roads with Waste Streams in Colombia as an Environmental Strategy Based on a Life Cycle Assessment Methodology.*

<https://doi.org/10.3390/su13052458>

Onyejekwe, S., & Ghataora, G. S. (2015). *Soil stabilization using proprietary liquid chemical stabilizers: Sulphonated oil and a polymer. Bulletin of Engineering Geology and the Environment.*

<http://dx.doi.org/10.1007/s10064-014-0667-8>

Li, Q., & Hu, J. (2020). *Mechanical and durability properties of cement-stabilized recycled concrete aggregate*.

<http://dx.doi.org/10.3390/su12187380>

Al-Qadi, I., Ozer, H., Loizos, A., & Murrell, S. (Eds.). (2019). *Airfield and highway pavements 2019: Testing and characterization of pavement materials*.

<https://www.proquest.com/legacydocview/EBC/5834595?accountid=45097>

Rondón Quintana, H. A. (2016). *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Ecoe Ediciones.

<https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/70435>

Angulo Roldan, D., & Rojas Escajadillo, H. F. (2016). *Ensayo de fiabilidad con aditivo PROES para la estabilización del suelo en el AA.HH. El Milagro, 2016*.

<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/142>

Salas Mercado, D. (2018). *Estabilización de suelos con Adición de cemento y Aditivo Terrasil para el mejoramiento de la Base del Km 11+000 al Km 9+000 de la Carretera Puno - Tiquillaca - Mañazo*.

<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1378>

Carranza, A. L., & Fernandez, D. C. (2019). *Aplicación de los aditivos PROES y CONAID para mejorar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía de acceso al C.P. Barraza, Laredo, La Libertad-2018* (Tesis de licenciatura).

<http://hdl.handle.net/11537/14968>

Atarama, E. (2015). *Evaluación de la transitabilidad para caminos de bajo tránsito estabilizados con aditivo PROES*.

<https://hdl.handle.net/11042/2262>

Reategui Puscan, J. A. (2018). *Influencia del aditivo Proes para mejorar la estabilización de la subrasante del tramo Lahuarpía – Emilio San Martin, Jepelacio, Moyobamba 2017.*

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/19208>

Arce Palacios, E. J. (2019). *Aplicación de aditivos químicos para la estabilización de suelos en el sector de Yumpe – Huayllacayan – Ancash, 2019.*

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/52576>

Gómez, A. J., & Silva, E. E. (2020). *Influencia del aceite sulfonado y cemento Portland Tipo I en la estabilización de la vía Huaylillas – Buldibuyo en la provincia de Pataz, 2020.*

<https://hdl.handle.net/11537/25225>

Efus Uriarte, C. A. (2020). *Estabilización química mediante el uso del aceite sulfonado y permazyme en la carretera no pavimentada Chacco – Muruncancho, Distrito de Quinoa Provincia de Huamanga – Ayacucho – 2020”.*

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/57307>

Manrique Reynaga, J. F. (2021). *Aplicación de aceite sulfonado para mejorar la subrasante en la Avenida “La Cultura” distrito de Pacucha, Andahuaylas, Apurímac - 2020.*

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/59612>

Angulo Roldan, D., & Rojas Escajadillo, H. F. (2016). *Ensayo de fiabilidad con aditivo PROES para la estabilización del suelo en el AA.HH. El Milagro, 2016.*

<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/142>

ANEXOS

Anexo 01.

Matriz de operacionalización de variables.

Operacionalización de las variables independientes definidas.

Variabes independientes	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición
Aceite Sulfonado	Los aceites sulfonados son agentes catalizadores que producen intercambio de iones; químicamente son compuestos orgánicos derivados de sulfuros y ácidos combinados. (Gómez y Silva, 2020, p. 56).	Los aceites sulfonados reducen el contenido de agua entre las partículas del suelo, aumentando el número de vacíos que permiten el reacomodamiento de las partículas, bien sea por atracción entre ellas o bien por compactación. (Gómez y Silva, 2020, p. 56).	Aceite Sulfonado	Dosificación	%
Cemento	Producto que se obtiene por la pulverización del Clinker portland con la adición eventual de yeso natural (MTC-Glosario de Términos, 2018, 7)	El cemento Portland es utilizado para variar y aumentar la calidad del suelo así como para cambiar el suelo en una masa de cemento con una mayor resistencia y durabilidad. (Aliaga y Soriano, 2019, p. 34).	Cemento Portland	Dosificación	%

Fuente: Elaboración Propia.

Operacionalización de las variables dependientes definidas.

Variabes dependientes	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición
Diseño de pavimento con solución Básica	La solución Básica es un tipo de diseño que se aplica en carreteras no pavimentadas la cual tiene por objetivo aumentar la vida útil y nivel de servicio de la superficie de rodadura, que sufren rápido deterioro por efecto del tránsito y el clima, formándose baches, encalaminado, desprendimiento de agregados y la emisión de polvo, obteniendo que las capas de rodadura presenten un menor grado de daño (Documento técnico de soluciones básicas; MTC; 2015).	El diseño de pavimento será diseñado de acuerdo a la guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993", también se tendrá en cuenta los Manuales referente a diseño, evaluación, especificaciones técnicas del Ministerio de Transportes.	Propiedades de los materiales Propiedades de la solución básica Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación de suelos • Granulometría • Límites • CBR Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras	MTC, 2014 AASTHO 1993

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 02.

Instrumento de recolección de datos.

TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Se empleará la observación experimental, con el cual se obtendrá la cantidad de vehículos que utilizan la vía por día; para la definición de las características de los materiales se realizarán ensayos los cuales nos darán la data requerida y para el diseño de la solución básica se utilizara el método AASHTO 93.

Los instrumentos a emplearse serán AutoCAD - Civil 3D para realizar los planos, guía de observación de campo y Excel para la formulación de tablas, así como el uso de ábacos para el diseño de la solución básica.

Anexo 03.

Panel Fotográfico

PANEL FOTOGRAFICO DE TRABAJOS EN CAMPO



Se observa la excavación y recojo de muestra de la calicata c-2 de 50kg con presencia de grava arcillosa .



Se observan 2 tipos de estratos, primera muestra a 0.30 cm de profundidad con presencia grava arcilla limosa color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca tipo subangular de hasta 8". La segunda muestra a 1.70 cm de profundidad arena limosa color marrón oscuro con presencia de grava de tipo subangular de hasta 3".



Se observa la excavacion y recojo de muestra de la calicata c-2 de 50kg con presencia de grava arcillosa.



Se observan 3 tipos de estratos, primera muestra M-01 a 0.45 cm de profundidad presencia grava arcillosa color beige, con presencia de fragmentos de roca tipo subredondeado de hasta 5". La segunda muestra M.02 a 1.20 cm de profundidad con presencia limo arcilla inorgánica de baja plasticidad, color amarillo con grava de tipo subangular chata y alargada de hasta 3". La tercera muestra a 1.50 cm de profundidad con presencia de roca fracturada angulosa, color marrón.



Se observa la excavacion y recojo de muestra de la calicata c-4 de 50kg con presencia de grava arcillosa limosa.



Se observan 2 tipos de estratos, primera muestra M-01 a 0.40 cm de profundidad con presencia grava arcillosa limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca tipo subangular de hasta 6". La segunda muestra M.02 a 1.60 cm de profundidad con presencia arena limosa, color gris con grava de tipo subangular de hasta 3".



Se observa la excavacion y recojo de muestra de la calicata c-4 de 50kg con presencia de grava arcillosa limosa.



Se observan 2 tipos de estratos, primera muestra M-01 a 0.40 cm de profundidad con presencia grava arcillosa limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca tipo subangular chata de hasta 6". La segunda muestra M.02 a 1.50 cm de profundidad con presencia grava limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular, chata hasta 6".



Se observa en la cantera salome la excavacion y recojo de muestra de la trinchera t-01 donde se con presencia de grava limosa.



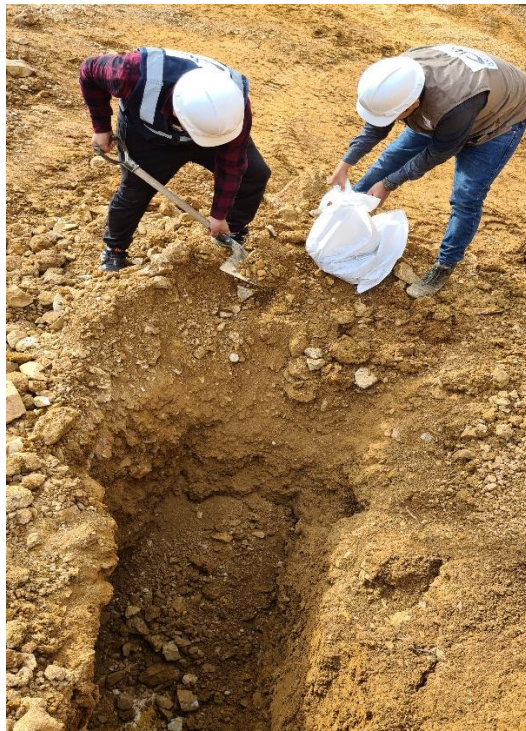
Se observa en la cantera salome el recojo de la muestra trinchera T-01 donde se ve presencia la presencia de grava, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular de hasta 6".



Se observa en la cantera salome la excavacion y recojo de muestra de la trinchera t-02 donde se ve la presencia de grava arcillo limosa.



Se observa en la cantera salome el recojo de la muestra trinchera T-02 donde se ve presencia de grava arcillo, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular de hasta 5".



Se observa en la cantera salome el recojo de la muestra de la calicata c-01 donde se ve la presencia de fragmentos de la roca topo subangular de hasta 6", suelo seco, con cimentación fuerte.

TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO



Se observa la entrega de las muestras de canchero T-0.1, T-02, C-01 al laboratorio JR GEO CONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la preparación del material T-0.1, T-02, C-01 en el laboratorio JR GEO CONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la preparación y el cuarteo de los materiales T-0.1, T-02, C-01 en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la entrega se observa los trabajos con las mallas nro 8 a la malla nro 200 ,T-0.1, T-02, C-01 en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



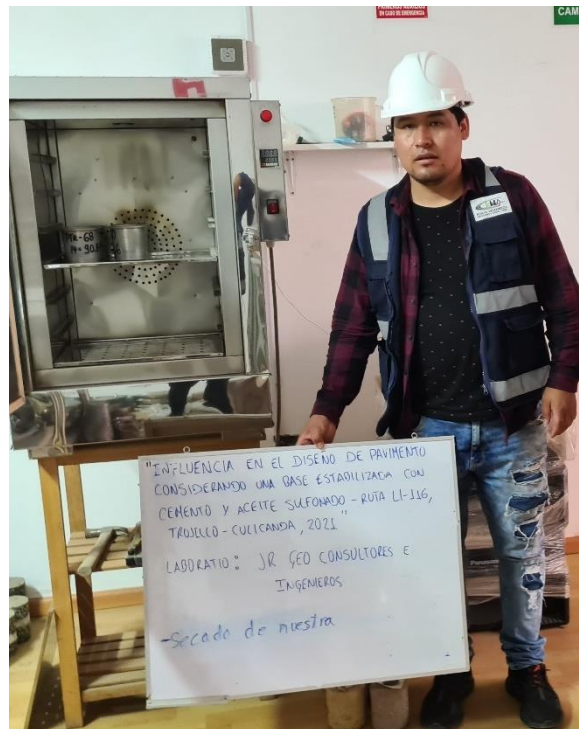
Se observa el lavado de la muestra por la malla nro. 200 T-0.1, T-02, C-01 en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa los trabajos de golpes de pison por capas de T-0.1, T-02, C-01 en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la entrega de las muestras de cantera T-0.1, T-02, C-01 en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la entrega de las muestras de cantera T-0.1, T-02, C-01 al laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa el pesado del material para molde en el laboratorio JR GEO
SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la compactación del molde CNC en el laboratorio JR GEO
SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la extracción del testigo CNC en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa el testigo extraído CNC en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa los testigos CNC en curado por 7 y 28 días según norma, en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa los testigos sumergidos en agua por 4 horas en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa los testigos sumergidos en agua por 4 horas (cemento estabilizador y proes) en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa los testigos sumergidos en agua por 4 horas (cemento tipo I y proes) en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa los testigos sumergidos en agua por 4 horas (material natural) en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa los testigos curados a 07 días (sin saturar con aditivo proes) en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa los testigos curados a 07 días (saturado con aditivo proes) en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la rotura de los testigos en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la compresión y falla de los testigos en el laboratorio JR GEO
CONSULTORES E INGENIEROS.



Se observa la compresión y falla de los testigos en el laboratorio JR GEO
CONSULTORES E INGENIEROS.

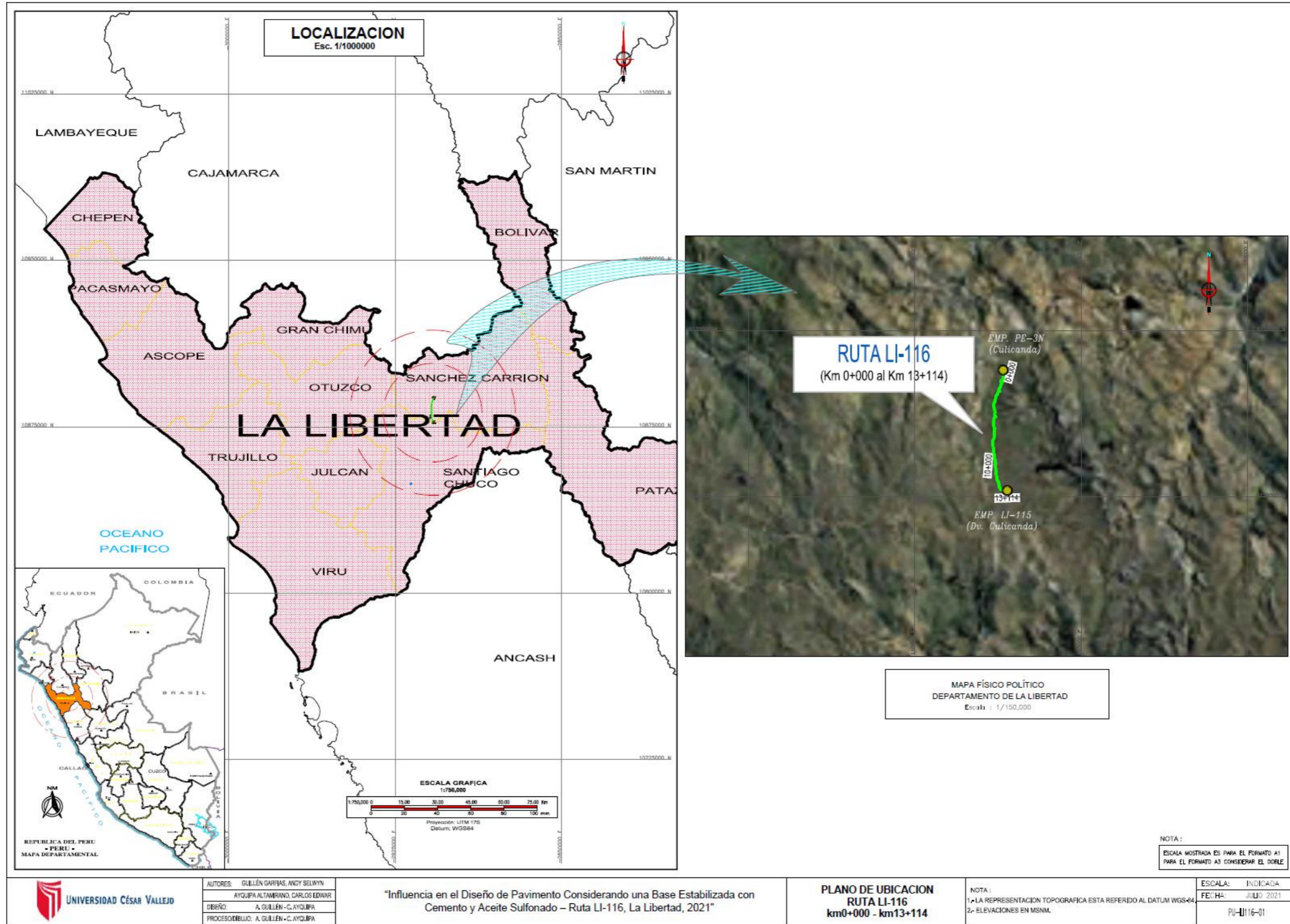


Se observa los testigos fallados testigos en curado a 28 días en el laboratorio JR GEO SONSULTORES E INGENIEROS.

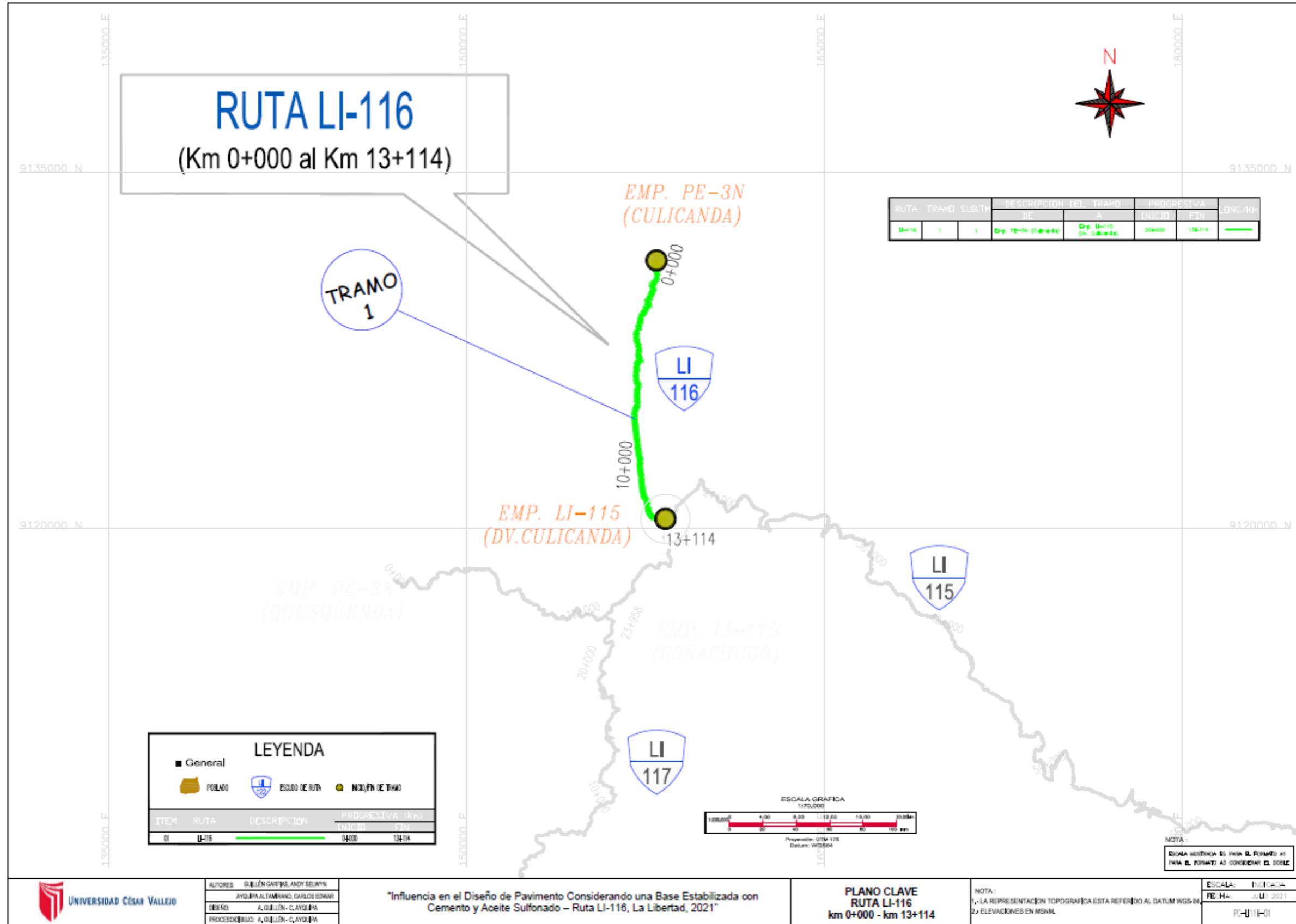
Anexo 04.

Planos

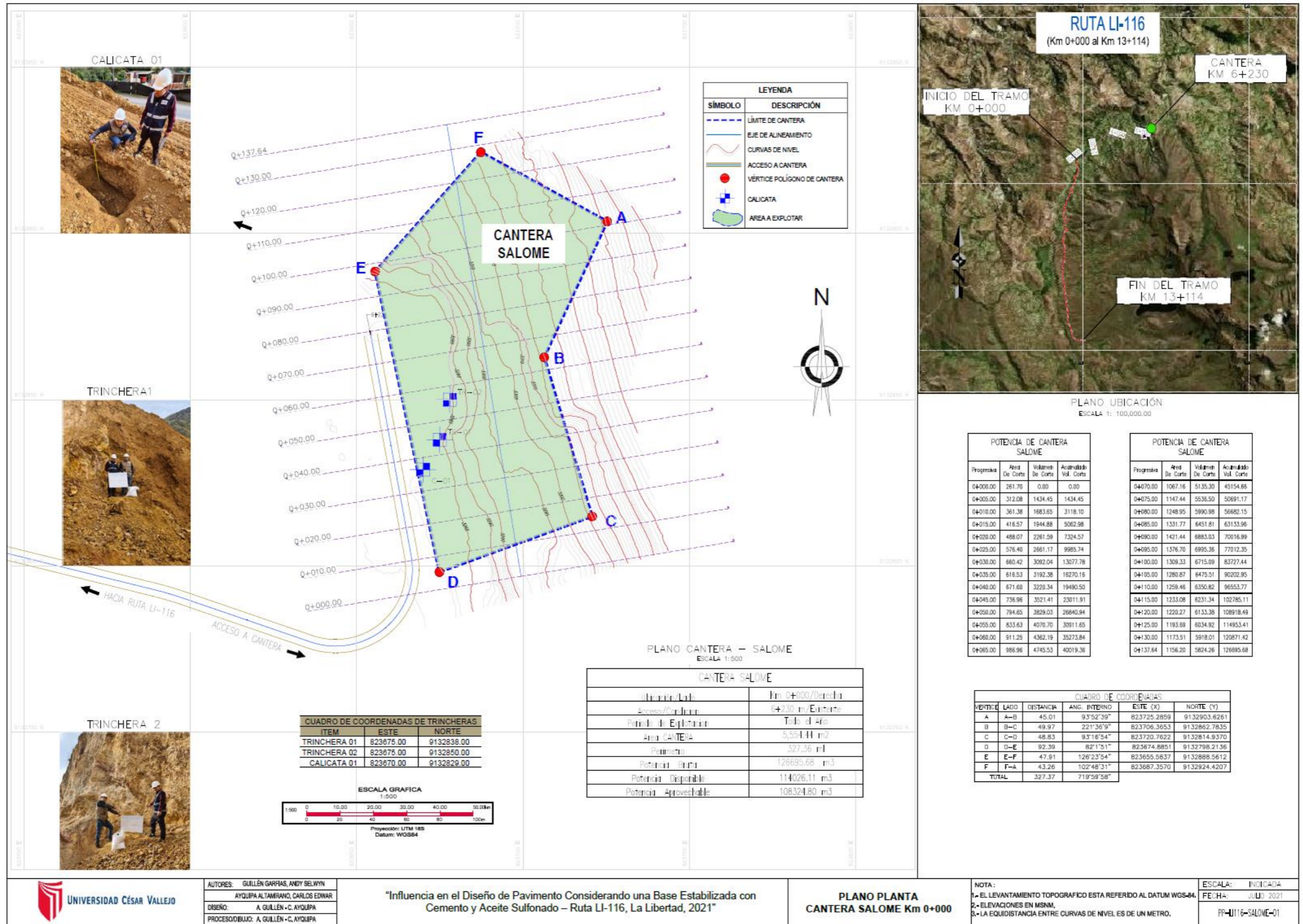
Anexo 04.1 Planos de Ubicación de la ruta LI-116.

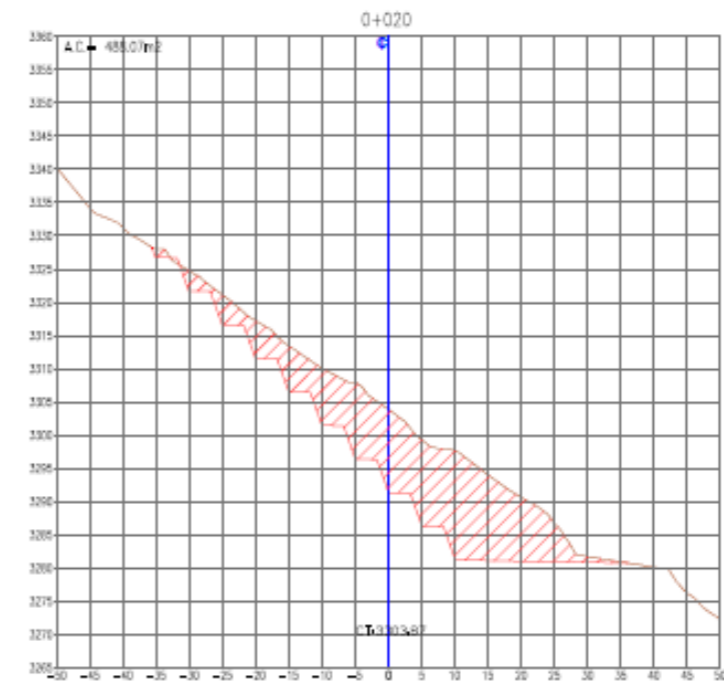
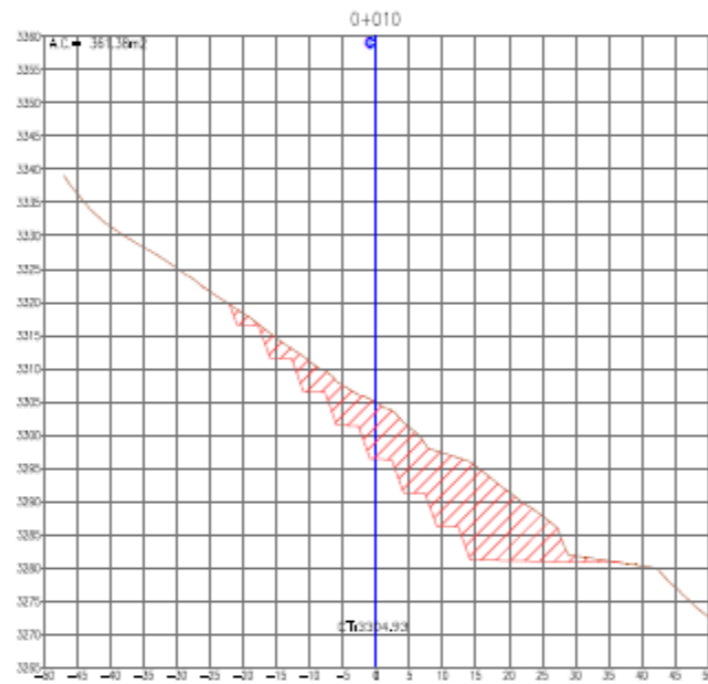
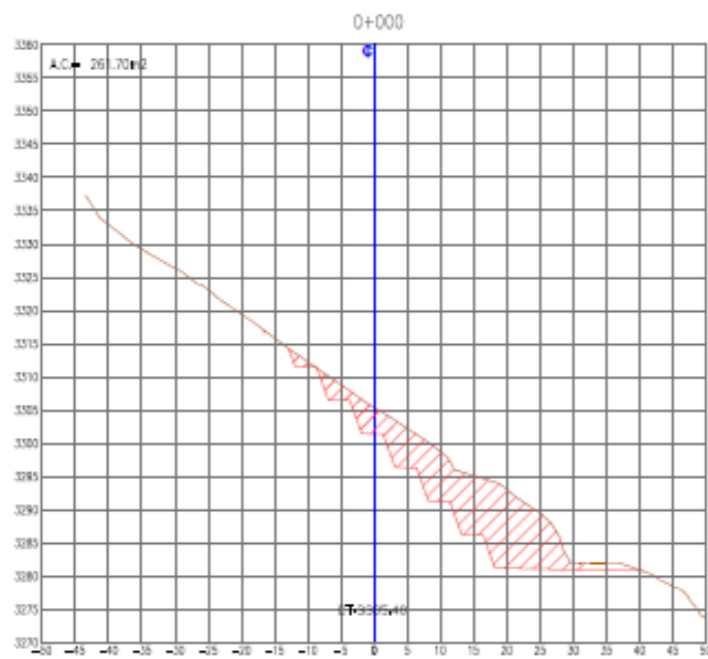
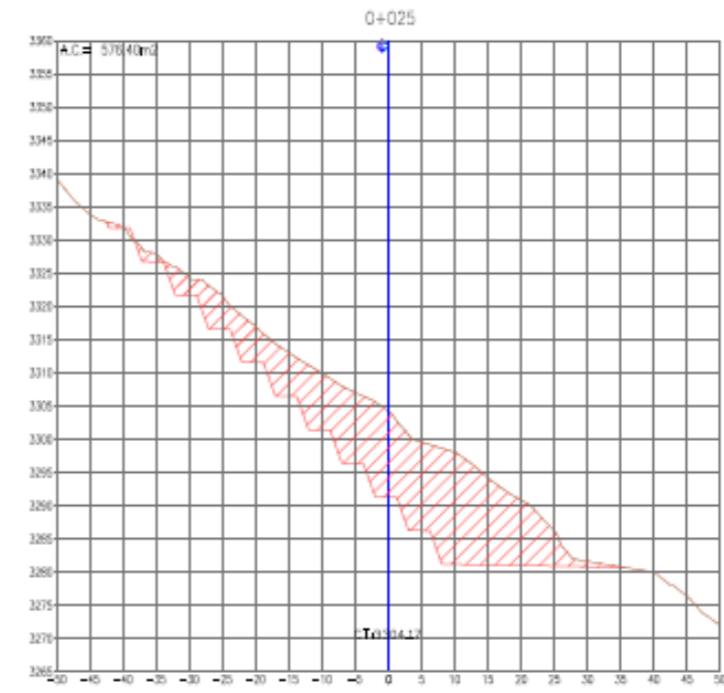
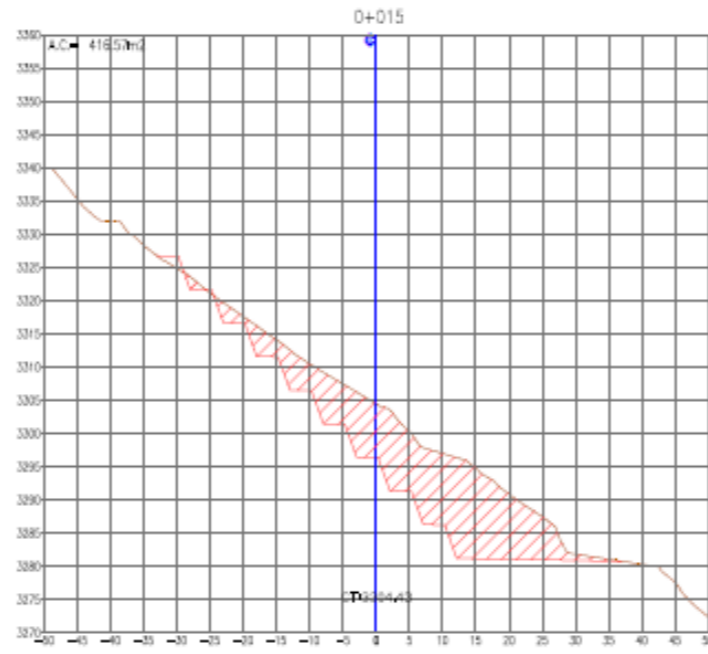
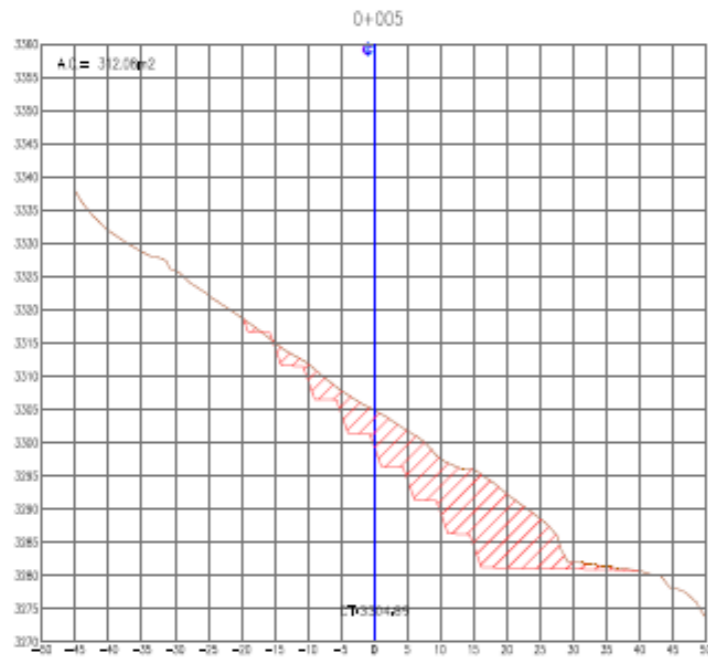


Anexo 04.2 Planos Clave de la ruta LI-116.



Anexo 04.3 Planos de la Cantera Salome.





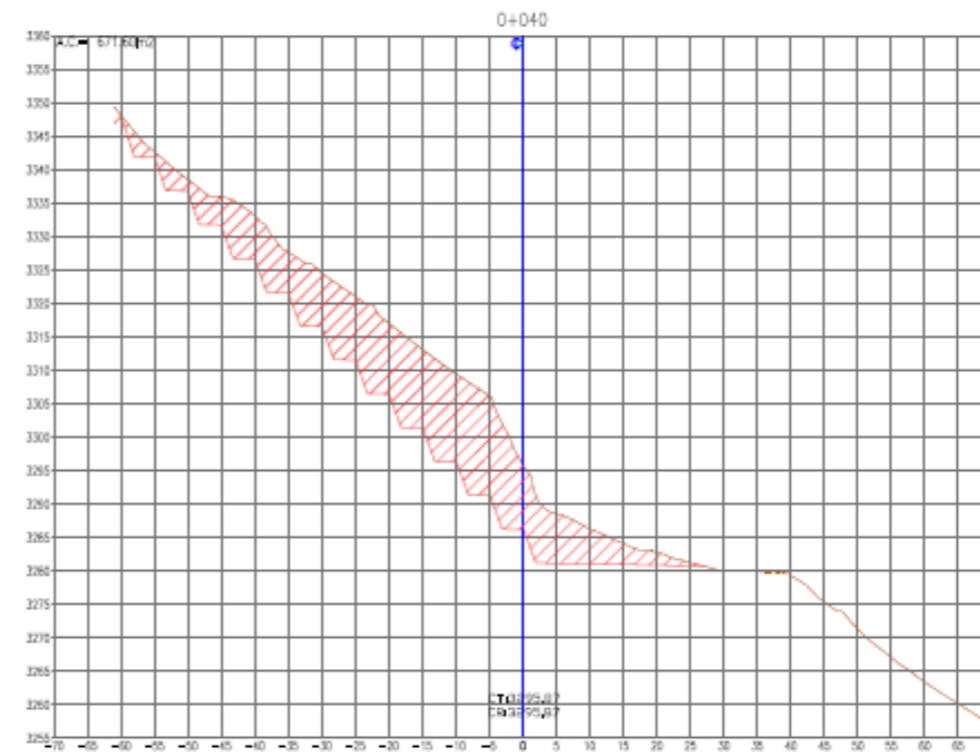
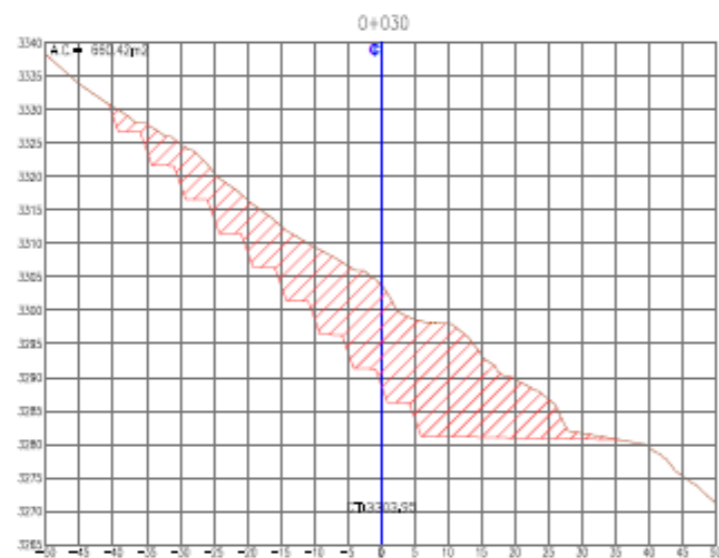
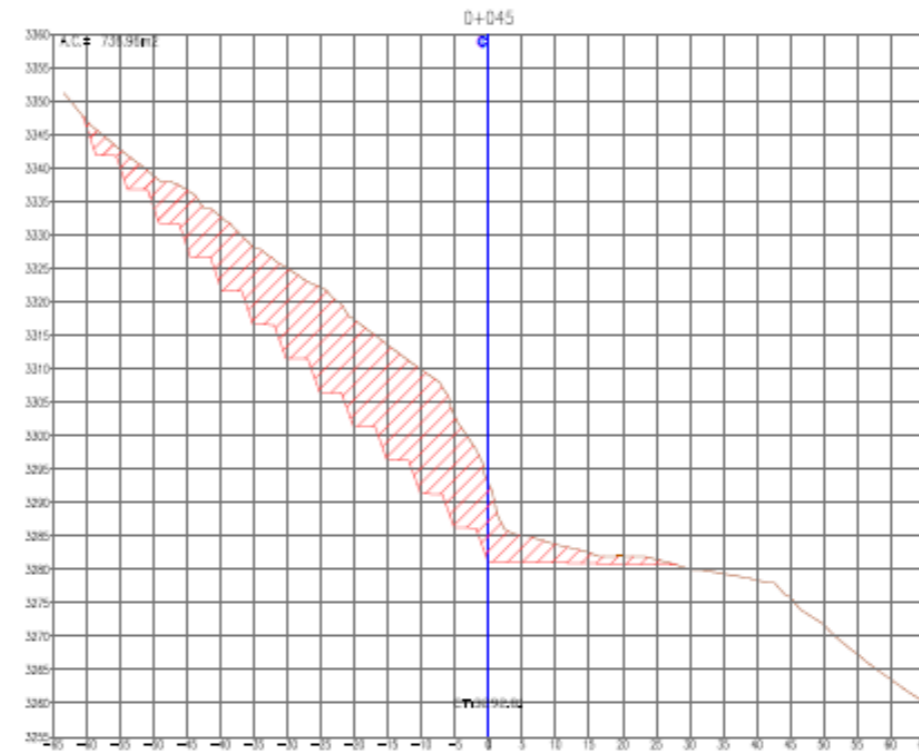
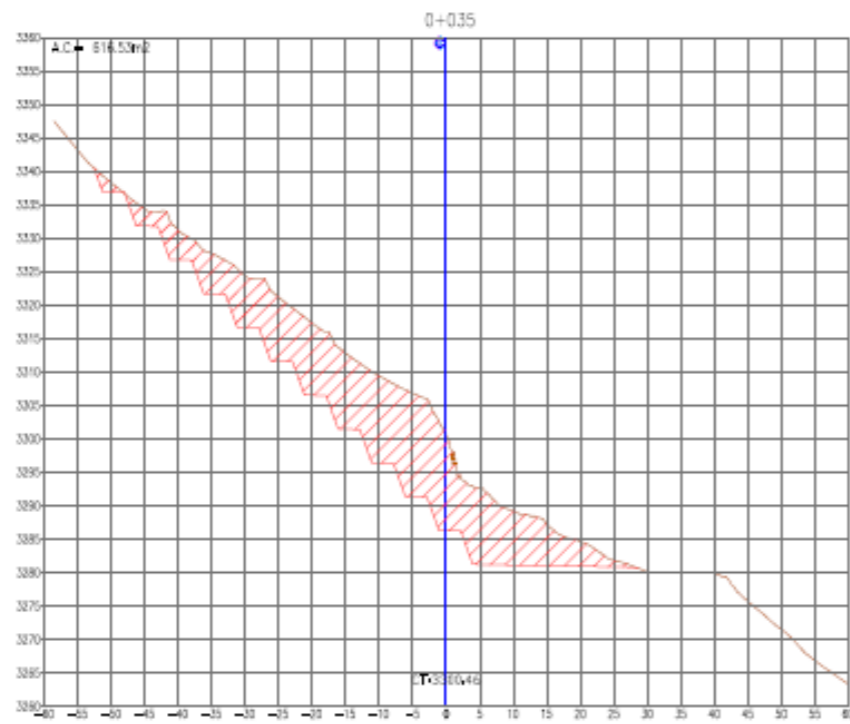
AUTORES: GUILLEN GARRAS, ANDY SELWYN
 AYQUIPA ALTAMIRANO, CARLOS EDUAR
 DISEÑO: A. GUILLEN - G. AYQUIPA
 PROCESAMIENTO: A. GUILLEN - G. AYQUIPA

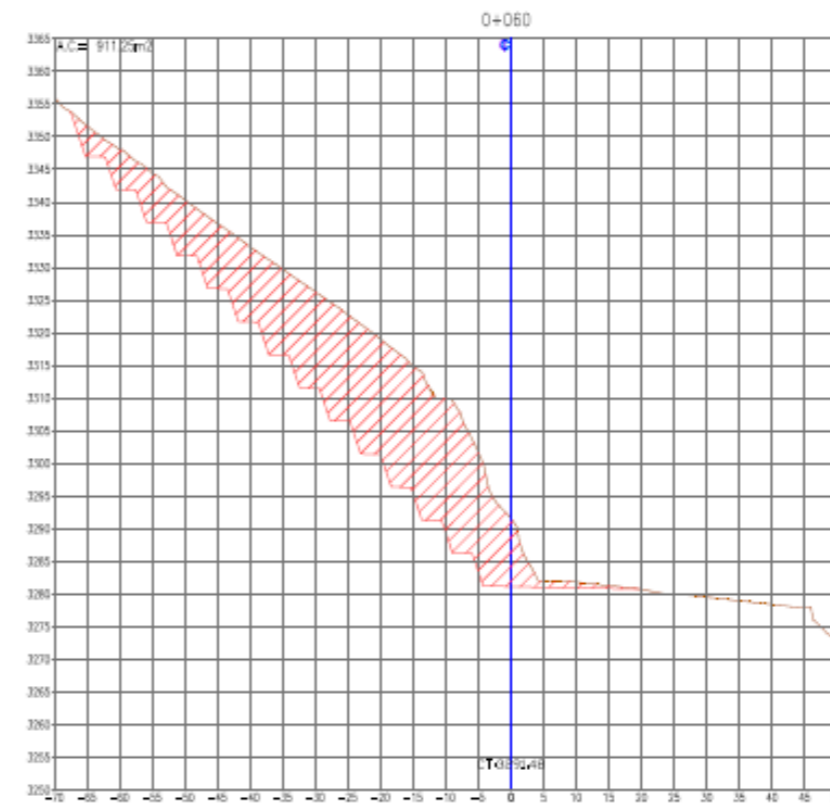
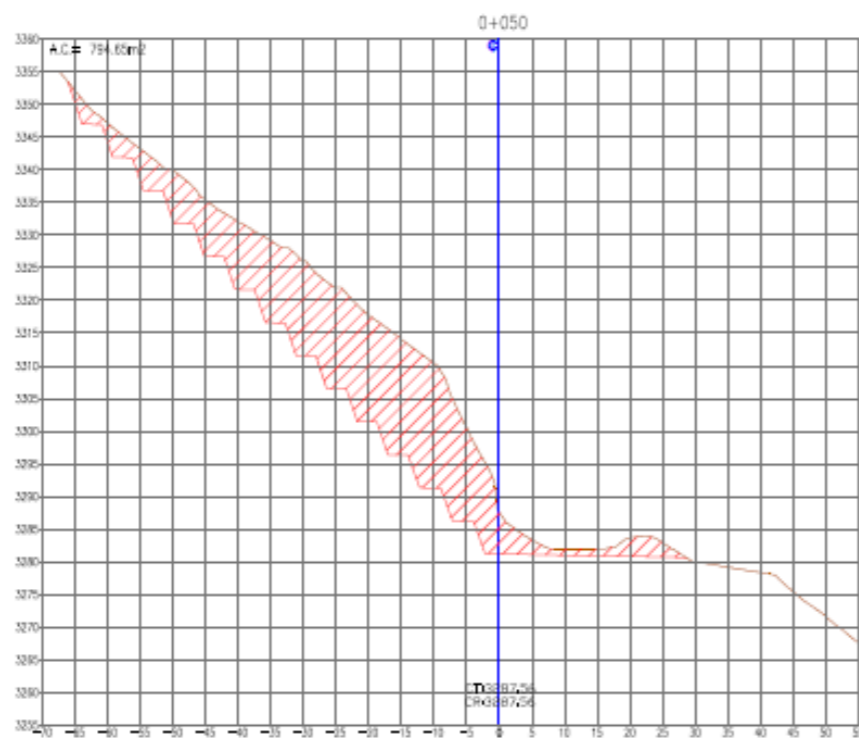
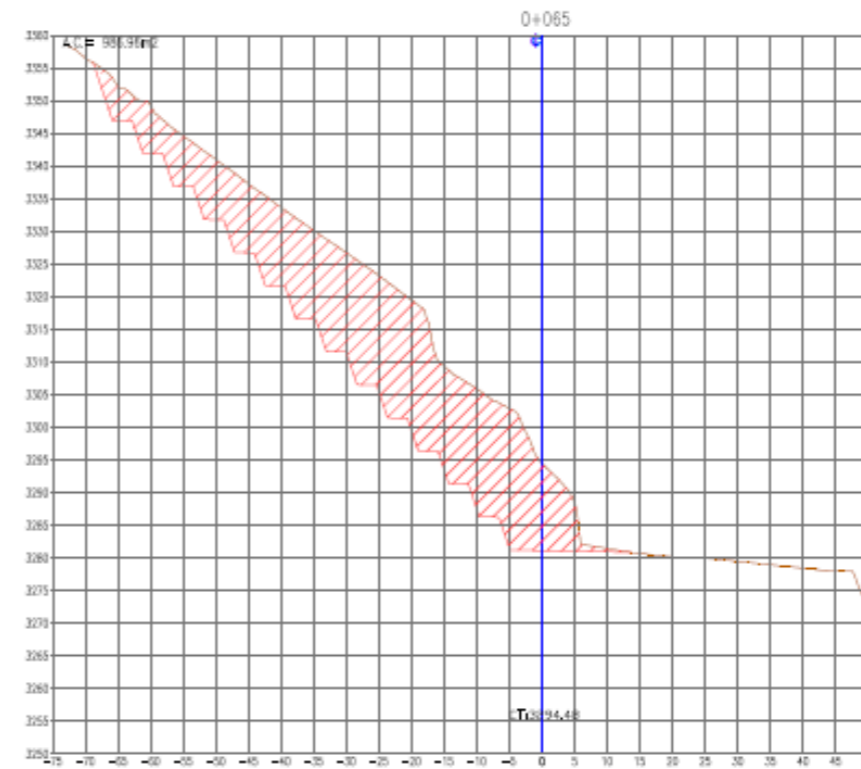
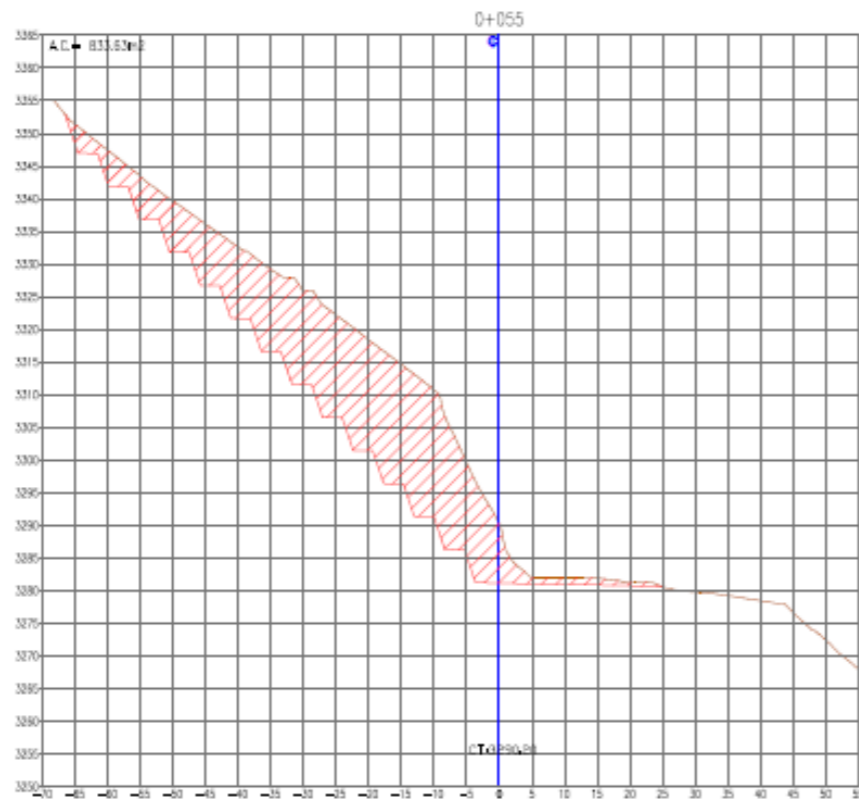
"Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con
 Cemento y Aceite Sulfonado - Ruta LI-116, La Libertad, 2021

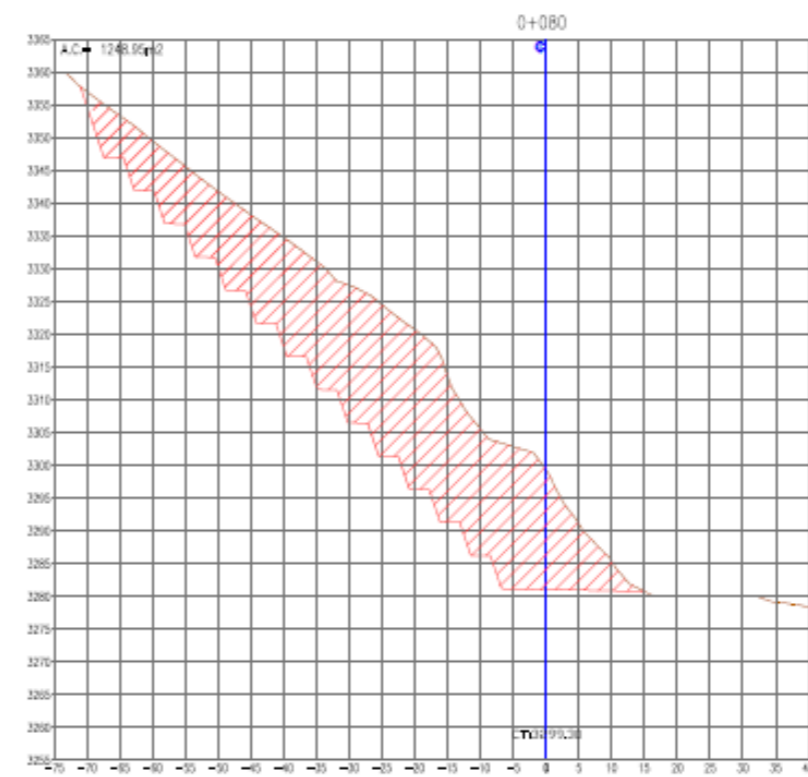
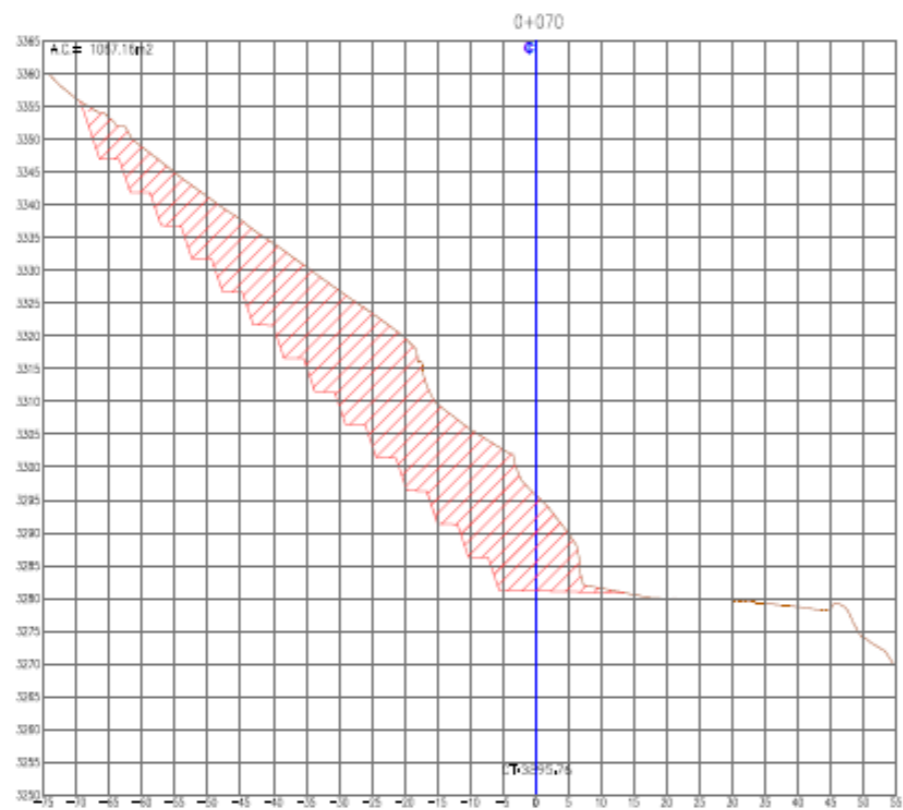
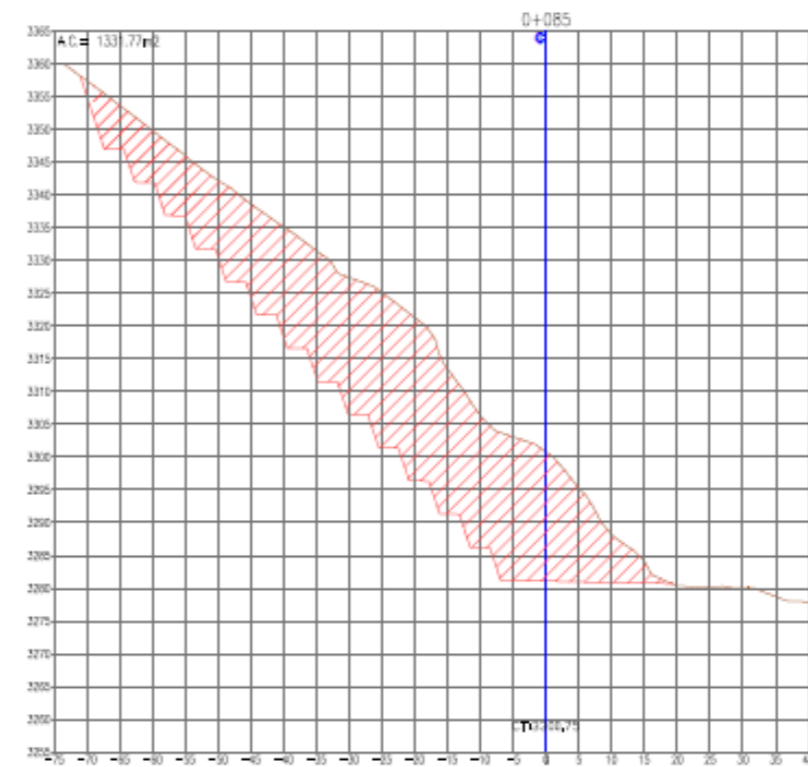
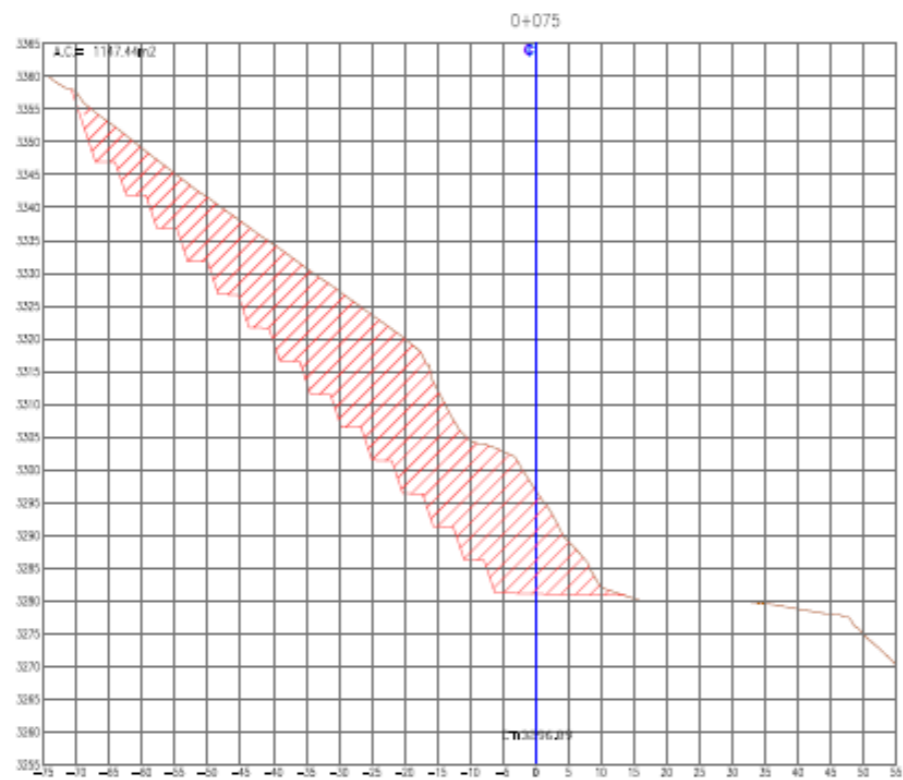
SECCIONES TRANSVERSALES
 0+000 - 0+025

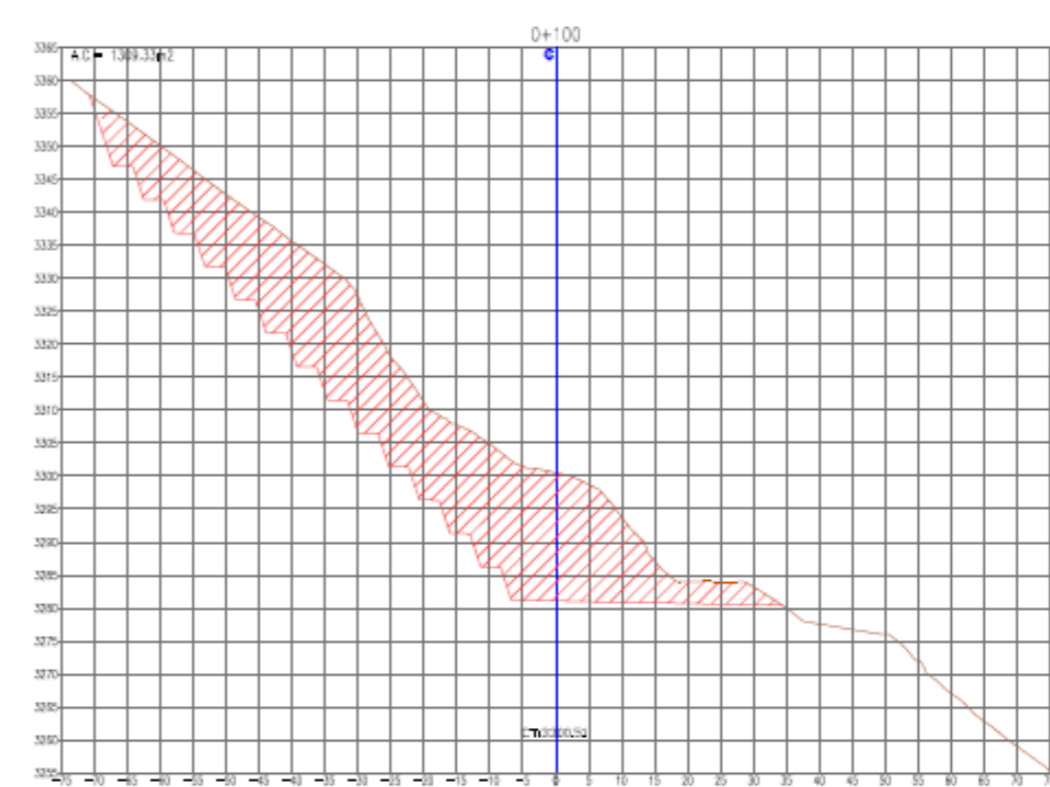
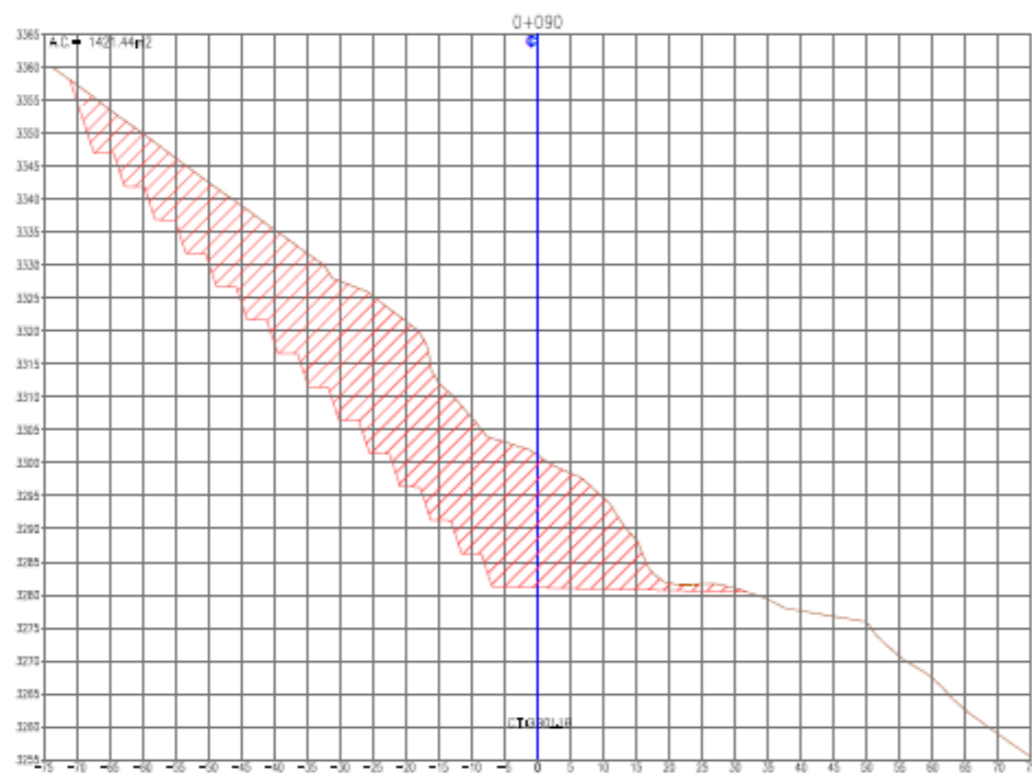
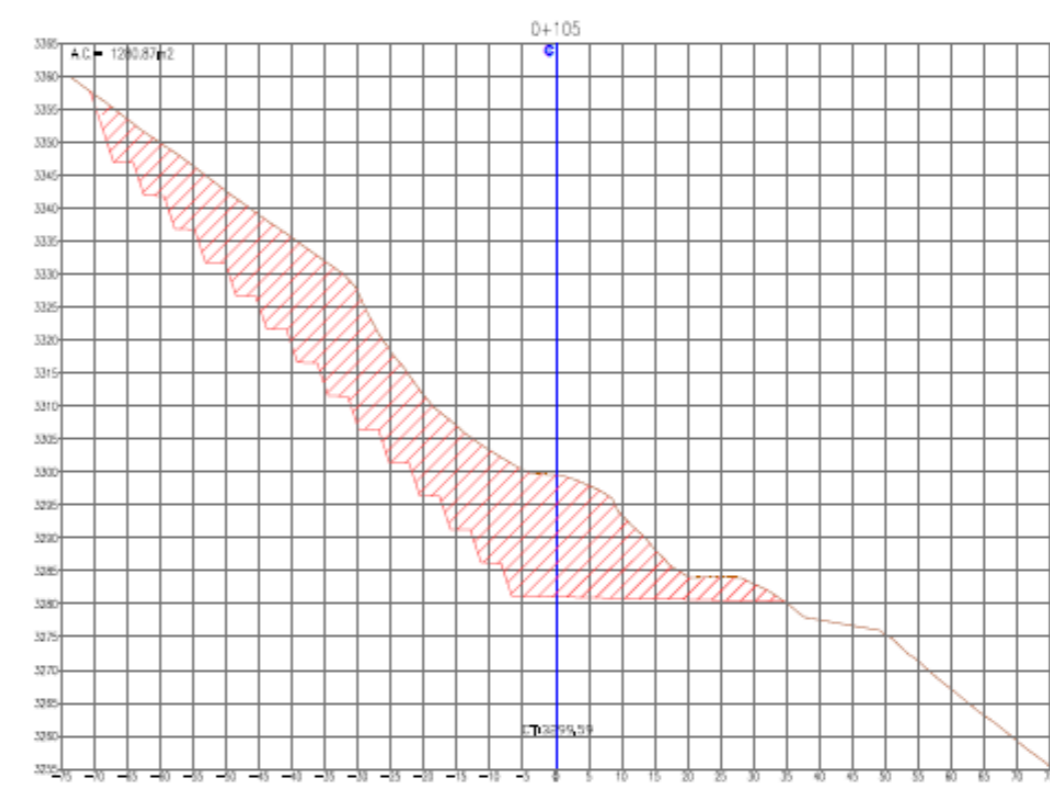
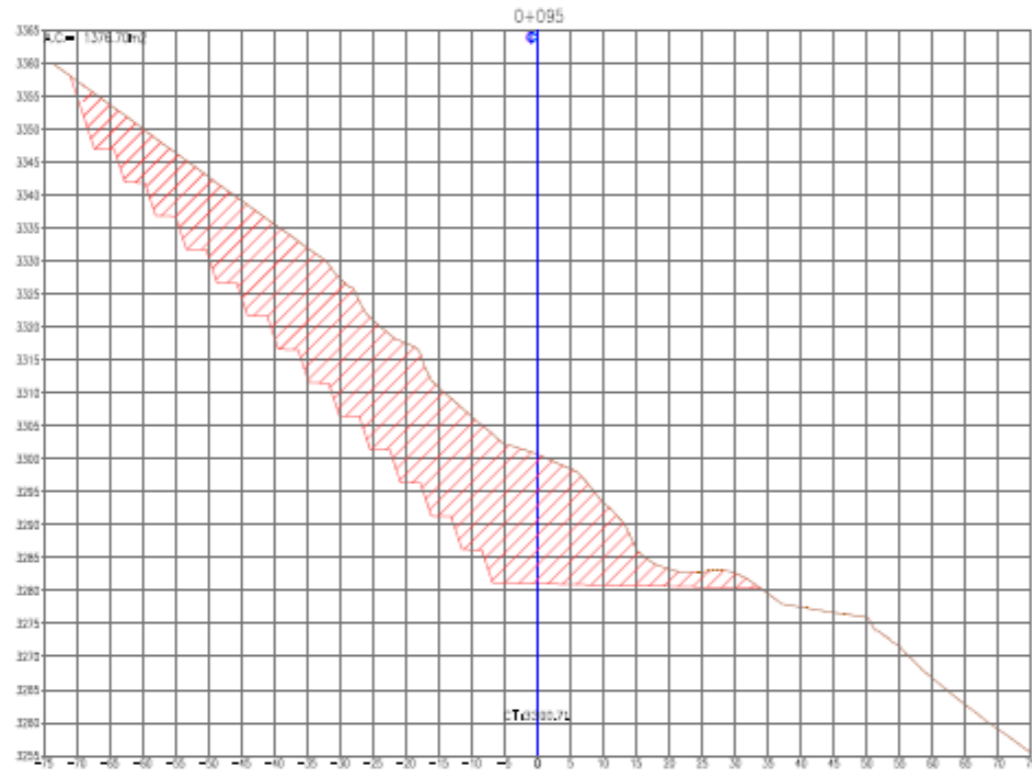
NOTA:
 1.- EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO ESTA REFERIDO AL DATUM WGS-84.
 2.- ELEVACIONES EN MSNM.
 3.- LA EQUIDISTANCIA ENTRE CURVAS DE NIVELES DE UN METRO.

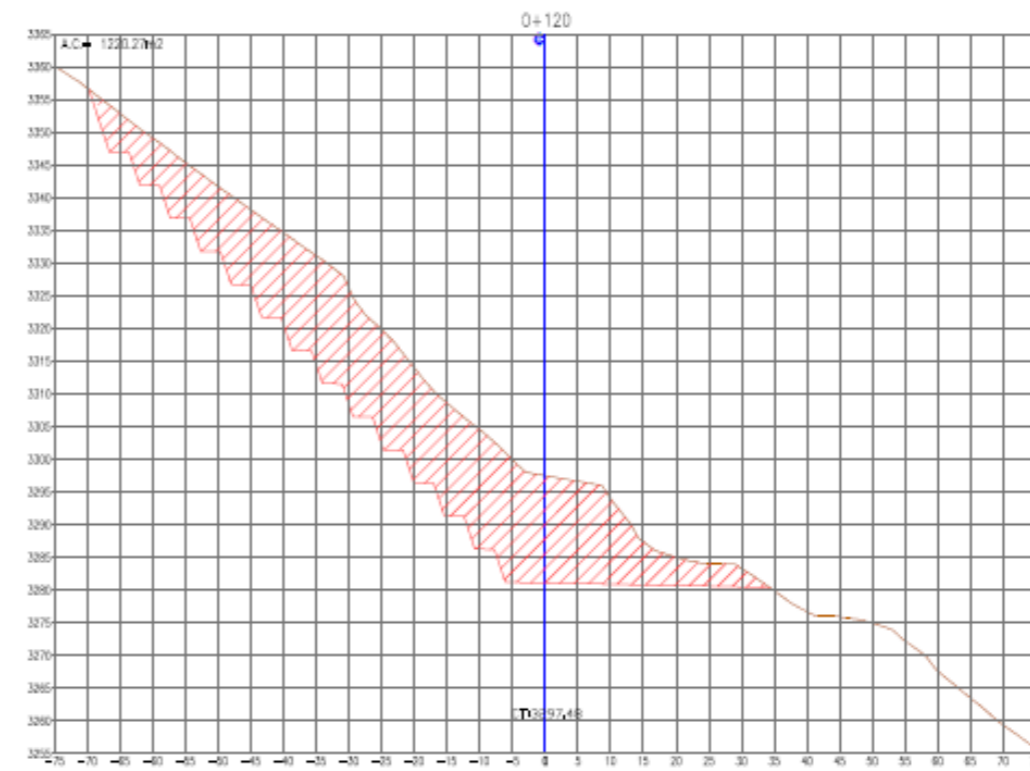
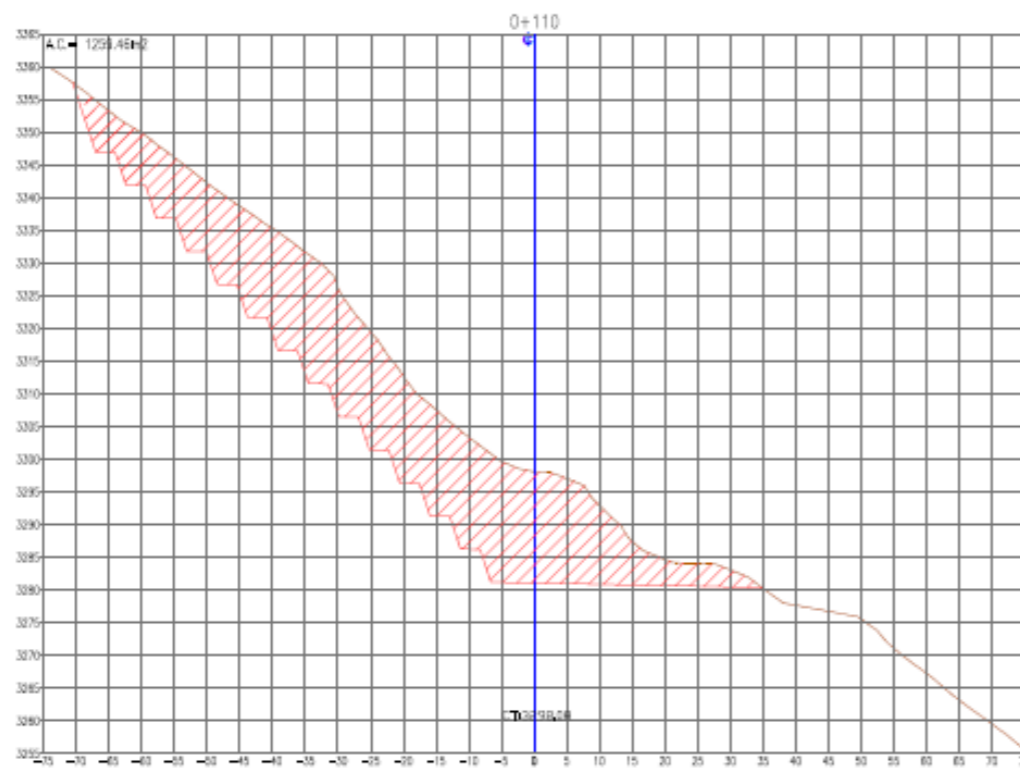
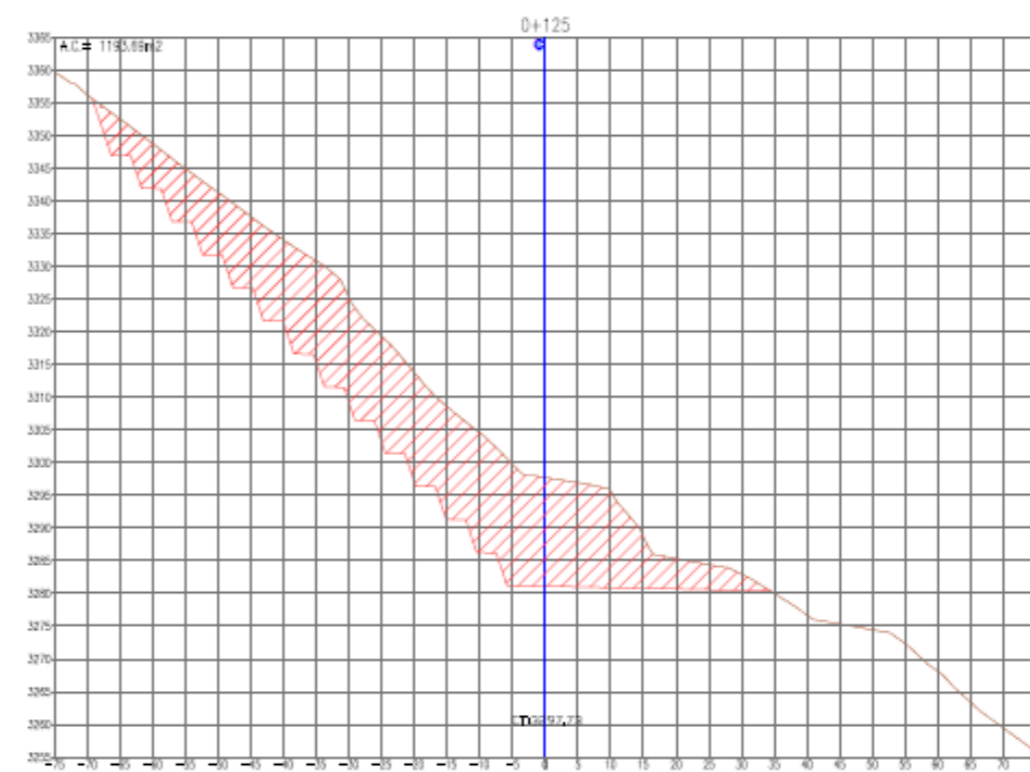
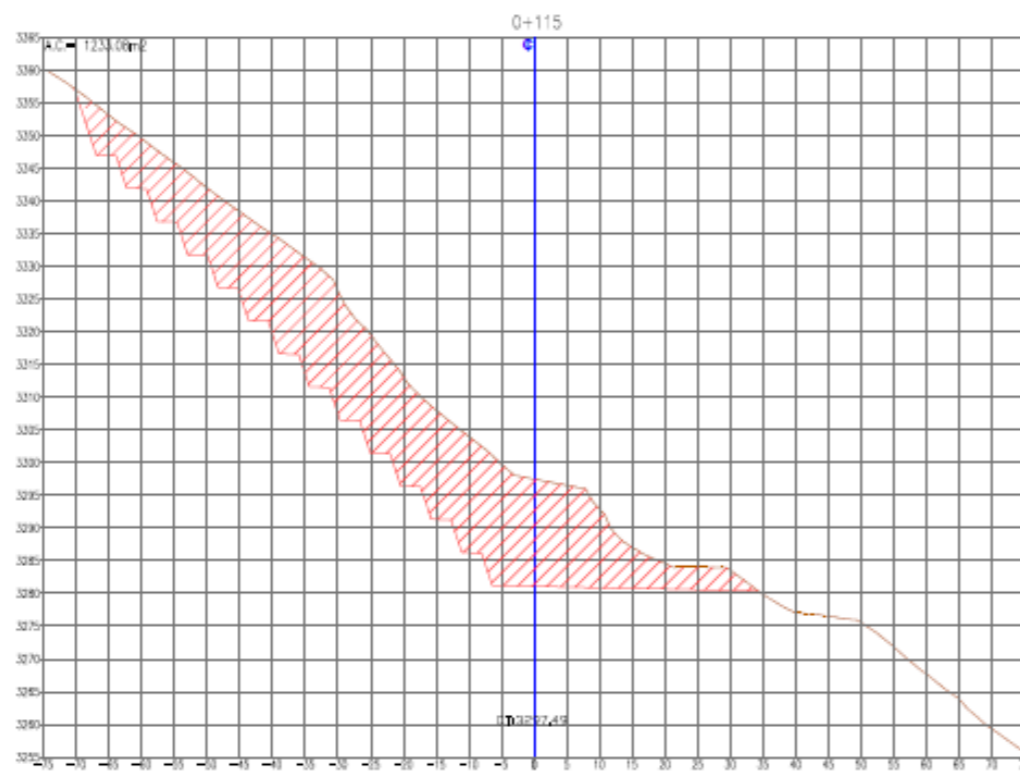
ESCALA: INDICADA
 FECHA: JULY 2021
 ST-116-S40M-01

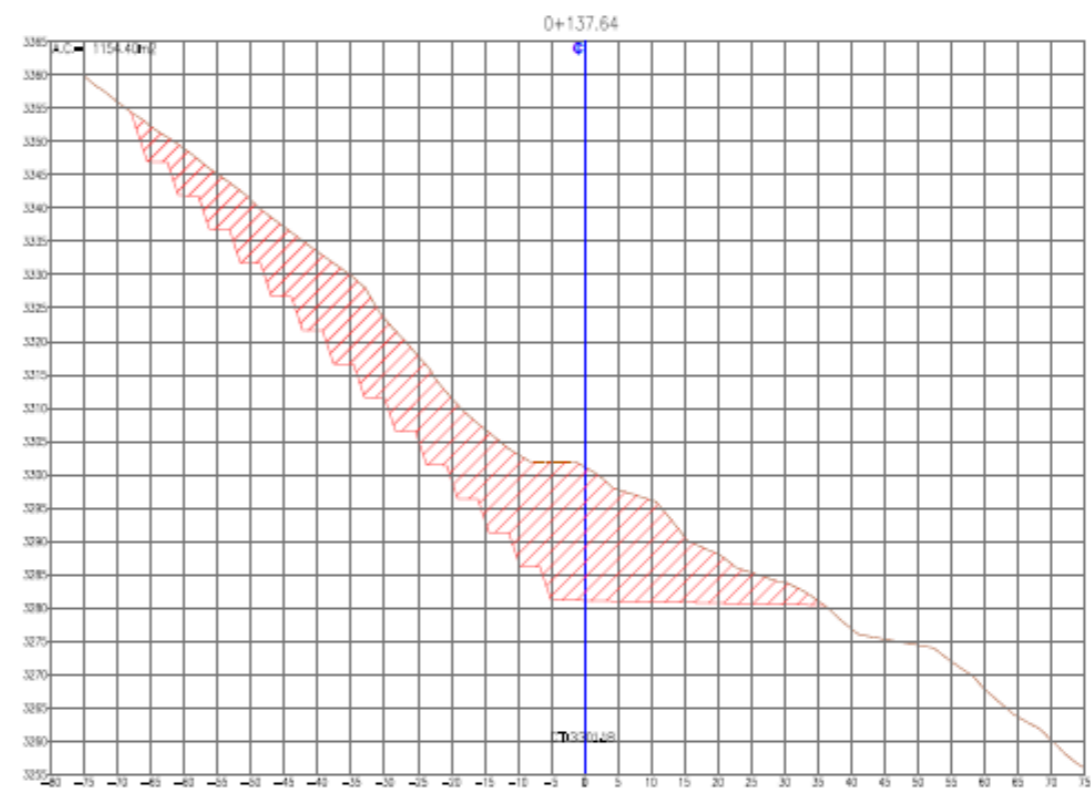
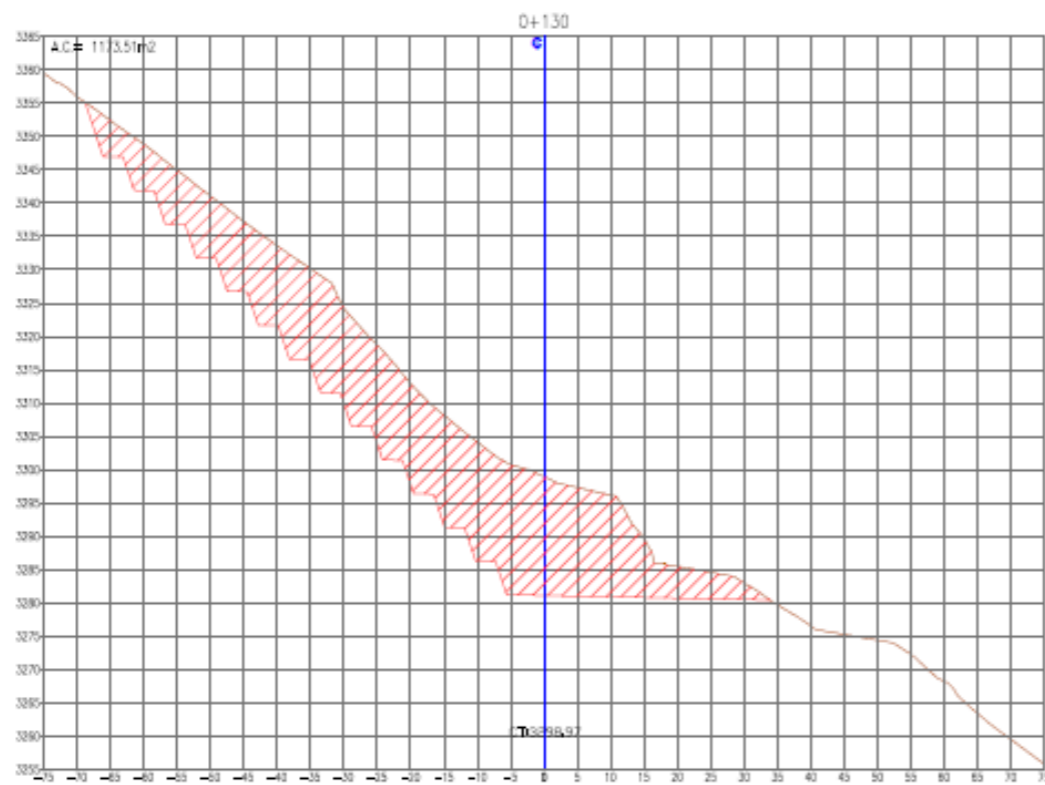












Anexo 05.
Estudio de Trafico.

Anexo 05.1. Cálculo de IMDA.

Cuadro Nº 1

PERÚ: Producto Bruto Interno por Años, según Departamentos

Valores a Precios Constantes de 2007 (Miles de soles)

Departamentos	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016P/	2017P/	2018E/	2019	2020E/
Amazonas	1,778,775	1,930,947	2,058,318	2,210,682	2,287,107	2,551,601	2,682,266	2,824,603	2,782,128	2,784,366	2,940,822	3,118,115	3,169,633	3,035,262
Áncash	15,672,771	16,854,588	16,400,826	16,013,215	16,155,687	17,666,947	18,478,843	16,028,265	17,584,621	18,365,696	19,317,454	20,722,034	19,985,182	18,742,618
Cajamarca	8,159,499	9,319,769	10,050,467	10,140,905	10,595,497	11,270,583	11,086,928	10,855,588	10,798,612	10,581,305	10,901,682	11,208,795	11,483,085	10,348,500
La Libertad	14,615,612	15,653,801	15,716,171	16,624,855	17,378,414	18,712,792	19,532,083	19,821,258	20,274,733	20,448,345	20,797,558	21,831,799	22,629,943	21,217,757
Lambayeque	6,880,023	7,512,522	7,910,362	8,449,884	8,937,792	9,782,672	10,138,533	10,354,938	10,809,529	11,080,412	11,371,483	11,835,620	12,114,059	11,328,570
Lima	136,238,703	148,415,981	148,910,138	164,623,842	178,742,876	189,597,321	200,400,691	208,022,491	214,469,326	220,241,329	224,691,974	234,432,451	240,557,069	210,887,962
Piura	12,651,720	13,580,502	13,998,851	15,106,528	16,366,999	17,066,135	17,746,782	18,750,443	18,866,671	18,924,869	18,473,111	19,776,544	20,529,216	18,589,356
San Martín	3,266,254	3,598,432	3,740,600	4,034,361	4,245,537	4,752,177	4,828,116	5,173,301	5,466,266	5,588,107	5,944,145	6,062,216	6,083,527	5,876,304
Valor Agregado Bruto	293,189,822	318,790,856	322,523,652	347,414,072	369,930,807	391,432,954	413,533,783	423,193,988	438,189,192	455,722,499	467,758,714	486,355,508	496,991,345	442,152,996
Impuestos a los Productos	23,672,020	26,618,399	27,397,396	31,092,161	32,442,212	35,162,701	38,194,925	39,716,922	40,458,121	42,246,926	42,666,329	44,420,343	46,141,106	40,538,443
Derechos de Importación	2,831,473	3,460,639	2,772,041	3,575,225	3,883,297	4,603,062	4,706,063	4,397,059	3,859,052	3,612,049	3,790,051	3,849,052	3,276,044	2,799,038
Producto Bruto Interno	319,693,315	348,869,894	352,693,089	382,081,458	406,256,316	431,198,717	456,434,771	467,307,969	482,506,365	501,581,474	514,215,094	534,624,903	546,408,495	485,490,477

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Con información disponible al 15 de marzo del 2021

Departamentos	PBI		
	2007	2019	TASA
Áncash	15,672,771	19,985,182	2.05%
Cajamarca	8,159,499	11,483,085	2.89%
Amazonas	1,778,775	3,169,633	4.93%
La Libertad	14,615,612	22,629,943	3.71%
Lambayeque	6,880,023	12,114,059	4.83%
Lima	136,238,703	240,557,069	4.85%
Piura	12,651,720	20,529,216	4.12%
San Martín	3,266,254	6,083,527	5.32%

CUADRO N° 3.63

PERÚ: POBLACIÓN TOTAL AL 30 DE JUNIO DE CADA AÑO, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1995-2021

Año	Perú	Amazonas	Áncash	Cajamarca	La Libertad	Lambayeque	Lima	Piura	San Martín
2007	28,481,901	406,087	1,097,098	1,476,708	1,682,213	1,174,519	8,730,820	1,725,502	746,844
2008	28,807,034	408,629	1,103,481	1,485,188	1,703,617	1,185,684	8,855,022	1,740,194	758,974
2009	29,132,013	411,043	1,109,849	1,493,159	1,725,075	1,196,655	8,981,440	1,754,791	771,021
2010	29,461,933	413,314	1,116,265	1,500,584	1,746,913	1,207,589	9,113,684	1,769,555	782,932
2011	29,797,694	415,466	1,122,792	1,507,486	1,769,181	1,218,492	9,252,401	1,784,551	794,730
2012	30,135,875	417,508	1,129,391	1,513,892	1,791,659	1,229,260	9,395,149	1,799,607	806,452
2013	30,475,144	419,404	1,135,962	1,519,764	1,814,276	1,239,882	9,540,996	1,814,622	818,061
2014	30,814,175	421,122	1,142,409	1,525,064	1,836,960	1,250,349	9,689,011	1,829,496	829,520
2015	31,151,643	422,629	1,148,634	1,529,755	1,859,640	1,260,650	9,838,251	1,844,129	840,790
2016	31,488,625	423,898	1,154,639	1,533,783	1,882,405	1,270,794	9,989,369	1,858,617	851,883
2017	31,826,018	424,952	1,160,490	1,537,172	1,905,301	1,280,788	10,143,003	1,873,024	862,822
2018	32,162,184	425,829	1,166,182	1,540,004	1,928,197	1,290,617	10,298,159	1,887,210	873,593
2019	32,495,510	426,566	1,171,714	1,542,362	1,950,956	1,300,270	10,453,874	1,901,032	884,179
2020	32,824,358	427,202	1,177,080	1,544,325	1,973,446	1,309,731	10,609,166	1,914,346	894,564
2021	33,149,016	427,701	1,182,255	1,545,803	1,995,707	1,318,979	10,764,428	1,927,201	904,738
2022	33,470,569	428,036	1,187,242	1,546,741	2,017,827	1,328,021	10,920,309	1,939,694	914,710
2023	33,788,589	428,264	1,192,080	1,547,280	2,039,747	1,336,892	11,076,223	1,951,751	924,495
2024	34,102,668	428,437	1,196,808	1,547,552	2,061,403	1,345,628	11,231,595	1,963,298	934,114
2025	34,412,393	428,603	1,201,465	1,547,694	2,082,737	1,354,261	11,385,860	1,974,262	943,582

Departamentos	POBLACION		
	2007	2019	TASA
Áncash	1,097,098	1,171,714	0.55%
Cajamarca	1,476,708	1,542,362	0.36%
Amazonas	406,087	426,566	0.41%
La Libertad	1,682,213	1,950,956	1.24%
Lambayeque	1,174,519	1,300,270	0.85%
Lima	8,730,820	10,453,874	1.51%
Piura	1,725,502	1,901,032	0.81%
San Martín	746,844	884,179	1.42%

**“INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y
ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021”**

PBI - POR DEPARTAMENTOS

Departamentos	PBI		
	2007	2019	TASA
Áncash	15,672,771	19,985,182	2.05%
Cajamarca	8,159,499	11,483,085	2.89%
Amazonas	1,778,775	3,169,633	4.93%
La Libertad	14,615,612	22,629,943	3.71%
Lambayeque	6,880,023	12,114,059	4.83%
Lima	136,238,703	240,557,069	4.85%
Piura	12,651,720	20,529,216	4.12%
San Martín	3,266,254	6,083,527	5.32%

POBLACION

Departamentos	POBLACION		
	2007	2019	TASA
Áncash	1,097,098	1,171,714	0.55%
Cajamarca	1,476,708	1,542,362	0.36%
Amazonas	406,087	426,566	0.41%
La Libertad	1,682,213	1,950,956	1.24%
Lambayeque	1,174,519	1,300,270	0.85%
Lima	8,730,820	10,453,874	1.51%
Piura	1,725,502	1,901,032	0.81%
San Martín	746,844	884,179	1.42%

PBI PER CAPITA

Departamentos	PBI PER CAPITA		
	2007	2019	TASA
Áncash	14.29	17	1.49%
Cajamarca	5.53	7	2.52%
Amazonas	4.38	7	4.50%
La Libertad	8.69	12	2.44%
Lambayeque	5.86	9	3.94%
Lima	15.60	23	3.29%
Piura	7.33	11	3.28%
San Martín	4.37	7	3.85%

Departamentos	PBI		
	PBI	POB	PBI PER CAPITA
Áncash	2.05%	0.55%	1.49%
Cajamarca	2.89%	0.36%	2.52%
Amazonas	4.93%	0.41%	4.50%
La Libertad	3.71%	1.24%	2.44%
Lambayeque	4.83%	0.85%	3.94%
Lima	4.85%	1.51%	3.29%
Piura	4.12%	0.81%	3.28%
San Martín	5.32%	1.42%	3.85%

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

TASA DE CRECIMIENTO			
DEPARTAMENTO	LIVIANO	OMNIBUS	PESADO
Áncash	0.55%	1.49%	2.05%
Cajamarca	0.36%	2.52%	2.89%
Amazonas	0.41%	4.50%	4.93%
La Libertad	1.24%	2.44%	3.71%
Lambayeque	0.85%	3.94%	4.83%
Lima	1.51%	3.29%	4.85%
Piura	0.81%	3.28%	4.12%
San Martín	1.42%	3.85%	5.32%

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)														FORMATO N° 1.1 A	Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)														FORMATO N° 1.1 B		
N°	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total	Código	Peaje	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total		
		Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros	Ligeros			Ligeros	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados	Pesados
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC			FC	FC	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	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	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000	2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9697	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	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	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	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1784	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	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	0.9488	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	5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	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	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	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	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	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000	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	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000	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	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0664	0.9514	1.0000	10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0419	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	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	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	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000	12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9638	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000		
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	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	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000	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	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000	15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9630	0.9674	0.8073	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	16	CHULLQUI	0.9571	0.9558	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9665	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000		
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0660	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	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	0.7966	1.0000		
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0024	1.0271	1.0664	0.9071	0.9185	1.0902	1.0736	0.8650	1.0000	18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0522	1.0638	1.0529	1.0638	1.0509	1.0687	0.9109	0.8101	0.6879	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	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	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000	20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0388	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000		
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000	21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.0182	1.0610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	1.8824	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000		
22	DESIVIO 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	22	DESIVIO 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	DESIVIO 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	23	DESIVIO 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	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1289	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000	24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.0204	1.0633	1.0320	0.9910	1.0256	0.9928	0.8304	1.0000		
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000	25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000		
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.0108	1.1687	0.8765	0.9108	1.1687	1.0162	1.1540	0.6525	1.0000	26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0527	1.0378	1.0095	0.9899	0.9852	0.9989	0.9787	0.9610	0.7830	1.0000		
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000	27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000		
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000	28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000		
29	ICA	0.8652	0.8816	1.0171	1.1074	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000	29	ICA	0.9862	1.0429	1.0316	1.0471	1.0536	1.0384	0.9844	0.9804	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000			
30	ILAVE	1.0094	0.9690	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000	30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000		
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000	31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0528	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000		
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	1.0705	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000	32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0042	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9663	1.0590	0.4681	1.0000		
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000	33	LOMA LARGA BAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000		
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	1.0121	0.9751	1.1121	1.0782	1.0732	1.0000	34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9625	0.9305	0.9768	0.9446	0.9505	1.0360	1.0000			
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000	35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0000		
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000	36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.00											

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021"
 Tramo: Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).
 Cod Estación: E-1
 Estación: CHOQUIZONGUILLO
 Ubicación: CHOQUIZONGUILLO
 Sentido: ENTRADA
 Dia: MARTES Fecha: 11-May-21

Hora	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	PORC. %
			Pick UP	Panel	Rural Combi		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01					2															2	3.08
01-02			1		2															3	4.62
02-03			1																	1	1.54
03-04			1		1															2	3.08
04-05			2																	2	3.08
05-06			3							3										6	9.23
06-07										2										2	3.08
07-08					1															1	1.54
08-09			1																	1	1.54
09-10										3										3	4.62
10-11					1															1	1.54
11-12	3	1			3															7	10.77
12-13	1	1	3		1				1											7	10.77
13-14			1		2															3	4.62
14-15					2															2	3.08
15-16	1	1			3															5	7.69
16-17	2		1		2															5	7.69
17-18			1		1															2	3.08
18-19		2	1		1															4	6.15
19-20	1				2															3	4.62
20-21									1											1	1.54
21-22			1																	1	1.54
22-23		1																		1	1.54
23-24																				0	0.00
TOTAL	8	6	17	0	24	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	100.00
%	12.31	9.23	26.15	0.00	36.92	0.00	0.00	0.00	15.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021"
 Tramo: Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).
 Cod Estación: E-1
 Estación: CHOQUIZONGUILLO
 Ubicación: CHOQUIZONGUILLO
 Sentido: SALIDA
 Dia: MARTES Fecha: 11-May-21

Hora	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	PORC. %
			Pick UP	Panel	Rural Combi		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01			1																	1	1.49
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04					1															1	1.49
04-05																				0	0.00
05-06																				0	0.00
06-07																				0	0.00
07-08																				0	0.00
08-09		1	1						1											3	4.48
09-10	1																			1	1.49
10-11		1	1		2															4	5.97
11-12					3															3	4.48
12-13					2				8											10	14.93
13-14	1	1	2	1	2				2											9	13.43
14-15					3				2											5	7.46
15-16		1	1		3				2											7	10.45
16-17			2		2				1											5	7.46
17-18	1	1	1		2															5	7.46
18-19			2																	2	2.99
19-20			1		2				1											4	5.97
20-21									1											1	1.49
21-22		1			2															3	4.48
22-23									1											1	1.49
23-24			1						1											2	2.99
TOTAL	3	6	13	1	19	0	0	0	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67	100.00
%	4.48	8.96	19.40	1.49	28.36	0.00	0.00	0.00	25.37	11.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021"
 Tramo: Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).
 Cod Estación: E-1
 Estación: CHOQUIZONGUILLO
 Ubicación: CHOQUIZONGUILLO
 Sentido: AMBOS
 Dia: MARTES Fecha: 11-May-21

Hora	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	PORC. %
			Pick UP	Panel	Rural Combi		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.27
01-02	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.27
02-03	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.76
03-04	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.27
04-05	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.52
05-06	-	-	3	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4.55
06-07	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.52
07-08	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.76
08-09	-	1	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.03
09-10	1	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.03
10-11	-	1	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.79
11-12	3	1	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	7.58
12-13	1	1	3	-	1	-	-	-	3	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	12.88
13-14	1	1	3	1	4	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9.09
14-15	-	-	-	-	5	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.30
15-16	1	2	1	-	6	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	9.09
16-17	2	-	3	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	7.58
17-18	1	1	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.30
18-19	-	2	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4.55
19-20	1	-	1	-	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.30
20-21	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.52
21-22	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	3.03
22-23	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.52
23-24	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.52
TOTAL	11	12	30	1	43	0	0	0	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132	100.00
%	8.73	9.52	23.81	0.79	34.13	0.00	0.00	0.00	21.43	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	104.76	

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021"
Tramo: Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).
Cod Estación: E-1
Estación: CHOQUIZONGUILLO

Ubicación: CHOQUIZONGUILLO
Sentido: ENTRADA
Día: MIERCOLES
Fecha: 12-May-21

Hora	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	PORC. %
			Pick UP	Panel	Rural Combi		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01			2		3															5	7.94
01-02																				0	0.00
02-03																				0	0.00
03-04																				0	0.00
04-05			1		1					1										3	4.76
05-06					2															3	4.76
06-07			2	1																3	4.76
07-08				1	1					1										3	4.76
08-09			3		2															5	7.94
09-10	1		1																	2	3.17
10-11			1		2					1										4	6.35
11-12										2										2	3.17
12-13		1	1		1															3	4.76
13-14			1		2						1			1						5	7.94
14-15										1										1	1.59
15-16		1			1					1										3	4.76
16-17	1		1		1															3	4.76
17-18					3					2										3	4.76
18-19					3															3	4.76
19-20					2															2	3.17
20-21			1		1															2	3.17
21-22					1					1										2	3.17
22-23		1								2										3	4.76
23-24			1	2																3	4.76
TOTAL	2	4	16	3	24	0	0	0	12	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	63	100.00
%	3.17	6.35	25.40	4.76	38.10	0.00	0.00	0.00	19.05	1.59	0.00	0.00	0.00	1.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021"
Tramo: Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).
Cod Estación: E-1
Estación: CHOQUIZONGUILLO

Ubicación: CHOQUIZONGUILLO
Sentido: SALIDA
Día: MIERCOLES
Fecha: 12-May-21

Hora	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	PORC. %
			Pick UP	Panel	Rural Combi		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01																				0	0.00
01-02			1		1															2	2.60
02-03			1																	1	1.30
03-04					1															1	1.30
04-05																				0	0.00
05-06			2	2																4	5.19
06-07		1																		1	1.30
07-08					3															3	3.90
08-09		2			2															4	5.19
09-10										2										2	2.60
10-11			1		2					2	1									6	7.79
11-12			3	1	1					1										6	7.79
12-13					1															1	1.30
13-14					1					1										2	2.60
14-15					4					2										6	7.79
15-16			1		2					3										6	7.79
16-17	1		1		13					1										16	20.78
17-18		1	3		2					2										8	10.39
18-19			1							1										2	2.60
19-20			1		1					1										2	2.60
20-21	1																			1	1.30
21-22			1																	1	1.30
22-23					1					1										2	2.60
23-24																				0	0.00
TOTAL	2	4	16	3	34	0	0	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77	100.00
%	2.60	5.19	20.78	3.90	44.16	0.00	0.00	0.00	22.08	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto: "Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021"
Tramo: Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).
Cod Estación: E-1
Estación: CHOQUIZONGUILLO

Ubicación: CHOQUIZONGUILLO
Sentido: AMBOS
Día: MIERCOLES
Fecha: 12-May-21

Hora	Auto movil	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	PORC. %
			Pick UP	Panel	Rural Combi		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
00-01	-	-	2	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.57
01-02	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1.43
02-03	-	-	1	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.71
03-04	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.71
04-05	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.14
05-06	-	-	2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.00
06-07	-	1	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2.86
07-08	-	-	-	1	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4.29
08-09	-	2	3	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6.43
09-10	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2.86
10-11	-	-	2	-	4	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	7.14
11-12	-	-	3	1	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	5.71
12-13	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	6.56
13-14	-	-	1	-	3	-	-	-	1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	7	5.00
14-15	-	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	5.00
15-16	-	1	1	-	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6.43
16-17	2	-	2	-	14	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	13.57
17-18	-	1	3	-	3	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	7.86
18-19	-	-	1	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.57
19-20	-	-	1	-	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2.86
20-21	1	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.14
21-22	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.14
22-23	-	-	1	-	1	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	3.57
23-24	-	-	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2.14
TOTAL	4	8	32	6	58	0	0	0	29	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	140	100.00
%	2.86	5.71	22.86	4.29	41.43	0.00	0.00	0.00	20.71	1.43	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VOLUMEN DE TRAFICO PROMEDIO DIARIO

Proyecto:
Tramo
Cod Estación
Estación

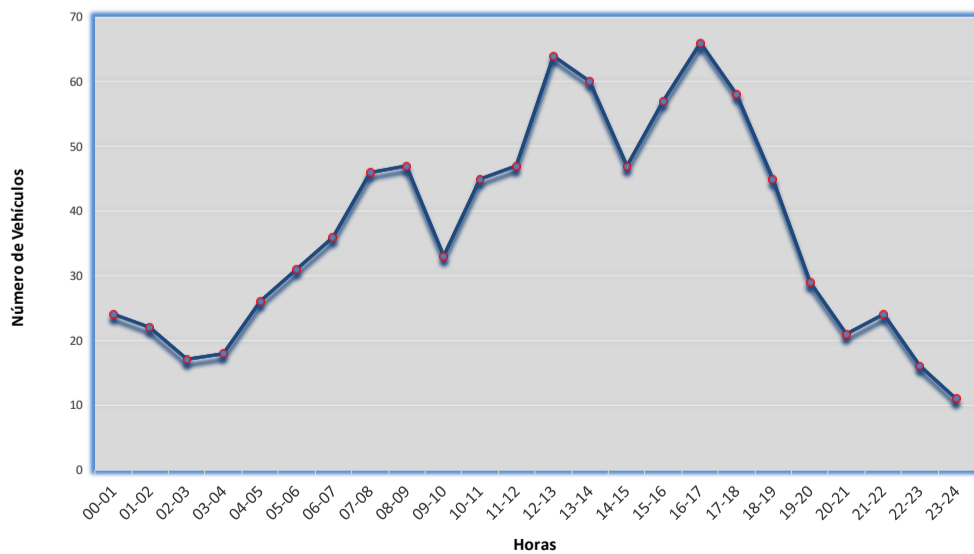
"Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021"
Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).
E-1
CHOQUIZONGUILLO

Ubicación :
Sentido
Días
CHOQUIZONGUILLO
TOTAL
DEL LUNES 10 AL DOMINGO 16 DE MAYO
DEL 2021

Hora	Auto movil	Station Wagon Wagon	CAMIONETAS			Micro Wagon	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	
			Pick UP	Panel	Rural Combi		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
LUNES 10/05/2021																					
ENTRADA	6	8	17	0	20	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61
SALIDA	3	6	12	1	18	0	0	0	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
Ambos	9	14	29	1	38	0	0	0	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126
MARTES 11/05/2021																					
ENTRADA	8	6	17	0	24	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
SALIDA	3	6	13	1	19	0	0	0	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
Ambos	11	12	30	1	43	0	0	0	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	132
MIERCOLES 12/05/2021																					
ENTRADA	2	4	16	3	24	0	0	0	12	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	63
SALIDA	2	4	16	3	34	0	0	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	77
Ambos	4	8	32	6	58	0	0	0	29	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	140
JUEVES 13/05/2021																					
ENTRADA	3	8	24	0	21	0	0	0	6	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
SALIDA	3	12	20	1	11	0	0	0	12	10	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	71
Ambos	6	20	44	1	32	0	0	0	18	19	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	145
VIERNES 14/05/2021																					
ENTRADA	1	10	22	0	32	0	0	0	9	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	79
SALIDA	2	6	18	1	23	0	0	0	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
Ambos	3	16	40	1	55	0	0	0	22	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	147
SABADO 15/05/2021																					
ENTRADA	7	13	8	17	8	0	0	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62
SALIDA	4	7	12	1	14	0	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
Ambos	11	20	20	18	22	0	0	6	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111
DOMINGO 16/05/2021																					
ENTRADA	5	7	11	0	17	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
SALIDA	3	5	9	0	4	12	0	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41
Ambos	8	12	20	0	21	12	0	0	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
TOTAL	52	102	215	28	269	12	0	6	148	51	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	890

Hora	Auto movil	Station Wagon Wagon	CAMIONETAS			Micro Wagon	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				Traylers				TOTAL	PORC. %	
			Pick UP	Panel	Rural Combi		2E	>= 3E	2E	3E	4E	2S1/ 2S2	2S3	3S1/ 3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
00-01	2	3	9	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	2.70
01-02	-	1	12	-	7	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	2.47
02-03	-	2	11	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17	1.91
03-04	-	-	5	-	11	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	2.02
04-05	1	1	11	-	9	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	2.92
05-06	1	1	14	3	6	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31	3.48
06-07	1	10	6	1	11	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	4.04
07-08	-	11	4	2	13	1	-	-	4	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	46	5.17
08-09	3	10	15	2	11	1	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	5.28
09-10	4	3	7	2	1	-	-	-	12	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	3.71
10-11	1	6	6	4	13	-	-	2	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	5.06
11-12	7	5	9	2	9	1	-	-	11	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	5.28
12-13	3	4	12	1	9	-	-	1	13	20	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	64	7.19
13-14	4	6	15	5	16	-	-	-	8	3	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	60	6.74
14-15	2	1	9	1	23	1	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	5.28
15-16	5	8	6	-	24	1	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	6.40
16-17	8	2	14	2	31	1	-	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66	7.42
17-18	4	6	12	3	16	1	-	1	10	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	6.52
18-19	-	11	15	-	14	1	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45	5.06
19-20	3	2	5	-	15	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29	3.26
20-21	2	-	4	-	4	2	-	-	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21	2.36
21-22	-	4	6	-	9	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	2.70
22-23	1	3	2	-	3	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	1.80
23-24	-	2	6	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	1.24
TOTAL	52	102	215	28	269	12	0	6	148	51	5	0	1	1	0	0	0	0	0	0	890	100.00
%	5.84	11.46	24.16	3.15	30.22	1.35	0.00	0.67	16.63	5.73	0.56	0.00	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	

VARIACIÓN HORARIA TOTAL - TRAMO 1



VOLUMEN DE TRÁFICO PROMEDIO DIARIO

Carretera "Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021"
 Tramo Emp. PE-3N (Culicanda) - Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).
 Cod Estación E-1
 Estación CHOQUIZONGUILLO

Ubicacion CHOQUIZONGUILLO
 Sentido Ambos
 Dia DEL LUNES 10 AL DOMINGO 16 DE MAYO DEL 2021

HORA	AUTO	STATION	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMITRAYLER				TRAYLERS				TOTAL	PORC. %
		WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL (Combi)		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
LUNES	9	14	29	1	38	0	0	0	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	126	14.2
MARTES	11	12	30	1	43	0	0	0	27	8	0	0	0	0	0	0	0	0	132	14.8	
MIÉRCOLES	4	8	32	6	58	0	0	0	29	2	0	0	1	0	0	0	0	0	140	15.7	
JUEVES	6	20	44	1	32	0	0	0	18	19	4	0	1	0	0	0	0	0	145	16.3	
VIERNES	3	16	40	1	55	0	0	0	22	10	0	0	0	0	0	0	0	0	147	16.5	
SABADO	11	20	20	18	22	0	0	6	13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	111	12.5	
DOMINGO	8	12	20	0	21	12	0	0	12	3	1	0	0	0	0	0	0	0	89	10.0	
TOTAL	52	102	215	28	269	12	0	6	148	51	5	0	1	1	0	0	0	0	890	100.0	
IMD	7	15	31	4	38	2	0	1	21	7	1	0	0	0	0	0	0	0	127		
%	5.8	11.5	24.2	3.1	30.2	1.3	0.0	0.7	16.6	5.7	0.6	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		

TRAFICO VEHICULAR AMBOS SENTIDOS POR DÍAS

Tipo de Vehiculos	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sabado	Domingo	Total Semanal	IMDs Σ Vi/7	FC	IMDa = IMDs x FC
Automóvil	9	11	4	6	3	11	8	52	7	1.12	8
Station Wagon	14	12	8	20	16	20	12	102	15	1.12	17
Pick Up	29	30	32	44	40	20	20	215	31	1.12	35
Panel	1	1	6	1	1	18	0	28	4	1.12	4
C. Rural	38	43	58	32	55	22	21	269	38	1.12	43
Microbús	0	0	0	0	0	0	12	12	2	1.12	2
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.12	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	6	0	6	1	1.09	1
Camión 2E	27	27	29	18	22	13	12	148	21	1.09	23
Camión 3E	8	8	2	19	10	1	3	51	7	1.09	8
Camión 4E	0	0	0	4	0	0	1	5	1	1.09	1
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.09	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1.09	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1.09	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.09	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.09	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.09	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.09	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.09	0
TOTAL IMD	126	132	140	145	147	111	89	890	127		142

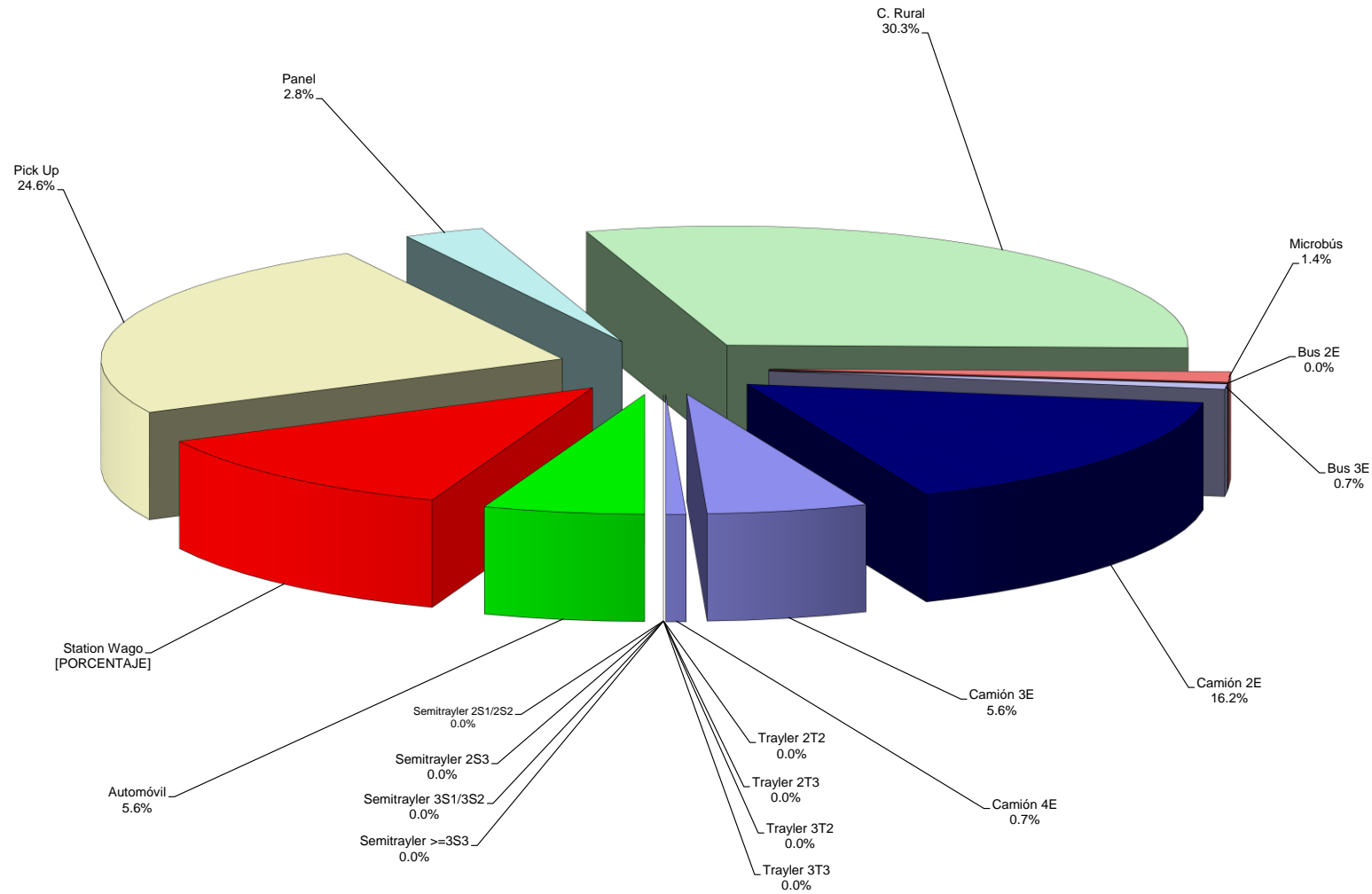
**FACTOR DE CORRECCION ESTACIONAL
PEAJE VIRU**

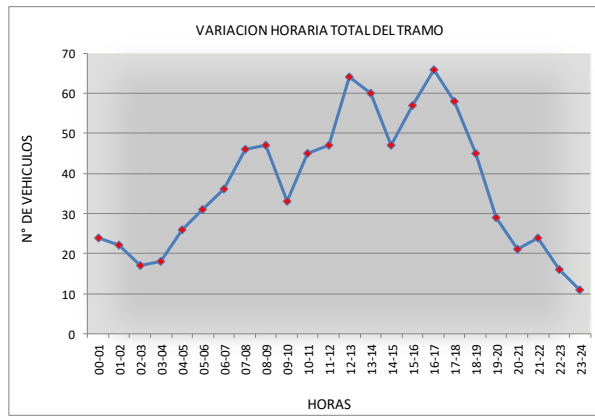
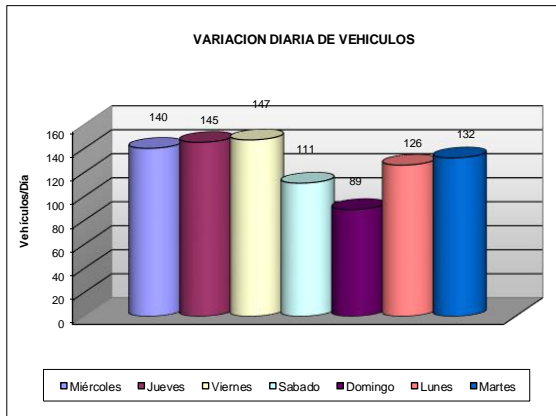
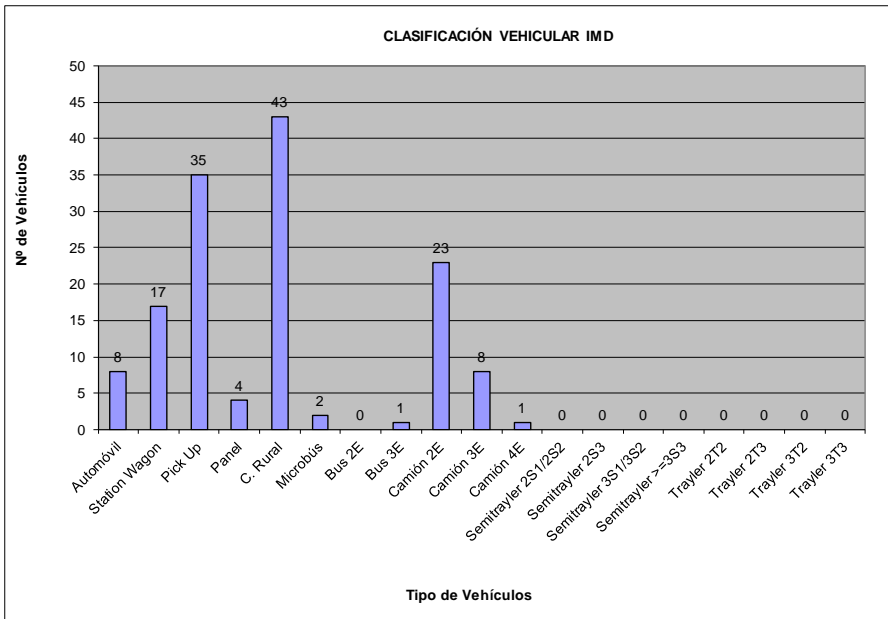
CALCULO DEL IMD Resumen de Metodologia	
$IMD = \frac{VS}{7}$	
VS = Volumen Promedio Semanal	
Fc Veh. Ligeros = 1.11994	
Fc Veh. Pesados = 1.09418	
$IMD = \frac{142 \text{ Vehiculos por dia}}{51,830 \text{ V. x año}}$	

**TRAFICO VEHICULAR
IMD Corregido
(Veh/dia)**

Tipo de Vehiculos	IMDa	Distrib.%	Distribucion por capacidad de Vehiculo
Automóvil	8	5.6%	76.8%
Station Wagon	17	12.0%	
Pick Up	35	24.6%	
Panel	4	2.8%	
C. Rural	43	30.3%	0.7%
Microbús	2	1.4%	
Bus 2E	0	0.0%	22.5%
Bus 3E	1	0.7%	
Camión 2E	23	16.2%	
Camión 3E	8	5.6%	
Camión 4E	1	0.7%	
Semitrayler 2S1/2S2	0	0.0%	
Semitrayler 2S3	0	0.0%	
Semitrayler 3S1/3S2	0	0.0%	
Semitrayler >=3S3	0	0.0%	
Trayler 2T2	0	0.0%	
Trayler 2T3	0	0.0%	
Trayler 3T2	0	0.0%	
Trayler 3T3	0	0.0%	
TOTAL IMD	142	100.0%	100.0%

PORCENTAJE VEHICULAR






Anexo 05.2. Cálculo de ESAL.

Calculo de los Ejes Standard de Carga Equivalente (ESALs)																
ESAL FACTOR DE CARGA X PRESION DE LLANTAS (80 PSI)																
Tramo		Emp. PE-3N (Culicanda)								ESTACION N°						
De		Emp. LI-115 (Dv. Culicanda).								E1						
A																
Factores Destructivos																
		Buses		Camiones			Semitrailers				Trailers					
Tipo de vehículo		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	TOTAL	
Carga (Manual de pavimentos)		4.50365	2.63131	4.50365	3.28458	2.77355	7.74194	6.59142	6.52287	5.37235	10.98023	9.76115	9.76115	8.54208		
Factor Direccional		1.0														
Factor Carril		1.0														
IMD (Vehículos Pesados) 2021		0	1	23	8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	33	
Ejes Equivalentes																
		Buses		Camiones			Semitrailers				Trailers				EAL Anual	EAL Acumulado
Años		2E	>=3E	2E	3E	4E	2S1 / 2S2	2S3	3S1 / 3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
2021	0	0	960	37,808	9,591	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	4.94E+04	4.94E+04
2022	1	0	960	50,959	11,989	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	6.49E+04	6.49E+04
2023	2	0	960	54,247	14,386	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	7.06E+04	1.36E+05
2024	3	0	960	55,890	14,386	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	7.22E+04	2.08E+05
2025	4	0	960	57,534	14,386	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	7.39E+04	2.82E+05
2026	5	0	960	59,178	15,585	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	7.67E+04	3.58E+05
2027	6	0	960	62,466	15,585	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	8.00E+04	4.38E+05
2028	7	0	960	64,110	15,585	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	8.17E+04	5.20E+05
2029	8	0	960	65,753	16,784	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	8.45E+04	6.05E+05
2030	9	0	960	69,041	16,784	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	8.78E+04	6.92E+05
2031	10	0	960	70,685	19,182	1,012	0	0	0	0	0	0	0	0	9.18E+04	7.84E+05

Anexo 06.
Estudio de Suelos.

Anexo 06.1. Fichas de Campo.

Ruta LI-116

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	"Influencia en el diseño de pavimento considerando una base estabilizada con cemento y aceite sulfonado – ruta LI-116, La Libertad, 2021"
--	--

PERFIL ESTRATIGRÁFICO (ASTM D-2488)

PROVIENE	: PLATAFORMA EXISTENTE	FECHA MUESTREO	: 3/06/2021
COORDENADA	: N 9131433 E 819696	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: 0+005.19 km	REVISADO	:
CALICATA	: LI116/C-01	FECHA	: 3/06/2021
Nº DE ESTRATOS	: 2	ZONA	: 17
RUTA	: LI-116	PROFUNDIDAD	: 1.70 m
NIVEL FREÁTICO	: NO SE ENCONTRÓ		
MUESTREADO A	: CIELO ABIERTO		

REGISTRO DE EXCAVACIÓN




Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
0.20	M-01	Grava bien graduada limosa, color beige, de tipo subangular de hasta 2", suelo seco, con cementación fuerte.	GW-GM		
1.70	M-02	Grava mal graduada arcillosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular, chata y alargada de hasta 5", suelo húmedo, con cementación moderada	GP-GC		

FOTO PANORÁMICA:



**PERFIL ESTRATIGRÁFICO
(ASTM D-2488)**

PROVIENE	: PLATAFORMA EXISTENTE	FECHA MUESTREO	: 3/06/2021
COORDENADA	: N 9129519 E 819288	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: 2+549.92 km	REVISADO	:
CALICATA	: LI116/C-02	FECHA	: 3/06/2021
N° DE ESTRATOS	: 2	ZONA	: 17
RUTA	: LI-116	PROFUNDIDAD	: 1.7 m
NIVEL FREÁTICO	: NO SE ENCONTRO		
MUESTREADO A	: CIELO ABIERTO		

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
0.30	M-01	Grava arcillo limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular de hasta 8", suelo humedo, con cementación moderada.	GC-GM		
1.70	M-02	Arena limosa, color marrón oscuro, con presencia de grava de tipo subangular de hasta 3", suelo humedo, con cementación moderada	SM		




FOTOS PANORAMICAS:



**PERFIL ESTRATIGRÁFICO
(ASTM D-2488)**

PROVIENE	: PLATAFORMA EXISTENTE	FECHA MUESTREO	: 3/08/2021
COORDENADA	: N 9127631 E 818953	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: 4+823.06 km	REVISADO	:
CALICATA	: LI116/C-03	FECHA	: 3/08/2021
N° DE ESTRATOS	: 2	ZONA	: 17
RUTA	: LI-116	PROFUNDIDAD	: 1.20 m
NIVEL FREÁTICO	: NO SE ENCONTRÓ		
MUESTREADO A	: CIELO ABIERTO		

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
0.45	M-01	Grava arcillosa, color beige, con presencia de fragmentos de roca de tipo sub redondeado, alargada de hasta 5", suelo seco, con cementación fuerte.	GC		
1.20	M-02	Limo y arcilla inorgánica de baja plasticidad, color amarillo, con presencia de grava de tipo subangular, chata y alargada de hasta 3", suelo humedo, de consistencia firme.	CL-ML		
1.50		Presencia de roca fracturada angulosa, color marrón, en estado compacto en forma de bloques			




FOTOS PANORAMICAS:



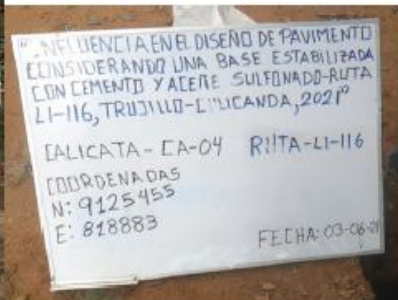
**PERFIL ESTRATIGRÁFICO
(ASTM D-2488)**

PROVIENE	: PLATAFORMA EXISTENTE	FECHA MUESTREO	: 3/08/2021
COORDENADA	: N 9125455 E 818883	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: 7+369.15 km	REVISADO	:
CALICATA	: LI116/C-04	FECHA	: 3/08/2021
N° DE ESTRATOS	: 2	ZONA	: 17
RUTA	: LI-116	PROFUNDIDAD	: 1.7 m
NIVEL FREÁTICO	: NO SE ENCONTRO		
MUESTREADO A	: CIELO ABIERTO		

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
0.40	M-01	Grava arcillo limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular de hasta 6", suelo seco, con cementación moderada.	GC-GM		
1.70	M-02	Arena limosa, color gris, con presencia de grava de tipo subangular de hasta 3", suelo húmedo, con cementación moderada	SM		

FOTOS PANORAMICAS:



**PERFIL ESTRATIGRAFICO
(ASTM D-2488)**

PROVIENE	: PLATAFORMA EXISTENTE	FECHA MUESTREO	: 3/06/2021
COORDENADA	: N 9123181 E 818961	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: 9+732.44 km	REVISADO	:
CALICATA	: LI116/C-05	FECHA	: 3/06/2021
Nº DE ESTRATOS	: 2	ZONA	: 17
RUTA	: LI-116	PROFUNDIDAD	: 1.70 m
NIVEL FREÁTICO	: NO SE ENCONTRÓ		
MUESTREADO A	: CIELO ABIERTO		

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
0.40	M-01	Grava arcillo limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular, chata de hasta 6", suelo seco, con cementación fuerte.	GC-GM		
1.70	M-02	Grava limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular, chata de hasta 6", suelo húmedo, con cementación moderada	GM		

FOTO PANORAMICA:



**PERFIL ESTRATIGRÁFICO
(ASTM D-2488)**

PROVIENE	: PLATAFORMA EXISTENTE	FECHA MUESTREO	: 3/06/2021
COORDENADA	: N 9120578 E 820080	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: 10+875.10 km	REVISADO	:
CALICATA	: LI116/C-06	FECHA	: 3/06/2021
N° DE ESTRATOS	: 1	ZONA	: 17
RUTA	: LI-116	PROFUNDIDAD	: 0.70 m
NIVEL FREÁTICO	: NO SE ENCONTRO		
MUESTREADO A	: CIELO ABIERTO		


REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
0.70	M-01	Grava arcillo limosa, color marrón, con presencia de fragmentos de roca de tipo sub redondeado, alargada de hasta 6", suelo seco, con cementación moderada.	GC-GM		
1.70		Presencia de roca fracturada angulosa, color marrón oscuro, en estado compacto en forma de bloques			

FOTO PANORÁMICA:



Cantera Salome



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

"Influencia en el diseño de pavimento considerando una base estabilizada con cemento y aceite sulfonado – ruta LI-116, La libertad, 2021"

PERFIL ESTRATIGRÁFICO (ASTM D-2488)

CANTERA	: SALOME	FECHA MUESTREO	: 2/06/2021
COORDENADA	: N 9132829 E 823670	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: DV. A 6.23 KM DE 0+000 km	REVISADO	:
CALICATA	: C-1	FECHA	: 2/06/2021
Nº DE ESTRATOS	: 1	ZONA	: 17 M
RUTA	: LI-116	PROFUNDIDAD	: 3.0 m
NIVEL FREÁTICO	: NO SE ENCONTRÓ		
MUESTREADO A	: CIELO ABIERTO		

REGISTRO DE EXCAVACIÓN


Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
3.00	M-01	Grava limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular de hasta 6", suelo seco, con cementación fuerte.	GM		

FOTO PANORÁMICA:





**PERFIL ESTRATIGRÁFICO
(ASTM D-2488)**

CANTERA	: SALOME	FECHA MUESTREO	: 2/06/2021
COORDENADA	: N 9132838 E 803675	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: DV. A 6.29 KM DEL 0+000 km	REVISADO	:
TRINCHERA	: T-1	FECHA	: 2/06/2021
Nº DE ESTRATOS	: 1	ZONA	: 17 M
RUTA	: LI-116	PROFUNDIDAD	: 3.0 m

NIVEL FREÁTICO : NO SE ENCONTRO

MUESTREADO A : CIELO ABIERTO

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
3.00	M-01	Grava limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular de hasta 6", suelo seco, con cementación fuerte.	GM		

FOTO PANORAMICA:



"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, TRUJILLO - LULICANDA, 2021"

→ CANTERA SALOME

COORDENADA N: 9132838 RUTA LI-116

E: 823675 COTA: 3257 m.s.n.m.

TRINCHERA - T-01





PERFIL ESTRATIGRÁFICO (ASTM D-2488)

CANTERA	: SALOME	FECHA MUESTREO	: 2/06/2021
COORDENADA	: N 9132850 E 823678	MUESTREADO POR	: ANDY GUILLÉN - CARLOS AYQUIPA
PROGRESIVA	: DV. A 6.23 KM DEL 0+000 km	REVISADO	:
TRINCHERA	: T-2	FECHA	: 2/06/2021
N° DE ESTRATOS	: 1	ZONA	: 17 M
NIVEL FREÁTICO	: NO SE ENCONTRO	PROFUNDIDAD	: 3.0 m
MUESTREADO A	: CIELO ABIERTO		

REGISTRO DE EXCAVACIÓN

Prof. (m)	Muestra	Descripción del Estrato	SIMBOLO		
			SUCS	Gráfico	Fotografía
3.00	M-01	Grava arcillo limosa, color marrón claro, con presencia de fragmentos de roca de tipo subangular de hasta 5", suelo seco, con cementación fuerte.	GC-GM		

FOTO PANORAMICA:



Anexo 06.2. Ensayos a muestras de la ruta LI-116.



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

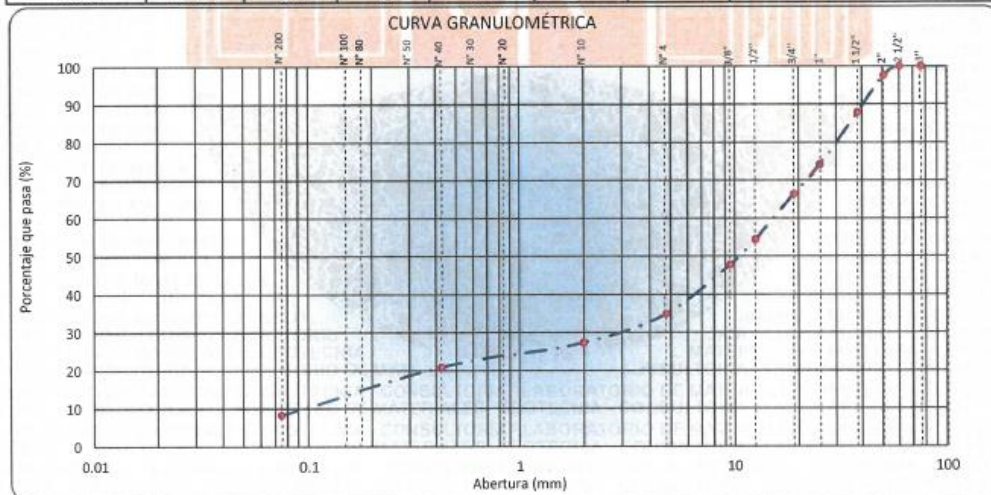
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9131433 / E 819696
CALICATA : C - 01
MUESTRA : M - 1

RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.00 -0.20
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.) : 16848
2 1/2"	60.350				100.0		Material Fino < N°4 (gr.) : 5963
2"	50.800	414.1	2.5	2.5	97.5		Material Grueso > N°4 (gr.) : 10985
1 1/2"	38.100	1638.1	9.7	12.2	87.8		Fracción Material < N°4 (gr.) : 581.0
1"	25.400	2296.1	13.6	25.8	74.2		Limites de Consistencia
3/4"	19.000	1318.1	7.8	33.6	66.4		Límite Líquido (%) : NP
1/2"	12.500	2010.1	11.9	45.6	54.4		Límite Plástico (%) : NP
3/8"	9.500	1128.1	6.7	52.3	47.7		Índice Plástico (%) : NP
N°4	4.750	2180.1	12.9	65.2	34.8		Clasificación de Suelo
N°6	2.380	70.20	4.2	69.4	30.6		Clasificación SUCS : GW-GM
N°10	2.000	54.82	3.3	72.7	27.3		Clasificación AASHTO : A-1-a (0)
N°16	1.190	30.11	1.8	74.5	25.5		
N°20	0.840	30.20	1.8	76.3	23.7		
N°30	0.600	21.82	1.3	77.6	22.4		
N°40	0.425	25.42	1.5	79.1	20.9		Humedad Natural (%) : 3.3
N°50	0.300	48.10	2.9	82.0	18.0		
N°60	0.177	50.10	3.0	85.0	15.0		
N°100	0.150	77.71	4.7	89.7	10.3		
N°200	0.075	34.72	2.1	91.7	8.3		
< N°200	FONDO	137.8	8.3	100.0	0.0		



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
f.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI-116
COORDENADAS : N 9131433 / E 819696 PROFUNDIDAD: 0.00 -0.20
CALICATA : C - 01 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M - 1 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1	
N° DE TARA		T-24	
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	1599.1	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	1550.1	
PESO DE LA TARA	(gr)	72.1	
PESO DEL AGUA	(gr)	49.0	
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	1478.0	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	3.32	
HUMEDAD NATURAL	(%)		3.3

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP





**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO -
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA	: LI -116
COORDENADAS	: N 9131433 / E 819696	PROFUNDIDAD	: 0.00 -0.20
CALICATA	: C - 01	HECHO POR:	J.L.Q.M
MUESTRA	: M - 1	FECHA:	19/07/2021

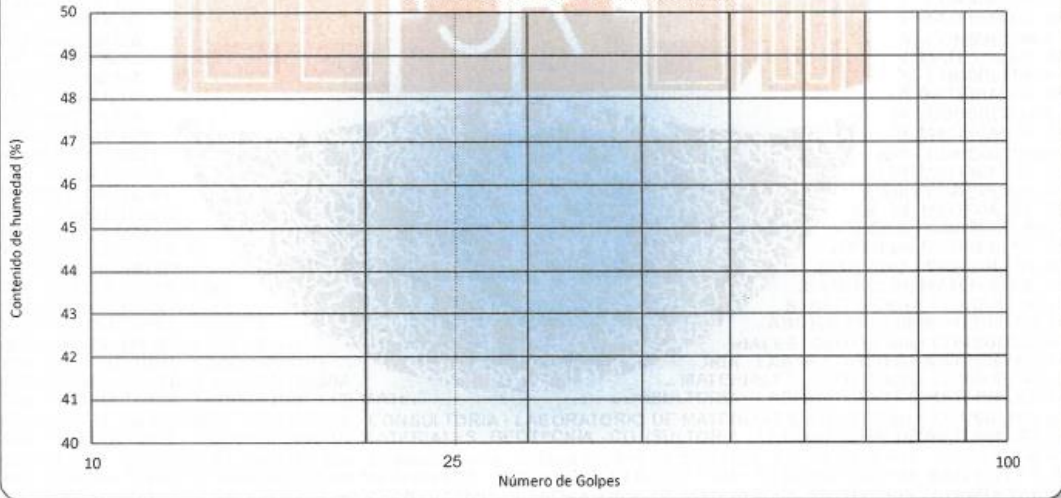
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA			
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)			
PSO TARA + SUELO SECO (gr)		NP	NP
PESO DEL AGUA (gr)			
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DE L SUELO SECO (gr)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			
NÚMERO DE GOLPES			

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA			
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)			
PSO TARA + SUELO SECO (gr)		NP	NP
PESO DE LA TARA (gr)			
PESO DEL AGUA (gr)			
PESO DE L SUELO SECO (gr)			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	NP
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Arellano Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC N° 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

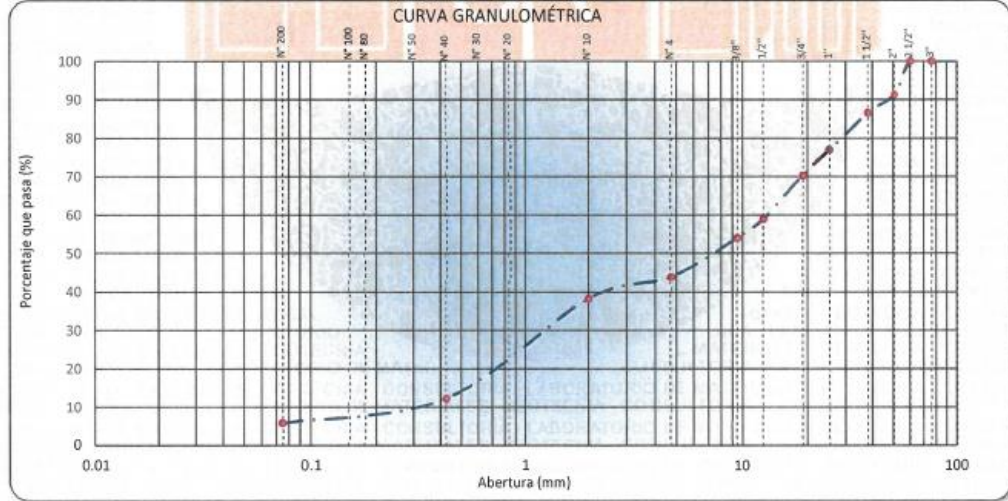
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9131433 / E 819696
CALICATA : C-01
MUESTRA : M-2

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.20 -1.70
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200				100.0		Peso Total de la Muestra (gr.): 14316
2 1/2"	60.350	1000.0	7.0	7.0	100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 6282
2"	50.800	248.0	1.7	8.7	91.3		Material Grueso > N°4 (gr.): 8036
1 1/2"	38.100	683.0	4.8	13.5	86.5		Fracción Material < N°4 (gr.): 612.4
1"	25.400	1389.0	9.7	23.2	76.8		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	946.0	6.6	29.8	70.2		Límite Líquido (%): 24
1/2"	12.500	1613.0	11.3	41.1	58.9		Límite Plástico (%): 16
3/8"	9.500	708.0	4.9	46.0	54.0		Índice Plástico (%): 8
N°4	4.750	1449.0	10.1	56.1	43.9		Clasificación de Suelo
N°6	2.360	39.00	2.8	58.9	41.1		Clasificación SUCS : GP-GC
N°10	2.000	40.00	2.9	61.8	38.2		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°16	1.190	58.20	4.2	66.0	34.0		
N°20	0.840	117.40	8.4	74.4	25.6		
N°30	0.600	164.40	11.8	86.1	13.9		
N°40	0.425	22.00	1.6	87.7	12.3		Humedad Natural (%): 5.5
N°50	0.300	20.00	1.4	89.2	10.8		
N°60	0.177	30.70	2.2	91.4	8.6		Máxima dens. Seca (gr/cm ³): 2.107
N°100	0.150	37.10	2.7	94.0	6.0		Óptimo Cont. Humedad (%): 9.1
N°200	0.075	2.40	0.2	94.2	5.8		CBR 0.1" al 95% MDS (%): 29.4
< N°200	FONDO	81.2	5.8	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% MDS (%): 37.8



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Arellano Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI-116
COORDENADAS : N 9131433 / E 819696 PROFUNDIDAD: 0.20 -1.70
CALICATA : C- 01 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 2 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1		
N° DE TARA		T-02		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	1112.0		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	1056.0		
PESO DE LA TARA	(gr)	39.0		
PESO DEL AGUA	(gr)	56.0		
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	1017.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.51		
HUMEDAD NATURAL	(%)		5.5	

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP





GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI -116
COORDENADAS : N 9131433 / E 819696 PROFUNDIDAD : 0.20 -1.70
CALICATA : C- 01 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 2 FECHA: 19/07/2021

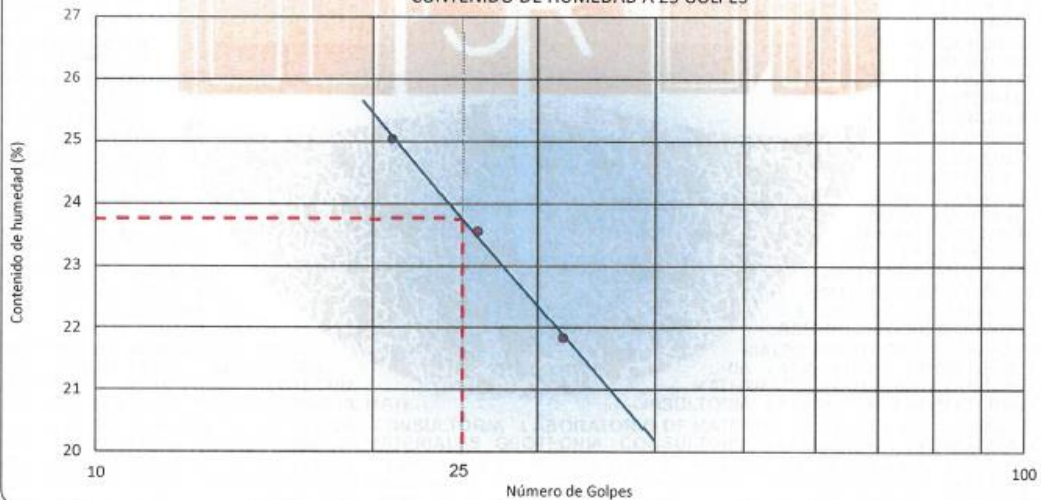
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA	T-49	T-46	T-09
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	51.10	48.76	51.73
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	46.10	44.58	44.99
PESO DEL AGUA (gr)	5.00	4.18	6.74
PESO DE LA TARA (gr)	26.13	26.84	14.11
PESO DE L SUELO SECO (gr)	19.97	17.74	30.88
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.04	23.56	21.83
NÚMERO DE GOLPES	21	26	32

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA	T-28	T-36
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	39.08	38.27
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	37.58	36.91
PESO DE LA TARA (gr)	27.69	28.37
PESO DEL AGUA (gr)	1.50	1.36
PESO DE L SUELO SECO (gr)	9.89	8.54
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.17	15.93

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	24
LÍMITE PLÁSTICO (%)	16
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	8

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

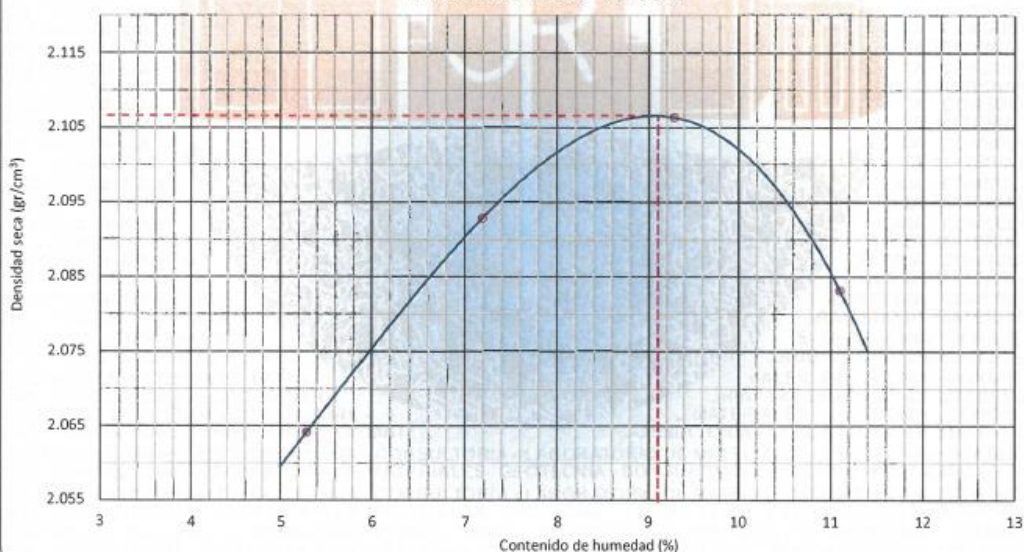
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA	: LI -116
COORDENADAS	: N 9131433 / E 819696	PROFUNDIDAD	: 0.20 -1.70
CALICATA	: C- 01	HECHO POR:	J.L.Q.M
MUESTRA	: M-2	FECHA:	19/07/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pison por Capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	11112	11259	11382	11408
Peso molde + base (gr)	6548	6548	6548	6548
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4564	4711	4834	4860
Volumen del molde (cm ³)	2100	2100	2100	2100
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.173	2.243	2.302	2.314
Tara N°	T-39	T-36	T-41	T-111
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	736.0	765.2	643.0	741.7
Peso del suelo seco + tara (gr)	705.3	722.0	600.1	680.0
Peso de Tara (gr)	125.0	121.2	138.0	124.0
Peso de agua (gr)	30.7	43.2	42.9	61.7
Peso del suelo seco (gr)	580.3	600.8	462.1	556.0
Contenido de agua (%)	5.3	7.2	9.3	11.1
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	2.064	2.093	2.106	2.083
Densidad máxima (gr/cm ³)				2.107
Húmedad óptima (%)				9.1

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI -116
COORDENADAS : N 9131433 / E 819696 PROFUNDIDAD : 0.20 -1.70
CALICATA : C- 01 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-2 FECHA: 19/07/2021

COMPACTACIÓN

Molde N°	115		112		113	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12849	12693	12698	12797	12357	12495
Peso de molde + base (gr)	7901	7901	7984	7984	7914	7914
Peso del suelo húmedo (gr)	4948	4992	4714	4813	4443	4581
Volumen del molde (cm³)	2146	2146	2153	2153	2138	2138
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.306	2.326	2.190	2.235	2.078	2.143
N° Tara	T-44	T-78	T-105	T-66	T-45	T-78
Peso suelo húmedo + tara (gr)	423.0	946.8	821.8	889.8	712.3	869.9
Peso suelo seco + tara (gr)	396.3	869.4	762.4	810.3	660.4	785.0
Peso de tara (gr)	115.4	132.2	130.4	130.5	120.0	132.2
Peso de agua (gr)	26.7	77.4	59.4	79.5	51.9	84.9
Peso de suelo seco (gr)	280.9	737.2	632.0	679.8	540.4	652.8
Contenido de humedad (%)	9.5	10.5	9.4	11.7	9.6	13.0
Densidad seca (gr/cm³)	2.106	2.105	2.001	2.001	1.896	1.896
	100		95		90	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	07:58	0	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
13/07/2021	07:58	24	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
14/07/2021	07:58	48	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
15/07/2021	07:58	72	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
16/07/2021	07:58	96	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 115						MOLDE N° 112						MOLDE N° 113							
		CARGA		CORRECCIÓN		Dial (div)	kg	CARGA		CORRECCIÓN		Dial (div)	kg	CARGA		CORRECCIÓN		Dial (div)	kg	%	
		Dial (div)	kg	kg	%			Dial (div)	kg	kg	%			Dial (div)	kg	kg	%				
0.000			0						0						0						
0.635			125						90						68						
1.270			254						176						147						
1.905			389						282						224						
2.540	70.5		542	521.0	37.7			425	406.7	29.4				350	333.1	24.1					
3.810			763					644						542							
5.080	105.7		982	975.6	47.0			865	851.7	41.0				726	741.1	35.7					
6.350			1154					1028						941							
7.620			1362					1254						1094							
10.600			1654					1536						1423							
12.700			1854					1678						1542							

Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Rég. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

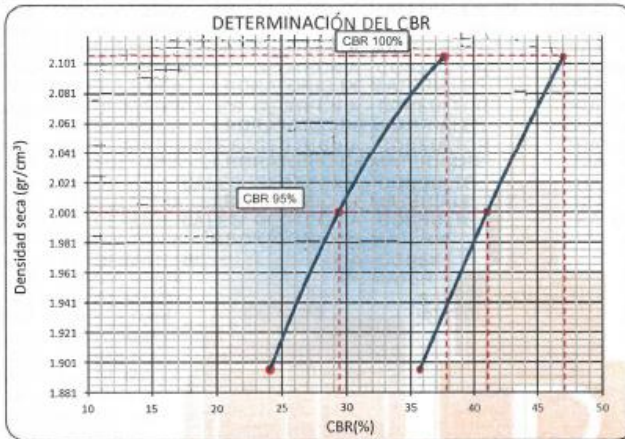
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9131433 / E 819696
CALICATA : C- 01
MUESTRA : M-2

RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.20 -1.70
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021



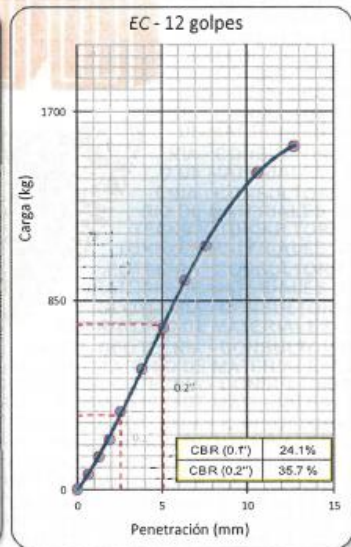
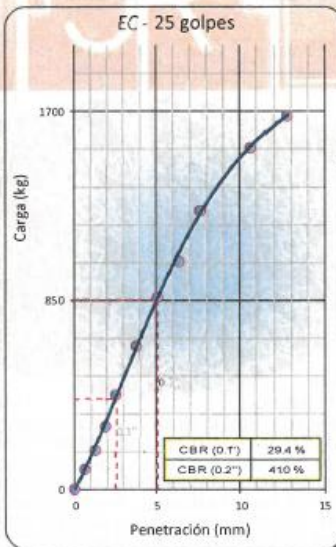
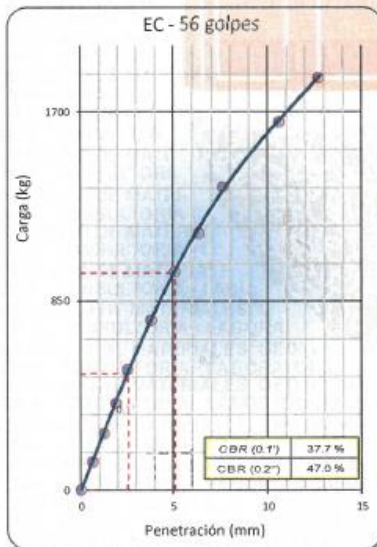
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

PROCTOR MODIFICADO ASTM	: 1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.107
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%): 9.1
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.001

PORCENTAJE DEL CBR

CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	29.4	0.2"	41.0
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	37.8	0.2"	47.1

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

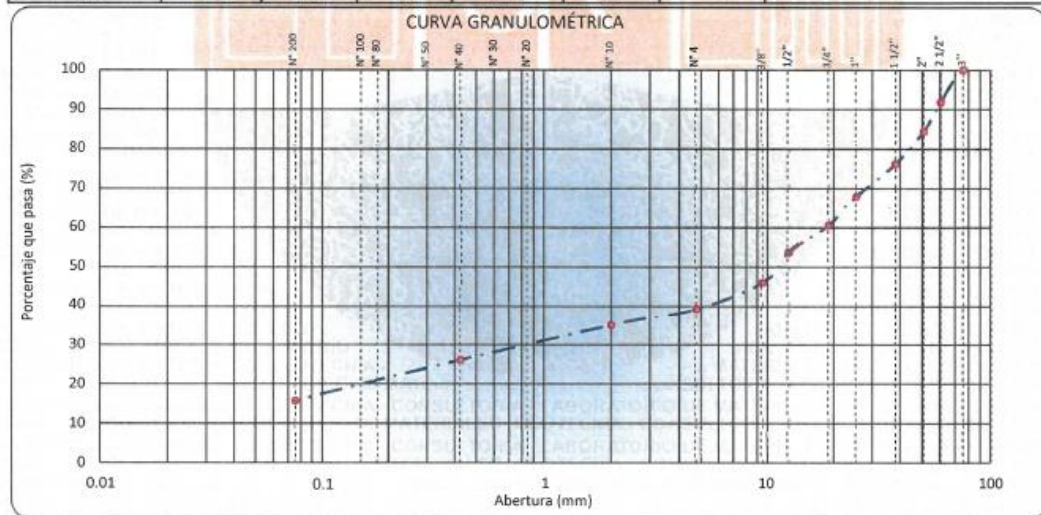
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9129519 / E 819288
CALICATA : C-02
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -0.30
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200				100.0		Peso Total de la Muestra (gr.) : 15236
2 1/2"	60.350	1250.0	8.2	8.2	91.8		Material Fino < N°4 (gr.) : 5985
2"	50.800	1135.0	7.4	15.7	84.3		Material Grueso > N°4 (gr.) : 9251
1 1/2"	38.100	1247.0	8.2	23.8	76.2		Fracción Material < N°4 (gr.) : 500.0
1"	25.400	1284.0	8.4	32.3	67.7		Limites de Consistencia
3/4"	19.000	1089.0	7.1	39.4	60.6		Limite Líquido (%) : 26
1/2"	12.500	1098.0	7.2	46.6	53.4		Limite Plástico (%) : 19
3/8"	9.500	1123.0	7.4	54.0	46.0		Índice Plástico (%) : 7
N°4	4.750	1024.0	6.7	60.7	39.3		Clasificación de Suelo
N°8	2.380	34.26	2.7	63.4	36.6		Clasificación SUCS : GC-GM
N°10	2.000	21.13	1.7	65.1	34.9		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°16	1.190	28.37	2.2	67.3	32.7		
N°20	0.840	25.46	2.0	69.3	30.7		
N°30	0.600	27.71	2.2	71.5	28.5		
N°40	0.425	32.19	2.5	74.0	26.0		Humedad Natural (%) : 5.4
N°50	0.300	35.07	2.8	76.8	23.2		
N°80	0.177	38.22	3.0	79.8	20.2		
N°100	0.150	35.96	2.8	82.6	17.4		
N°200	0.075	20.73	1.6	84.2	15.8		
< N°200	FONDO	200.9	15.8	100.0	0.0		



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

L DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, TRUJILLO-

**"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"**

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA: LI-116
COORDENADAS	: N 9129519 / E 819288	PROFUNDIDAD: 0.00 -0.30
CALICATA	: C- 02	HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA	: M- 1	FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1		
N° DE TARA		T-35		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	2360.0		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	2246.0		
PESO DE LA TARA	(gr)	122.0		
PESO DEL AGUA	(gr)	114.0		
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	2124.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.37		
HUMEDAD NATURAL	(%)		5.4	

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

"INFLUENCIA EN EL D: PLATAFORMA EXISTENTE
 COORDENADAS : N 9129519 / E 819288
 CALICATA : C- 02
 MUESTRA : M- 1

RUTA : LI-116
 PROFUNDIDAD : 0.00 -0.30
 HECHO POR: J.L.Q.M
 FECHA: 19/07/2021

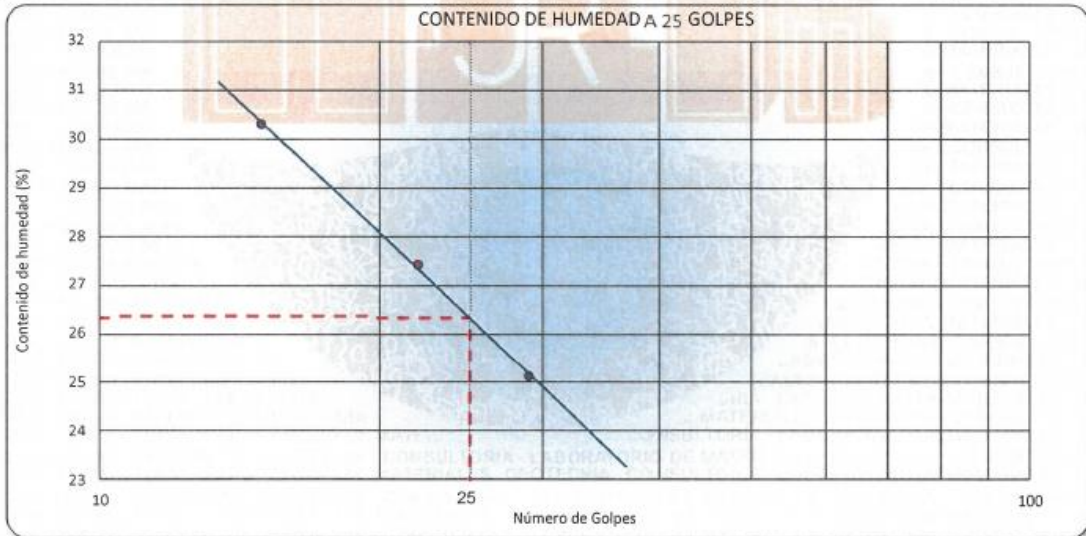
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-12	T-13	T-14
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	45.67	44.00	46.38
PSO TARA + SUELO SECO	(gr)	39.03	38.10	40.53
PESO DEL AGUA	(gr)	6.64	5.90	5.85
PESO DE LA TARA	(gr)	17.12	16.59	17.24
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	21.91	21.51	23.29
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.31	27.43	25.12
NÚMERO DE GOLPES		15	22	29

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-21	T-22
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	18.08	17.26
PSO TARA + SUELO SECO	(gr)	16.26	15.56
PESO DE LA TARA	(gr)	6.83	6.67
PESO DEL AGUA	(gr)	1.82	1.70
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	9.43	8.89
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.30	19.12

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	26
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	7

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

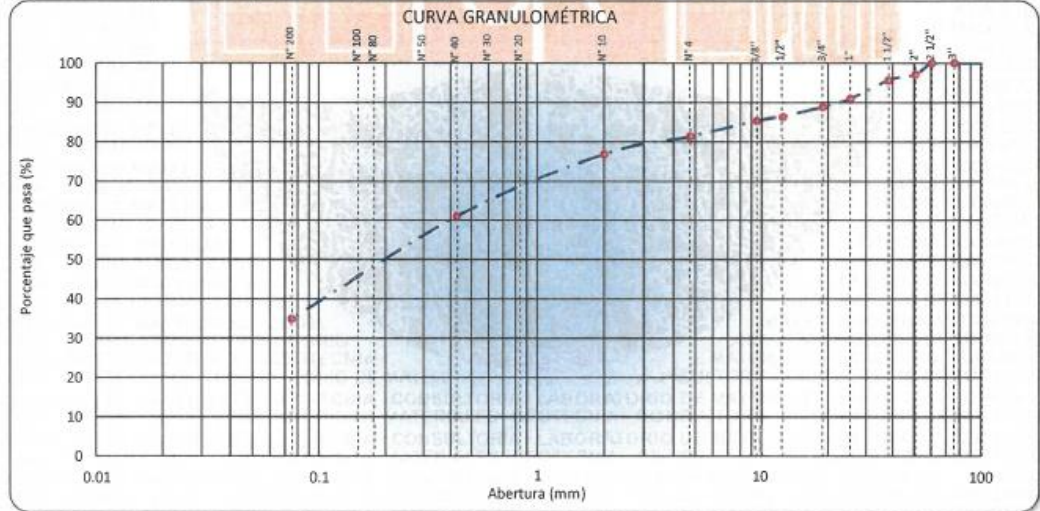
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI -116
 COORDENADAS : N 9129519 / E 819288 PROFUNDIDAD : 0.30 -1.70
 CALICATA : C - 02 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M-2 FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 8217
2 1/2"	60.350				100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 6685
2"	50.800	239.1	2.9	2.9	97.1		Material Grueso > N°4 (gr.): 1532
1 1/2"	38.100	117.6	1.4	4.3	95.7		Fracción Material < N°4 (gr.): 620.0
1"	25.400	382.9	4.7	9.0	91.0		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	178.3	2.2	11.2	88.8		Límite Líquido (%): 29
1/2"	12.500	193.0	2.3	13.5	86.5		Límite Plástico (%): 25
3/8"	9.500	102.4	1.2	14.8	85.2		Índice Plástico (%): 4
N°4	4.750	318.8	3.9	18.6	81.4		Clasificación de Suelo
N°8	2.380	24.66	3.2	21.9	78.1		Clasificación SUCS : SM
N°10	2.000	10.35	1.4	23.2	76.8		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°16	1.190	41.44	5.4	28.7	71.3		
N°20	0.840	26.63	3.5	32.2	67.8		
N°30	0.600	26.06	3.4	35.6	64.4		
N°40	0.425	26.39	3.5	39.1	60.9		Humedad Natural (%): 14.2
N°50	0.300	29.17	3.8	42.9	57.1		
N°80	0.177	63.29	8.3	51.2	48.8		Máxima dens. Seca (g/cm³): 1.821
N°100	0.150	25.78	3.4	54.6	45.4		Óptimo Cont. Humedad (%): 12.4
N°200	0.075	80.05	10.5	65.1	34.9		CBR 0.1" al 95% MDS (%): 17.2
< N°200	FONDO	266.2	34.9	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% MDS (%): 21.0

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Arellano Barzola Susano
 SOLEDAD AURELLA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI -116
COORDENADAS : N 9129519 / E 819288 PROFUNDIDAD: 0.30 -1.70
CALICATA : C - 02 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 2 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°	1		
N° DE TARA	T-62		
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr)	1567.0		
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	1430.0		
PESO DE LA TARA (gr)	463.6		
PESO DEL AGUA (gr)	137.0		
PESO DE L SUELO SECO (gr)	966.4		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.18		
HUMEDAD NATURAL (%)		14.2	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
f.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO -
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9129519 / E 819288 PROFUNDIDAD : 0.30 -1.70
CALICATA : C - 02 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 2 FECHA: 19/07/2021

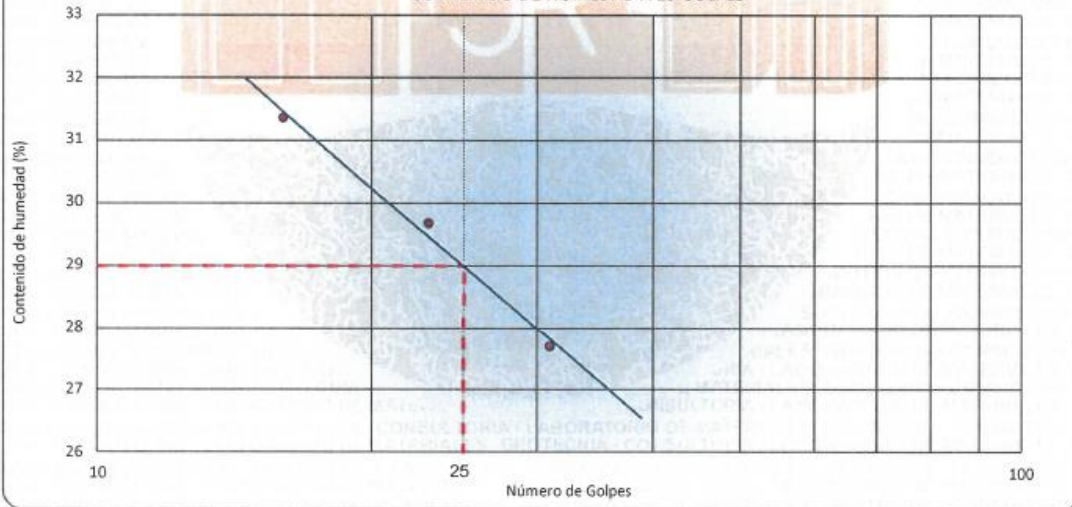
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA	T-50	T-10	T-63
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	79.30	51.67	84.52
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	71.73	43.56	77.34
PESO DEL AGUA (gr)	7.57	8.11	7.18
PESO DE LA TARA (gr)	47.59	16.23	51.41
PESO DE L SUELO SECO (gr)	24.14	27.33	25.93
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.36	29.67	27.69
NÚMERO DE GOLPES	16	23	31

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA	T-39	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	15.53	16.00
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	13.77	14.14
PESO DE LA TARA (gr)	6.78	6.62
PESO DEL AGUA (gr)	1.76	1.86
PESO DE L SUELO SECO (gr)	6.99	7.52
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.18	24.73

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	29
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	4

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501-SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

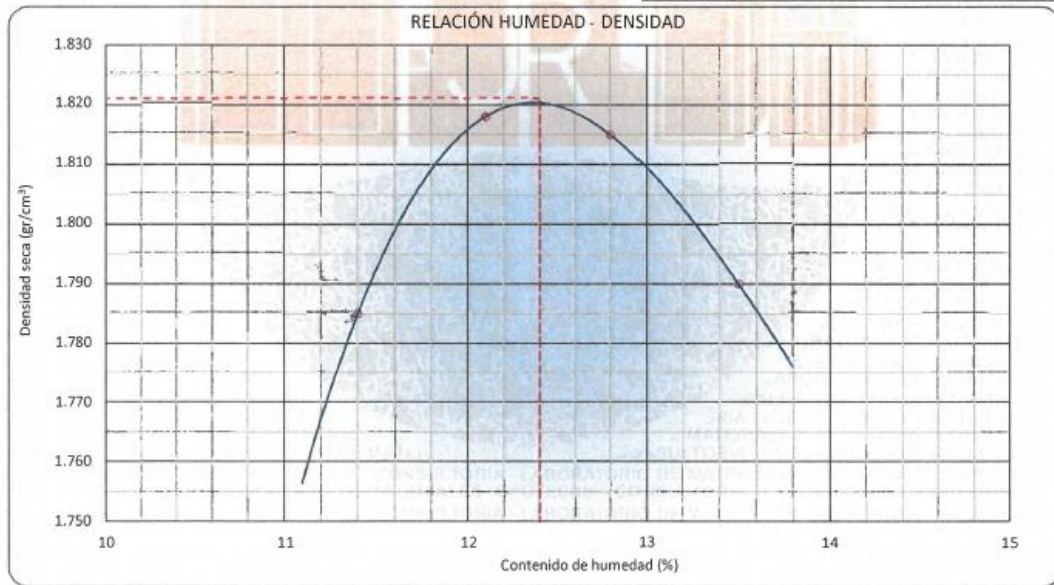
NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA	: LI -116
COORDENADAS	: N 9129519 / E 819288	PROFUNDIDAD	: 0.30 -1.70
CALICATA	: C - 02	HECHO POR:	J.L.Q.M
MUESTRA	: M-2	FECHA:	19/07/2021

Ensayo N°		1	2	3	4
Número de Capas		5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa		25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde	(gr)	5651	5698	5707	5692
Peso molde + base	(gr)	3746	3746	3746	3746
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1905	1952	1961	1946
Volumen del molde	(cm ³)	958	958	958	958
Peso volumétrico húmedo	(gr/cm ³)	1.988	2.038	2.047	2.032
Tara N°		T-84	T-47	T-104	T-105
Peso del suelo húmedo + tara	(gr)	763.0	713.9	629.9	738.1
Peso del suelo seco + tara	(gr)	694.2	650.0	577.0	665.6
Peso de Tara	(gr)	90.9	122.0	164.0	121.0
Peso de agua	(gr)	68.8	63.9	52.9	73.5
Peso del suelo seco	(gr)	603.3	528.0	413.0	544.6
Contenido de agua	(%)	11.4	12.1	12.8	13.5
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.785	1.818	1.815	1.790
Densidad máxima (gr/cm ³)					1.821
Húmedad óptima (%)					12.4



Observaciones :


 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA	: LI-116
COORDENADAS	: N 9129519 / E 819288	PROFUNDIDAD	: 0.30 -1.70
CALICATA	: C - 02	HECHO POR:	J.L.Q.M
MUESTRA	: M-2	FECHA:	19/07/2021

COMPACTACIÓN

	196		100		101	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	196		100		101	
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12400	12433	12176	12221	11664	11719
Peso de molde + base (gr)	8044	8044	8072	8072	7810	7810
Peso del suelo húmedo (gr)	4356	4389	4104	4149	3854	3909
Volumen del molde (cm³)	2128	2128	2131	2131	2138	2136
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.047	2.062	1.926	1.947	1.803	1.829
N° Tara	T-90	T-95	T-113	T-22	T-33	T-48
Peso suelo húmedo + tara (gr)	659.8	771.0	828.8	910.7	728.8	879.2
Peso suelo seco + tara (gr)	785.0	695.0	762.4	810.3	660.4	785.0
Peso de tara (gr)	181.7	132.0	222.9	83.0	95.2	111.9
Peso de agua (gr)	74.8	76.0	66.4	100.4	68.4	94.2
Peso de suelo seco (gr)	603.3	563.0	539.5	727.3	565.2	673.1
Contenido de humedad (%)	12.4	13.5	12.3	13.8	12.1	14.0
Densidad seca (gr/cm³)	1.821	1.817	1.715	1.711	1.606	1.604
	100		94		88	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	09:22	0	0	0.0	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
13/07/2021	09:22	24	47	0.470	0.40	57	0.570	0.49	67	0.670	0.57
14/07/2021	09:22	48	56	0.560	0.48	65	0.650	0.56	76	0.760	0.65
15/07/2021	09:22	72	63	0.630	0.54	73	0.730	0.62	83	0.830	0.71
16/07/2021	09:22	96	69	0.690	0.59	81	0.810	0.69	95	0.950	0.81

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 198			MOLDE N° 100			MOLDE N° 101					
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN				
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0				0				0		
0.635			75				51				42		
1.270			130				88				92		
1.905			200				143				131		
2.540	70.5		288	291.0	21.0		280	231.2	16.7		207	191.5	13.8
3.810			484				364				301		
5.080	105.7		633	626.9	30.2		502	502.4	24.2		390	395.7	19.1
6.350			786				640				506		
7.620			1040				839				654		
10.600			1385				1096				868		
12.700			1589				1239				1022		

Observaciones :


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELLA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

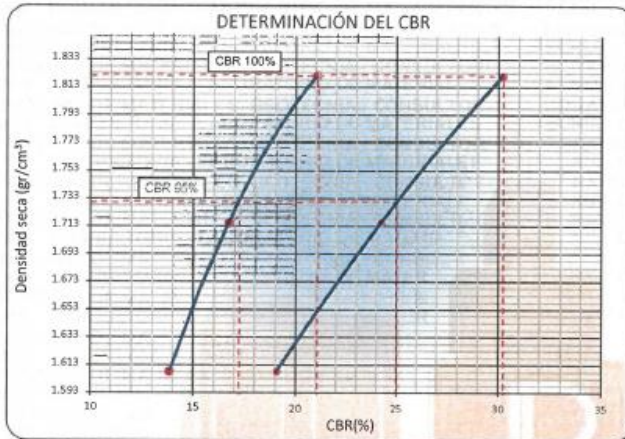
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9129519 / E 819288
CALICATA : C - 02
MUESTRA : M-2

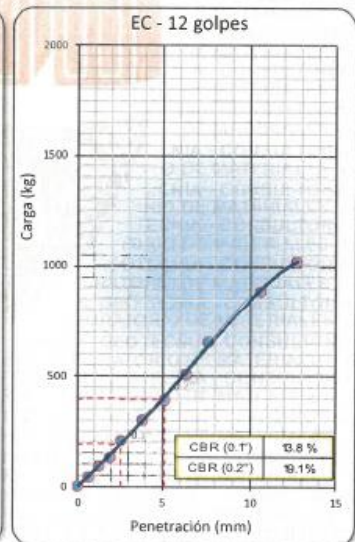
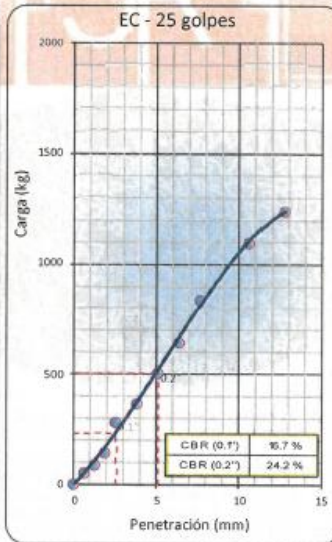
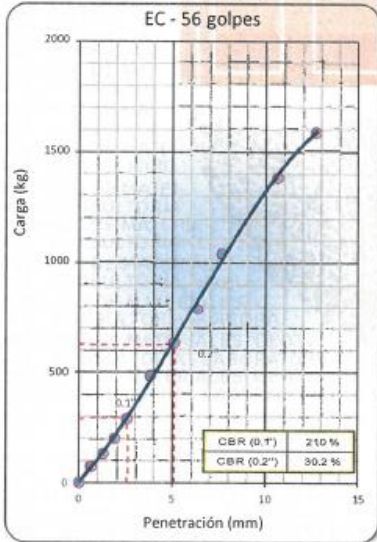
RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.30 -1.70
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.821
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.4
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.730

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	17.2	0.2"	25.0
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	21.0	0.2"	30.2

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

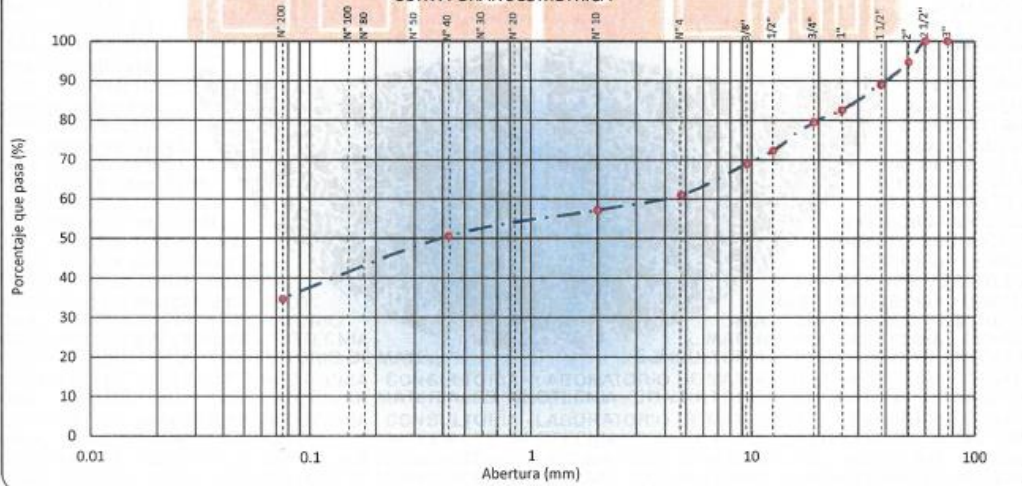
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9127631 / E 818953 PROFUNDIDAD : 0.00 -0.45
CALICATA : C - 03 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 10551
2 1/2"	60.350				100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 6435
2"	50.800	564.0	5.3	5.3	94.7		Material Grueso > N°4 (gr.): 4116
1 1/2"	38.100	597.0	5.7	11.0	89.0		Fracción Material < N°4 (gr.): 505.4
1"	25.400	685.0	6.5	17.5	82.5		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	327.0	3.1	20.6	79.4		Límite Líquido (%) : 27
1/2"	12.500	758.0	7.2	27.8	72.2		Límite Plástico (%) : 20
3/8"	9.500	354.0	3.4	31.1	68.9		Índice Plástico (%) : 7
N°4	4.750	831.0	7.9	39.0	61.0		Clasificación de Suelo
N°8	2.390	25.85	3.1	42.1	57.9		Clasificación SUCS : GC
N°10	2.000	6.11	0.7	42.9	57.1		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°16	1.190	22.29	2.7	45.6	54.4		
N°20	0.840	10.98	1.3	46.9	53.1		
N°30	0.600	9.99	1.2	48.1	51.9		
N°40	0.425	10.68	1.3	49.4	50.6		Humedad Natural (%) : 20.4
N°60	0.300	12.19	1.5	50.8	49.2		
N°80	0.177	31.36	3.8	54.6	45.4		
N°100	0.150	15.17	1.8	56.5	43.5		
N°200	0.075	72.29	8.7	65.2	34.8		
< N°200	FONDO	288.5	34.8	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

Jose Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI-116
COORDENADAS : N 9127631 / E 818953 PROFUNDIDAD: 0.00 -0.45
CALICATA : C - 03 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 1 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°	1		
N° DE TARA	T-72		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	1683.0		
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	1473.0		
PESO DE LA TARA (gr)	445.6		
PESO DEL AGUA (gr)	210.0		
PESO DE L SUELO SECO (gr)	1027.4		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	20.44		
HUMEDAD NATURAL (%)		20.4	

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA	: LI -116
COORDENADAS	: N 9127631 / E 818953	PROFUNDIDAD	: 0.00 -0.45
CALICATA	: C - 03	HECHO POR	: J.L.Q.M
MUESTRA	: M- 1	FECHA	: 19/07/2021

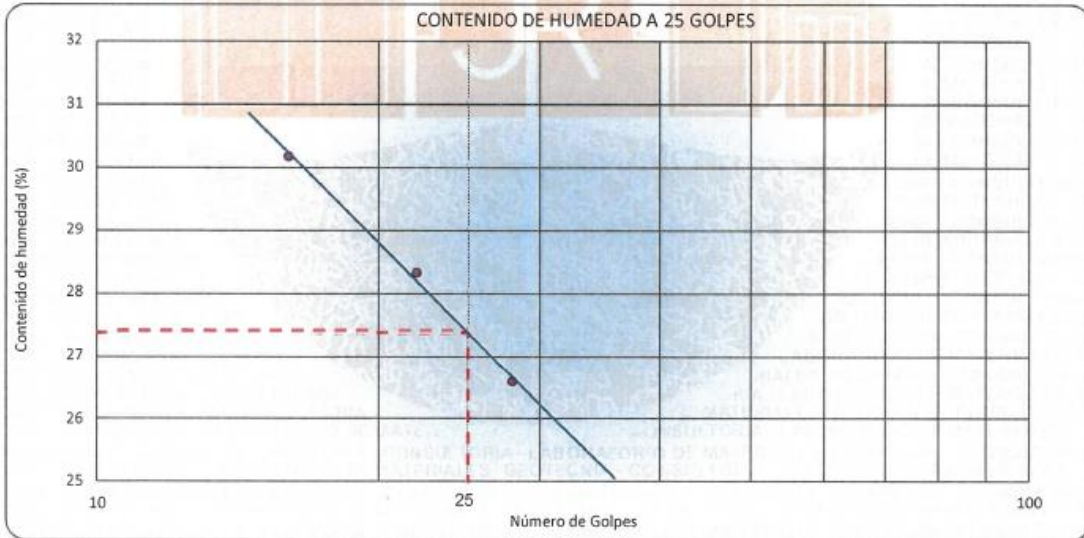
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-31	T-46	T-86
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	53.31	56.42	77.82
PSO TARA + SUELO SECO	(gr)	45.00	48.66	71.05
PESO DEL AGUA	(gr)	8.31	7.76	6.77
PESO DE LA TARA	(gr)	17.46	21.27	45.58
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	27.54	27.39	25.47
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.17	28.33	26.58
NÚMERO DE GOLPES		16	22	28

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-26	T-20
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	15.40	16.56
PSO TARA + SUELO SECO	(gr)	13.92	14.94
PESO DE LA TARA	(gr)	6.39	6.57
PESO DEL AGUA	(gr)	1.48	1.62
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	7.53	8.37
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	19.65	19.35

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	27
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	20
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	7

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

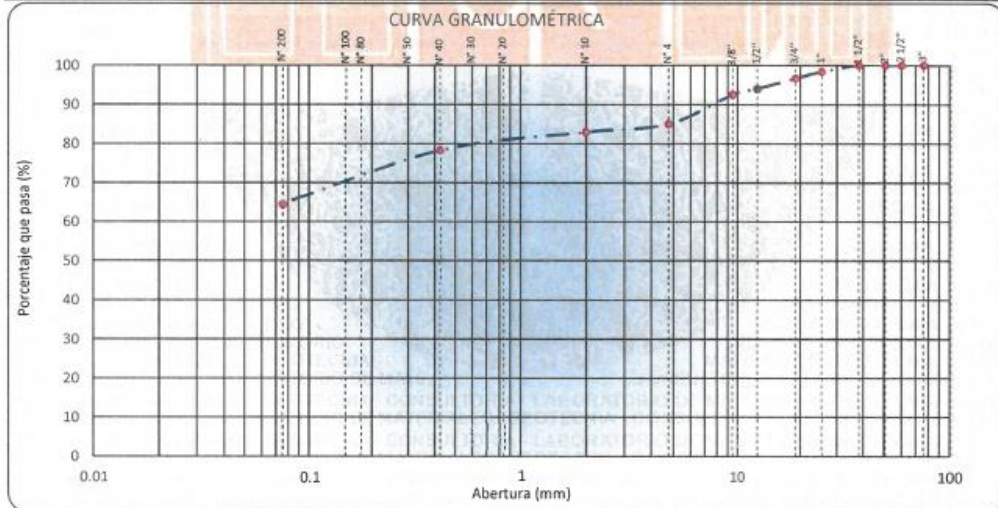
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
 COORDENADAS : N 9127631 / E 818953
 CALICATA : C-03
 MUESTRA : M-2

RUTA : LI-116
 PROFUNDIDAD : 0.45 -1.20
 HECHO POR: J.L.Q.M
 FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 13100
2 1/2"	60.350						Material Fino < N°4 (gr.): 11127
2"	50.800						Material Grueso > N°4 (gr.): 1973
1 1/2"	38.100				100.0		Fracción Material < N°4 (gr.): 526.1
1"	25.400	212.2	1.6	1.6	98.4		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	222.6	1.7	3.3	96.7		Límite Líquido (%): 26
1/2"	12.500	338.9	2.6	5.9	94.1		Límite Plástico (%): 19
3/8"	9.500	206.0	1.6	7.5	92.5		Índice Plástico (%): 7
N°4	4.750	993.4	7.6	15.1	84.9		Clasificación de Suelo
N°8	2.380	9.04	1.5	16.5	83.5		Clasificación SUCS : CL-ML
N°10	2.000	3.85	0.6	17.1	82.9		Clasificación AASHTO : A-4 (6)
N°16	1.190	11.61	1.9	19.0	81.0		
N°20	0.840	6.93	1.1	20.1	79.9		
N°30	0.600	5.04	0.8	20.9	79.1		
N°40	0.425	5.52	0.9	21.8	78.2		Humedad Natural (%): 18.3
N°60	0.300	4.84	0.8	22.6	77.4		
N°80	0.177	15.05	2.4	25.1	74.9		Máxima dens. Seca (gr/cm³): 1.563
N°100	0.150	9.63	1.6	26.6	73.4		Óptimo Cont. Humedad (%): 13.0
N°200	0.075	54.45	8.8	35.4	64.6		CBR 0.1" al 95% MDS (%): 11.3
< N°200	FONDO	400.1	64.6	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% MDS (%): 13.5



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

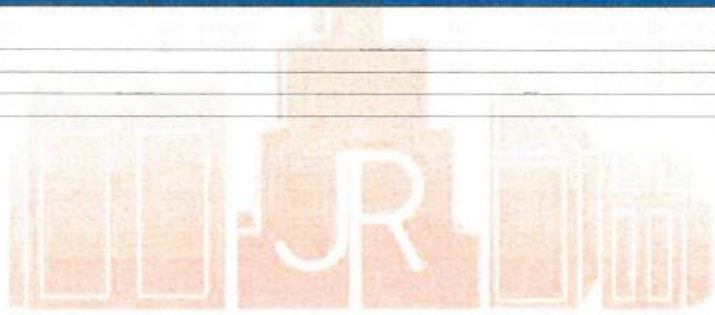
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI -116
COORDENADAS : N 9127631 / E 818953 PROFUNDIDAD: 0.45 -1.20
CALICATA : C - 03 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 2 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°	1		
N° DE TARA	T-47		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	1229.1		
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	1057.6		
PESO DE LA TARA (gr)	122.0		
PESO DEL AGUA (gr)	171.5		
PESO DE L SUELO SECO (gr)	935.6		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.33		
HUMEDAD NATURAL (%)		18.3	

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP





GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI -116
COORDENADAS : N 9127631 / E 818953 PROFUNDIDAD : 0.45 -1.20
CALICATA : C - 03 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 2 FECHA: 19/07/2021

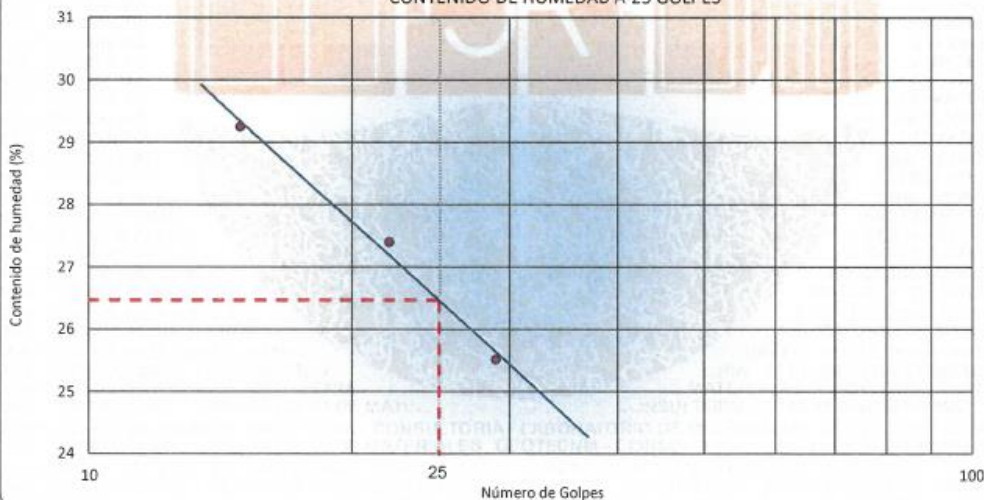
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA	T-28	T-21	T-08
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	52.90	52.04	48.42
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	45.06	44.67	42.05
PESO DEL AGUA (gr)	7.84	7.37	6.37
PESO DE LA TARA (gr)	18.25	17.77	17.08
PESO DE L SUELO SECO (gr)	26.81	26.90	24.97
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.24	27.40	25.51
NÚMERO DE GOLPES	15	22	29

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA	T-31	T-42
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	15.62	16.28
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	14.12	14.66
PESO DE LA TARA (gr)	6.40	6.06
PESO DEL AGUA (gr)	1.50	1.62
PESO DE L SUELO SECO (gr)	7.72	8.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	19.43	18.84

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	26
LÍMITE PLÁSTICO (%)	19
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	7

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

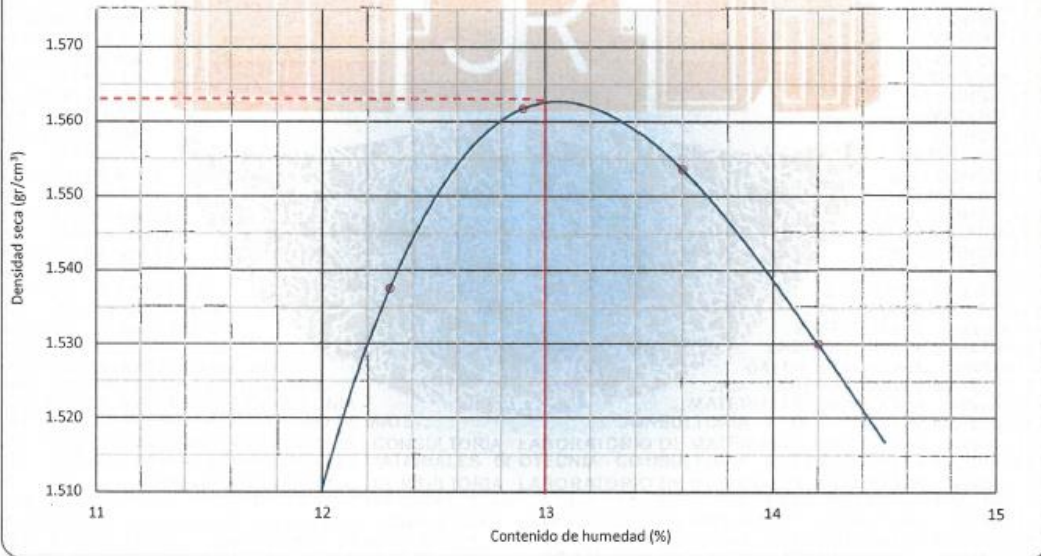
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9127631 / E 818953 PROFUNDIDAD : 0.45 -1.20
 CALICATA : C - 03 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M-2 FECHA: 19/07/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde (gr)	5501	5536	5537	5521
Peso molde + base (gr)	3880	3880	3880	3880
Peso suelo húmedo compactado (gr)	1621	1656	1657	1641
Volumen del molde (cm ³)	939	939	939	939
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	1.727	1.763	1.765	1.747
Tara N°	T-55	T-48	T-94	T-33
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	775.5	795.3	870.9	746.3
Peso del suelo seco + tara (gr)	703.8	718.5	781.2	676.7
Peso de Tara (gr)	121.0	123.0	122.0	186.9
Peso de agua (gr)	71.7	76.8	89.7	69.6
Peso del suelo seco (gr)	582.8	595.5	659.2	489.8
Contenido de agua (%)	12.3	12.9	13.6	14.2
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	1.538	1.562	1.554	1.530
Densidad máxima (gr/cm ³)				1.563
Húmedad óptima (%)				13.0

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9127631 / E 818953
CALICATA : C - 03
MUESTRA : M-2

RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.45 -1.20
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

COMPACTACIÓN

Molde N°	180		99		98	
	55		26		12	
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	11763	11783	11561	11597	11077	11122
Peso de molde + base (gr)	8010	8010	8062	8062	7858	7856
Peso del suelo húmedo (gr)	3753	3773	3499	3535	3219	3264
Volumen del molde (cm³)	2125	2125	2138	2138	2135	2135
Densidad húmeda (gr/cm³)	1.766	1.776	1.636	1.654	1.508	1.529
N° Tara	T-114	T-22	T-35	T-28	T-36	T-44
Peso suelo húmedo + tara (gr)	920.8	815.3	847.9	913.4	732.5	879.8
Peso suelo seco + tara (gr)	828.8	725.9	762.4	810.3	660.4	783.0
Peso de tara (gr)	121.0	83.0	89.3	84.0	88.2	115.4
Peso de agua (gr)	92.0	89.4	85.5	103.1	72.1	96.8
Peso de suelo seco (gr)	707.8	642.9	673.1	726.3	572.2	667.6
Contenido de humedad (%)	13.0	13.9	12.7	14.2	12.6	14.5
Densidad seca (gr/cm³)	1.563	1.559	1.452	1.448	1.339	1.335
	100		93		96	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	11:16	0	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
13/07/2021	11:16	24	45	0.450	0.38	95	0.950	0.81	155	1.550	1.32
14/07/2021	11:16	48	62	0.620	0.53	114	1.140	0.97	178	1.780	1.52
15/07/2021	11:16	72	79	0.790	0.68	159	1.590	1.36	218	2.180	1.86
16/07/2021	11:16	96	96	0.960	0.84	175	1.750	1.50	244	2.440	2.09

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 180			MOLDE N° 99			MOLDE N° 98					
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%			
0.000			0						0				
0.635			37						17				
1.270			82						53				
1.905			130						80				
2.540	70.5		202	186.2	13.5		152	145.3	10.5		119	112.8	8.2
3.810			294				235				183		
5.080	105.7		404	414.2	20.0		326	328.3	15.8		251	261.6	12.6
6.350			543				419				349		
7.620			650				502				399		
10.600			863				692				543		
12.700			965				765				605		

Observaciones:

Jose Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

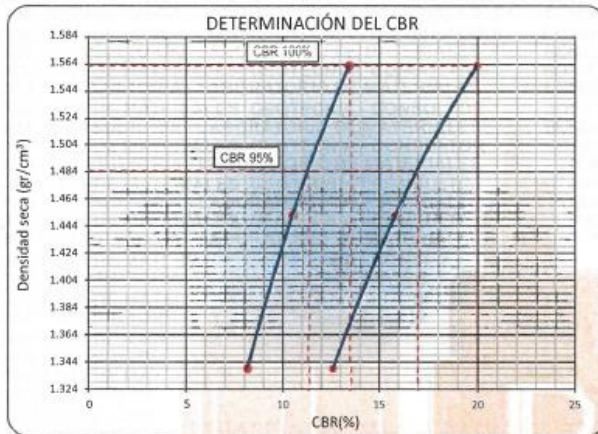
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9127631 / E 818953
CALICATA : C - 03
MUESTRA : M-2

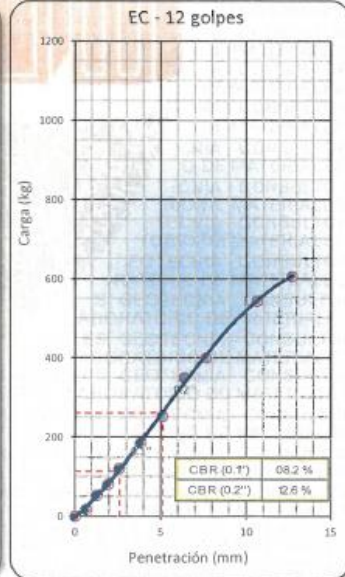
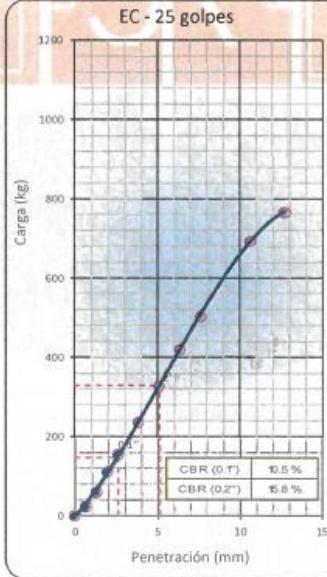
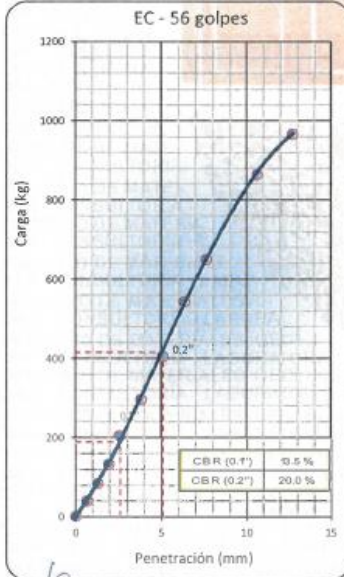
RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.45 -1.20
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.563
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.0
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.485

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	11.3	0.2"	16.9
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	13.5	0.2"	20.0

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

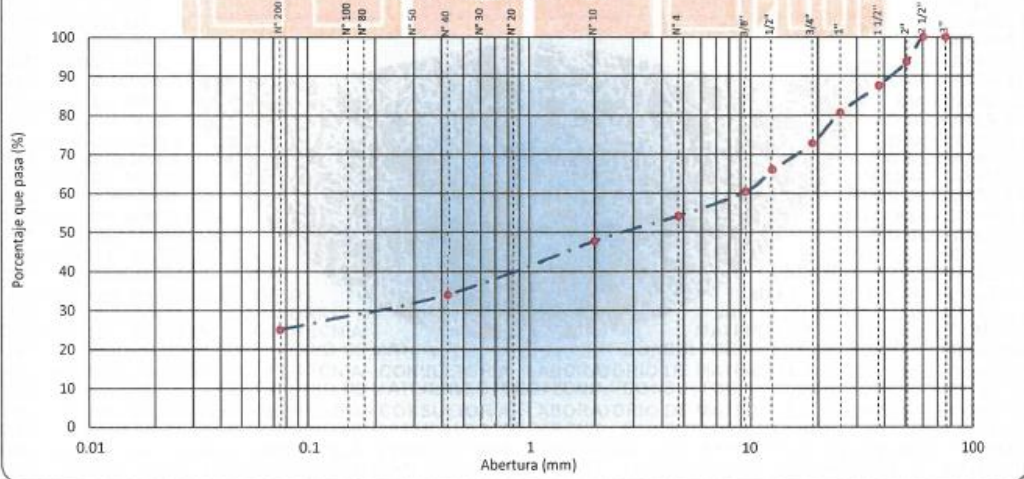
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA	: LI -116
COORDENADAS	: N 9125455 / E 818883	PROFUNDIDAD	: 0.00 -0.40
CALICATA	: C - 04	HECHO POR:	J.L.Q.M
MUESTRA	: M - 1	FECHA:	19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 16329
2 1/2"	60.350				100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 8840
2"	50.800	1039.0	6.4	6.4	93.6		Material Grueso > N°4 (gr.): 7489
1 1/2"	38.100	987.0	6.0	12.4	87.6		Fracción Material < N°4 (gr.): 550.0
1"	25.400	1138.0	7.0	19.4	80.6		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	1279.0	7.8	27.2	72.8		Límite Líquido (%): 24
1/2"	12.500	1152.0	7.1	34.3	65.7		Límite Plástico (%): 18
3/8"	9.500	891.0	5.5	39.7	60.3		Índice Plástico (%): 6
N°4	4.750	1003.0	6.1	45.9	54.1		Clasificación de Suelo
N°8	2.380	31.25	3.1	48.9	51.1		Clasificación SUCS : GC-GM
N°10	2.000	34.62	3.4	52.3	47.7		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°16	1.190	32.97	3.2	55.6	44.4		
N°20	0.840	38.27	3.8	59.4	40.6		
N°30	0.600	39.41	3.9	63.2	36.8		
N°40	0.425	28.00	2.8	66.0	34.0		Humedad Natural (%): 4.6
N°50	0.300	19.75	1.9	67.9	32.1		
N°80	0.177	31.09	3.1	71.0	29.0		
N°100	0.150	19.06	1.9	72.9	27.1		
N°200	0.075	21.33	2.1	75.0	25.0		
< N°200	FONDO	254.3	25.0	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, TRUJILLO-

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI-116
COORDENADAS : N 9125455/ E 818883 PROFUNDIDAD: 0.00 -0.40
CALICATA : C - 04 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M - 1 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°	1		
N° DE TARA	T-12		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	1350.0		
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	1295.0		
PESO DE LA TARA (gr)	87.2		
PESO DEL AGUA (gr)	55.0		
PESO DE L SUELO SECO (gr)	1207.8		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.55		
HUMEDAD NATURAL (%)		4.6	

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

"INFLUENCIA EN EL C: PLATAFORMA EXISTENTE
 COORDENADAS : N 9125455 / E 818883
 CALICATA : C - 04
 MUESTRA : M - 1

RUTA : LI -116
 PROFUNDIDAD : 0.00 -0.40
 HECHO POR: J.L.Q.M
 FECHA: 19/07/2021

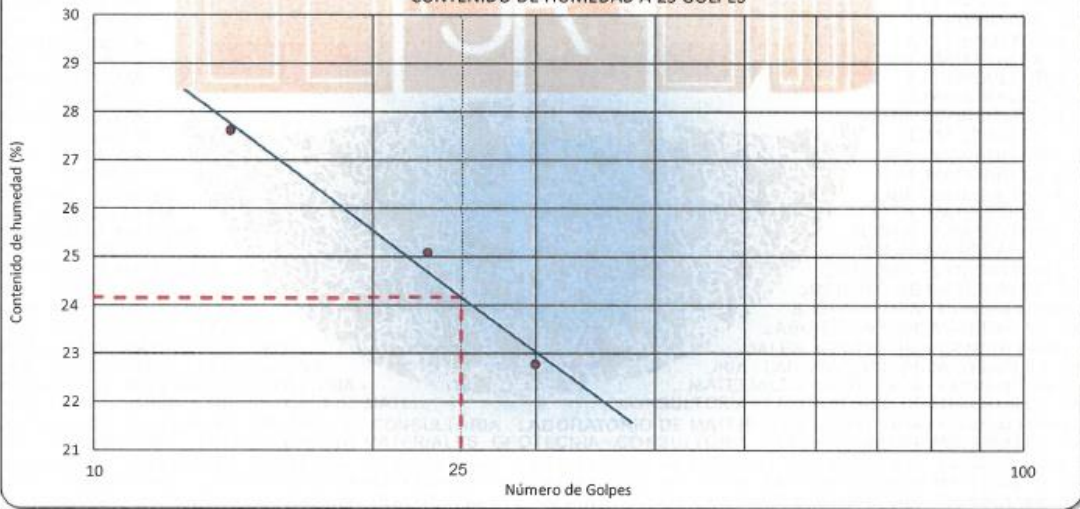
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA	T-36	T-37	T-38
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	44.20	38.52	44.39
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	38.33	34.34	39.25
PESO DEL AGUA (gr)	5.87	4.18	5.14
PESO DE LA TARA (gr)	17.05	17.68	16.67
PESO DE L SUELO SECO (gr)	21.28	16.66	22.58
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	27.61	25.08	22.77
NÚMERO DE GOLPES	14	23	30

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA	T-55	T-56
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	39.91	45.55
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	38.26	43.20
PESO DE LA TARA (gr)	28.92	30.03
PESO DEL AGUA (gr)	1.65	2.35
PESO DE L SUELO SECO (gr)	9.34	13.17
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	17.72	17.80

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	24
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Arezola
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, TRUJILLO-C

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI-116
COORDENADAS : N 9125455 / E 818883 PROFUNDIDAD: 0.40 -1.70
CALICATA : C - 04 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 2 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1		
N° DE TARA		T-72		
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(gr)	1548.1		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	1425.2		
PESO DE LA TARA	(gr)	445.6		
PESO DEL AGUA	(gr)	122.9		
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	979.6		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	12.55		
HUMEDAD NATURAL	(%)		12.5	

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147 
r.diaz@jrgeoconsultores.com 
jr.geoconsultores@gmail.com 
proyectos@jrgeoconsultores.com 
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP 



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO -
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

"INFLUENCIA EN EL DI: PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9125455 / E 818883
CALICATA : C - 04
MUESTRA : M- 2

RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.40 -1.70
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

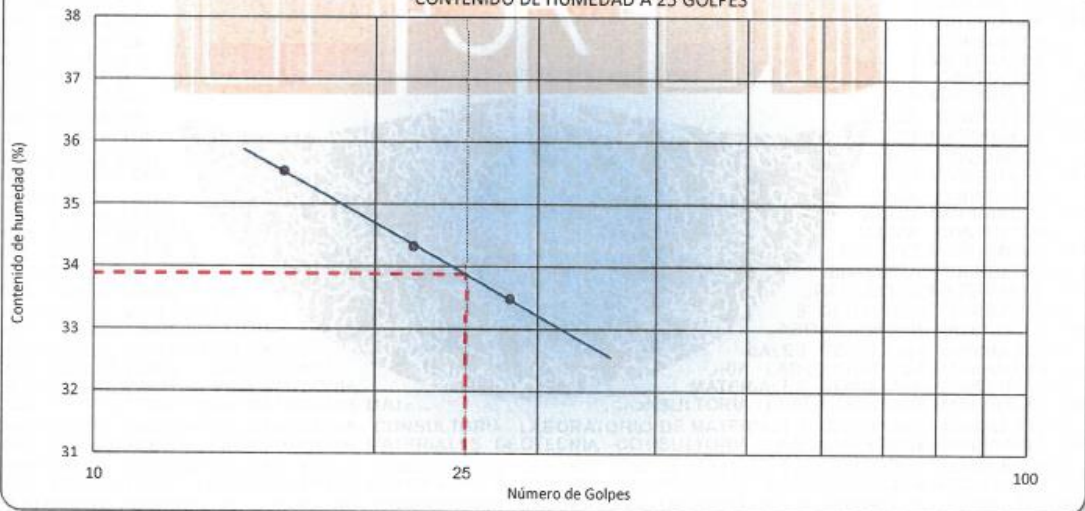
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-12	T-14	T-14
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	38.56	38.62	38.21
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	32.94	33.06	32.95
PESO DEL AGUA	(gr)	5.62	5.56	5.26
PESO DE LA TARA	(gr)	17.12	16.86	17.24
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	15.82	16.20	15.71
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.52	34.32	33.48
NÚMERO DE GOLPES		16	22	28

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-24	T-27	
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	16.94	16.71	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	15.02	14.71	
PESO DE LA TARA	(gr)	6.76	6.54	
PESO DEL AGUA	(gr)	1.92	2.00	
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	8.26	8.17	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.24	24.48	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	34
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	10

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Arellano Barzola
SOLEDAD ARELLANO BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

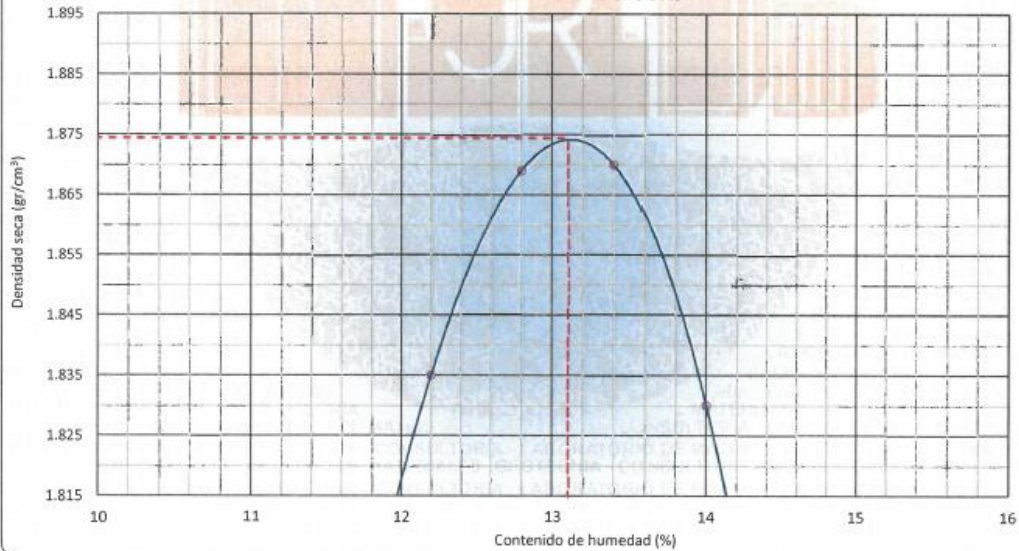
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI -116
COORDENADAS : N 9125455 / E 818883 PROFUNDIDAD : 0.40 -1.70
CALICATA : C - 04 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-2 FECHA: 19/07/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa	25	25	25	25
Peso suelo húmedo + molde (gr)	5813	5860	5871	5839
Peso molde + base (gr)	3880	3880	3880	3880
Peso suelo húmedo compactado (gr)	1933	1980	1991	1959
Volumen del molde (cm ³)	939	939	939	939
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.059	2.108	2.121	2.086
Tara N°	T-35	T-36	T-37	T-34
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	608.1	570.2	548.1	552.3
Peso del suelo seco + tara (gr)	555.2	519.3	503.5	506.0
Peso de Tara (gr)	122.0	121.2	170.0	174.8
Peso de agua (gr)	52.9	51.0	44.7	46.4
Peso del suelo seco (gr)	433.2	398.1	333.5	331.2
Contenido de agua (%)	12.2	12.8	13.4	14.0
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	1.835	1.869	1.870	1.830
Densidad máxima (gr/cm ³)				1.874
Humedad óptima (%)				13.1

RELACIÓN HUMEDAD - DENSIDAD



Observaciones :


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI -116
COORDENADAS : N 9125455 / E 818883 PROFUNDIDAD : 0.40 -1.70
CALICATA : C - 04 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-2 FECHA: 19/07/2021

COMPACTACIÓN

Molde N°	85		83		84	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12577	12612	12253	12307	11935	11999
Peso de molde + base (gr)	8048	8048	8024	8024	7949	7949
Peso del suelo húmedo (gr)	4529	4564	4229	4283	3986	4050
Volumen del molde (cm³)	2137	2137	2128	2128	2146	2146
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.119	2.136	1.988	2.013	1.857	1.887
N° Tara	T-15	T-16	T-21	T-23	T-24	T-16
Peso suelo húmedo + tara (gr)	864.2	770.5	483.6	913.7	492.2	607.6
Peso suelo seco + tara (gr)	816.8	683.6	437.5	807.6	444.9	538.5
Peso de tara (gr)	454.8	71.6	77.4	76.2	72.1	71.6
Peso de agua (gr)	47.4	86.9	46.1	106.1	47.3	69.1
Peso de suelo seco (gr)	362.0	612.0	360.1	731.4	372.8	466.9
Contenido de humedad (%)	13.1	14.2	12.8	14.5	12.7	14.8
Densidad seca (gr/cm³)	1.874	1.870	1.762	1.758	1.648	1.644
	100		94		88	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	08:32	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
13/07/2021	08:32	24	35.00	0.350	0.30	46.00	0.460	0.39	51.00	0.510	0.44
14/07/2021	08:32	48	63.00	0.630	0.54	68.00	0.680	0.58	69.00	0.690	0.59
15/07/2021	08:32	72	69.00	0.690	0.59	79.00	0.790	0.68	92.00	0.920	0.79
16/07/2021	08:32	96	72.00	0.720	0.62	84.00	0.840	0.72	93.00	0.930	0.79

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 85				MOLDE N° 83				MOLDE N° 84			
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0			0					0		
0.635			89			55					40		
1.270			163			115					76		
1.905			240			168					113		
2.540	70.5		364	341.8	24.7	260	241.3	17.4			172	160.9	11.6
3.810			498			357					241		
5.080	105.7		708	693.1	33.4	502	497.5	24.0			335	335.0	16.1
6.350			848			615					423		
7.620			992			710					502		
10.600			1165			823					566		
12.700			1250			877					602		

Observaciones :


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

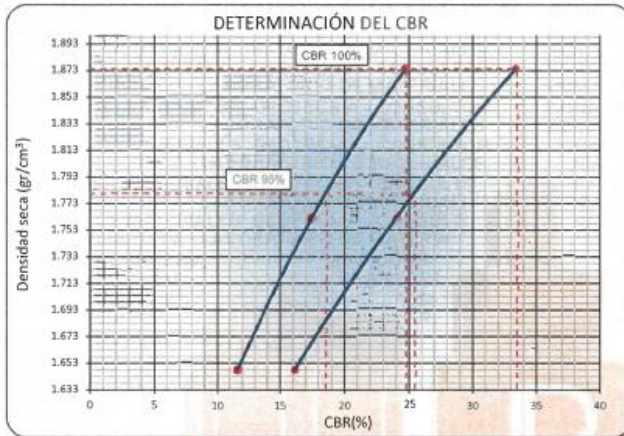
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9125455 / E 818883
CALICATA : C - 04
MUESTRA : M-2

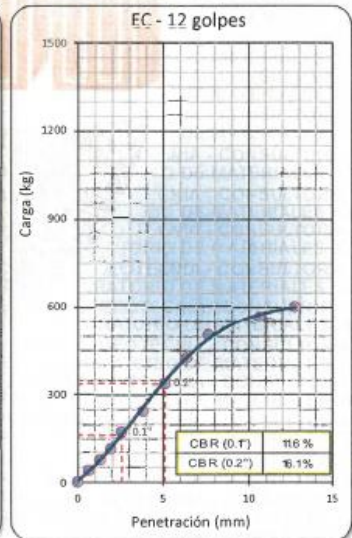
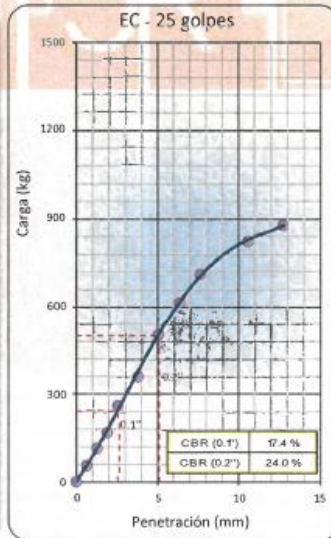
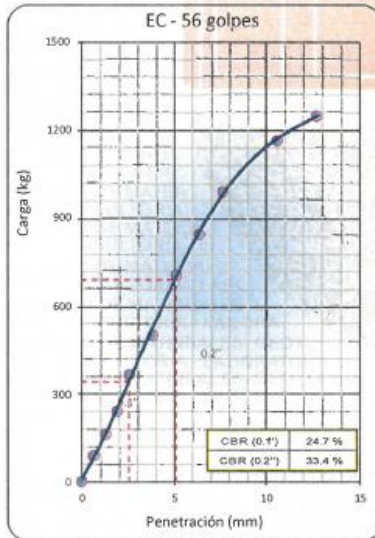
RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.40 -1.70
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³):	1.874
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.1
85% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³):	1.781

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	18.5	0.2"	25.4
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	24.7	0.2"	33.4

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

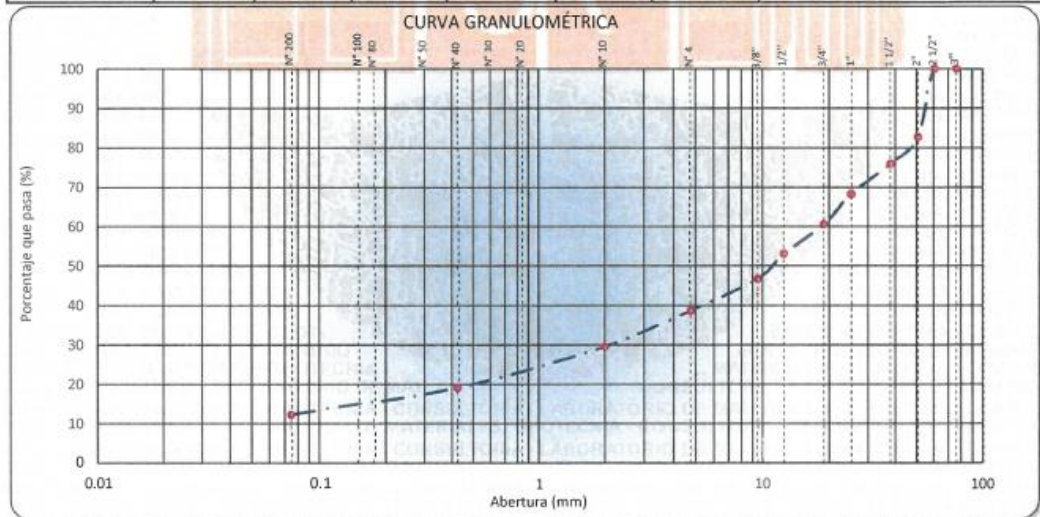
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9123181 / E 818961 PROFUNDIDAD : 0.00 -0.40
CALICATA : C - 05 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 12829
2 1/2"	60.350	1185.0			100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 4961
2"	50.800	1045.0	8.1	17.4	82.6		Material Grueso > N°4 (gr.): 7868
1 1/2"	38.100	865.0	6.7	24.1	75.9		Fracción Material < N°4 (gr.): 500.0
1"	25.400	963.0	7.5	31.6	68.4		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	1002.0	7.8	39.4	60.6		Límite Líquido (%): 28
1/2"	12.500	957.0	7.5	46.9	53.1		Límite Plástico (%): 21
3/8"	9.500	830.0	6.5	53.4	46.6		Índice Plástico (%): 7
N°4	4.750	1021.0	8.0	61.3	38.7		Clasificación de Suelo
N°8	2.380	63.25	4.9	66.2	33.8		Clasificación SUCS : GC-GM
N°10	2.000	55.01	4.3	70.5	29.5		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°16	1.190	38.40	3.0	73.4	26.6		
N°20	0.840	35.73	2.8	76.2	23.8		
N°30	0.600	28.06	2.2	78.4	21.6		
N°40	0.425	33.17	2.6	80.8	19.1		Humedad Natural (%): 5.1
N°60	0.300	24.74	1.9	82.9	17.1		
N°80	0.177	20.69	1.6	84.5	15.5		
N°100	0.150	18.80	1.5	85.9	14.1		
N°200	0.075	23.76	1.8	87.8	12.2		
< N°200	FONDO	158.4	12.2	100.0	0.0		



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

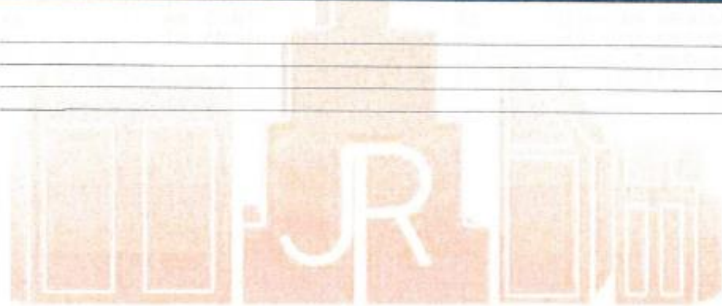
L DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, TRUJILLO-

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA: LI -116
COORDENADAS	: N 9123181 / E 818961	PROFUNDIDAD: 0.00 -0.40
CALICATA	: C - 05	HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA	: M- 1	FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1		
N° DE TARA		T-35		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	1365.0		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	1305.0		
PESO DE LA TARA	(gr)	122.0		
PESO DEL AGUA	(gr)	60.0		
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	1183.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.07		
HUMEDAD NATURAL	(%)		5.1	

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

"INFLUENCIA EN EL I : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9123181 / E 818961
CALICATA : C - 05
MUESTRA : M - 1

RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.00 -0.40
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

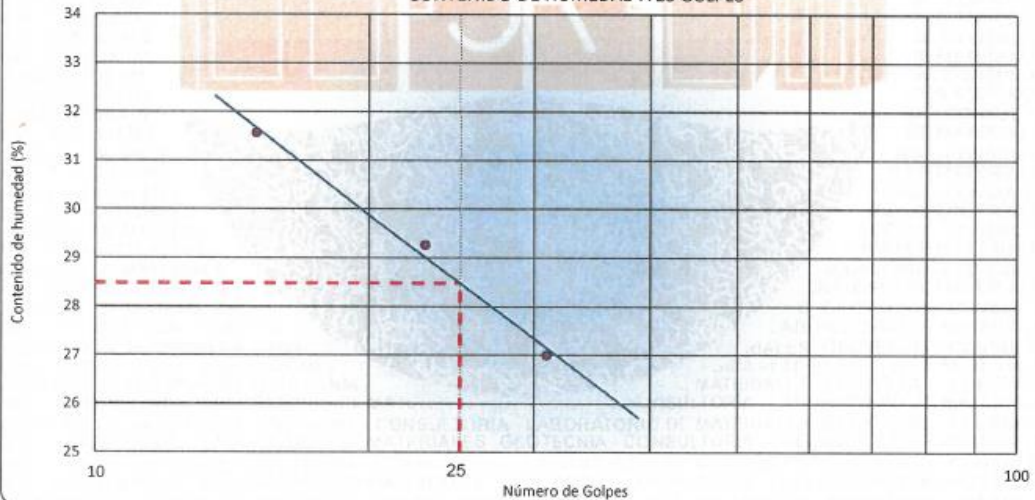
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-71	T-72	T-73
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	56.37	55.19	58.40
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	49.50	49.21	51.76
PESO DEL AGUA	(gr)	6.87	5.98	6.64
PESO DE LA TARA	(gr)	27.73	28.77	27.16
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	21.77	20.44	24.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.56	29.26	26.99
NÚMERO DE GOLPES		15	23	31

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-09	T-10	
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	36.87	45.29	
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	35.11	42.04	
PESO DE LA TARA	(gr)	26.84	26.88	
PESO DEL AGUA	(gr)	1.76	3.25	
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	8.27	15.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.28	21.44	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	28
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	21
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	7

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Arellano Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SÚSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501-SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

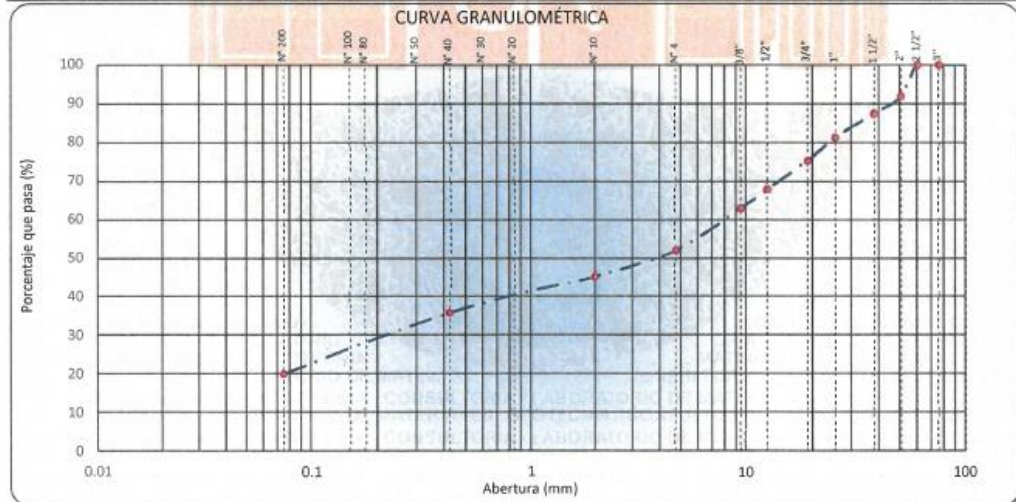
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA	: LI-116
COORDENADAS	: N 9123181 / E 818961	PROFUNDIDAD	: 0.40 -1.70
CALICATA	: C - 05	HECHO POR	: J.L.Q.M
MUESTRA	: M- 2	FECHA	: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 14005
2 1/2"	60.350				100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 7290
2"	50.800	1147.0	8.2	8.2	91.8		Material Grueso > N°4 (gr.): 6715
1 1/2"	38.100	627.0	4.5	12.7	87.3		Fracción Material < N°4 (gr.): 722.2
1"	25.400	857.0	6.1	18.8	81.2		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	843.0	6.0	24.8	75.2		Límite Líquido (%): 33
1/2"	12.500	1036.0	7.4	32.2	67.8		Límite Plástico (%): 24
3/8"	9.500	675.0	4.8	37.0	63.0		Índice Plástico (%): 9
N°4	4.750	1530.0	10.9	47.9	52.1		Clasificación de Suelo
N°8	2.380	77.43	5.6	53.5	46.5		Clasificación SUCS : GM
N°10	2.000	16.26	1.2	54.7	45.3		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°18	1.190	48.32	3.5	58.2	41.8		
N°20	0.840	25.90	1.9	60.0	40.0		
N°30	0.600	27.83	2.0	62.1	37.9		
N°40	0.425	32.27	2.3	64.4	35.6		Humedad Natural (%): 14.6
N°50	0.300	42.41	3.1	67.4	32.6		
N°80	0.177	80.39	5.8	73.2	26.8		Máxima dens. Seca (gr/cm ³): 2.025
N°100	0.150	26.09	1.9	75.1	24.9		Óptimo Cont. Humedad (%): 10.1
N°200	0.075	71.35	5.1	80.3	19.7		CBR 0.1" al 95% MDS (%): 34.0
< N°200	FONDO	274.0	19.7	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% MDS (%): 41.9



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

1. DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, TRUJILLO-

“INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021”

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI-116
COORDENADAS : N 9123181 / E 818961 PROFUNDIDAD: 0.40 -1.70
CALICATA : C - 05 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 2 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°	1		
N° DE TARA	T-62		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	1429.0		
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	1306.0		
PESO DE LA TARA (gr)	463.6		
PESO DEL AGUA (gr)	123.0		
PESO DE L SUELO SECO (gr)	842.4		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.60		
HUMEDAD NATURAL (%)		14.6	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

"INFLUENCIA EN EL I : PLATAFORMA EXISTENTE

COORDENADAS : N 9123181 / E 818961

CALICATA : C - 05

MUESTRA : M- 2

RUTA : LI -116

PROFUNDIDAD : 0.40 -1.70

HECHO POR: J.L.Q.M

FECHA: 19/07/2021

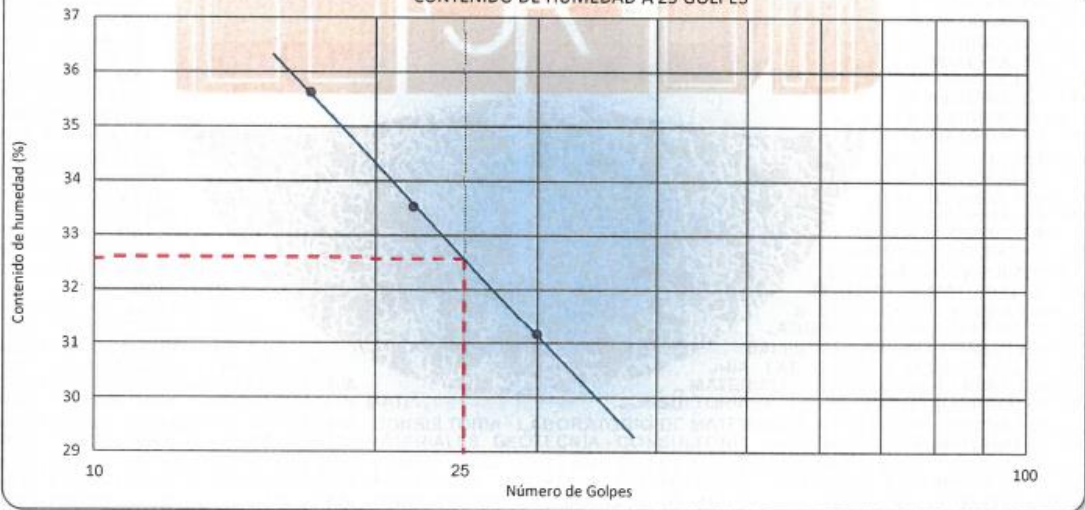
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA	T-32	T-47	T-40
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	47.85	47.21	49.47
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	43.07	42.56	43.61
PESO DEL AGUA (gr)	4.78	4.63	5.86
PESO DE LA TARA (gr)	27.73	28.77	27.16
PESO DE L SUELO SECO (gr)	15.34	13.81	16.45
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.16	33.53	35.62
NÚMERO DE GOLPES	30	22	17

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA	T-11	T-49
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	37.38	37.80
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	35.37	35.71
PESO DE LA TARA (gr)	26.84	26.88
PESO DEL AGUA (gr)	2.01	2.09
PESO DE L SUELO SECO (gr)	8.53	8.83
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	23.56	23.67

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	33
LÍMITE PLÁSTICO (%)	24
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	9

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

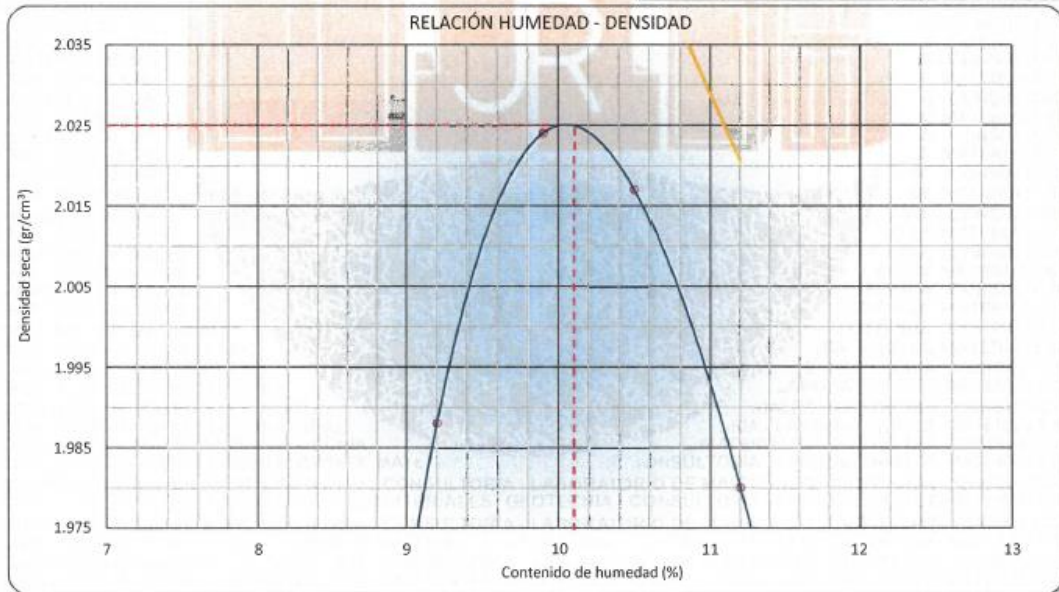
NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI -116
 COORDENADAS : N 9123181 / E 818961 PROFUNDIDAD : 0.40 -1.70
 CALICATA : C - 05 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M-2 FECHA: 19/07/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	10996	11109	11118	11061
Peso molde + base (gr)	6420	6420	6420	6420
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4576	4689	4698	4641
Volumen del molde (cm ³)	2108	2108	2108	2108
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.171	2.224	2.229	2.202
Tara N°	T-91	T-106	T-95	T-99
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	757.1	779.6	770.7	715.1
Peso del suelo seco + tara (gr)	705.3	722.0	710.0	660.9
Peso de Tara (gr)	142.3	140.1	132.0	177.2
Peso de agua (gr)	51.8	57.6	60.7	54.2
Peso del suelo seco (gr)	563.0	581.9	578.0	483.7
Contenido de agua (%)	9.2	9.9	10.5	11.2
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	1.988	2.024	2.017	1.980
Densidad máxima (gr/cm ³)				2.025
Húmedad óptima (%)				10.1



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI -116
COORDENADAS : N 9123181 / E 818961 PROFUNDIDAD : 0.40 -1.70
CALICATA : C - 05 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-2 FECHA: 19/07/2021

COMPACTACIÓN

	183		184		185	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	183		184		185	
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	95		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12635	12672	12362	12421	11994	12069
Peso de molde + base (gr)	7899	7899	7926	7926	7806	7806
Peso del suelo húmedo (gr)	4736	4773	4436	4495	4188	4263
Volumen del molde (cm³)	2124	2124	2113	2113	2120	2120
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.230	2.247	2.099	2.127	1.975	2.011
N° Tara	T-109	T-91	T-83	T-90	T-89	T-87
Peso suelo húmedo + tara (gr)	851.6	716.2	819.3	746.5	802.9	735.4
Peso suelo seco + tara (gr)	785.0	658.4	758.6	684.2	745.6	675.2
Peso de tara (gr)	126.0	142.3	138.9	142.4	142.1	160.7
Peso de agua (gr)	66.6	57.8	60.7	62.3	57.3	60.2
Peso de suelo seco (gr)	659.0	516.1	619.7	541.8	603.5	514.5
Contenido de humedad (%)	10.1	11.2	9.8	11.5	9.5	11.7
Densidad seca (gr/cm³)	2.025	2.021	1.912	1.908	1.804	1.800
	100		94		99	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	11:44	0	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
13/07/2021	11:44	24	15	0.150	0.13	28	0.280	0.24	58	0.580	0.50
14/07/2021	11:44	48	25	0.250	0.21	35	0.350	0.30	49	0.490	0.42
15/07/2021	11:44	72	36	0.360	0.31	49	0.490	0.42	64	0.640	0.55
16/07/2021	11:44	96	65	0.650	0.56	71	0.710	0.61	95	0.950	0.81

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 183			MOLDE N° 184			MOLDE N° 185					
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN				
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0				0				0		
0.635			135				105				83		
1.270			277				203				160		
1.905			443				370				303		
2.540	70.5		627	579.1	41.9		487	458.8	33.2		370	357.0	25.8
3.810			835				659				503		
5.080	105.7		1125	1128.2	54.3		918	902.8	43.5		713	699.0	33.7
6.350			1432				1132				887		
7.620			1819				1439				1135		
10.600			2262				1822				1442		
12.700			2599				2072				1648		

Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Arellano Barzola Susano
SOLEDAD AURELLA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

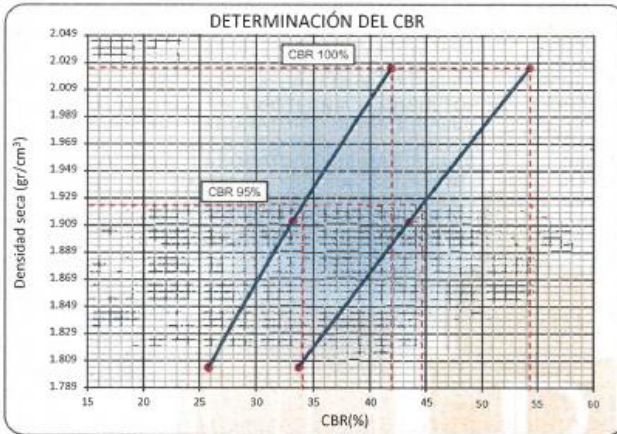
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9123181 / E 818961
CALICATA : C - 05
MUESTRA : M-2

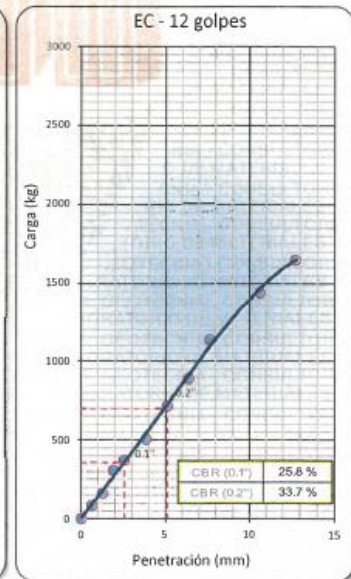
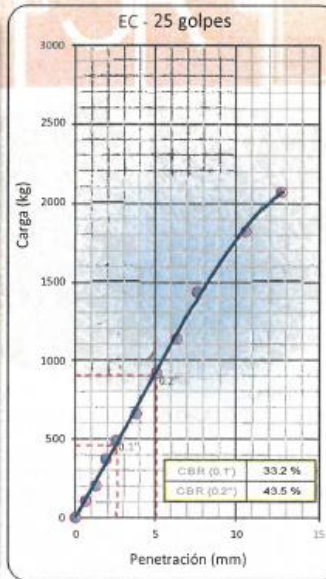
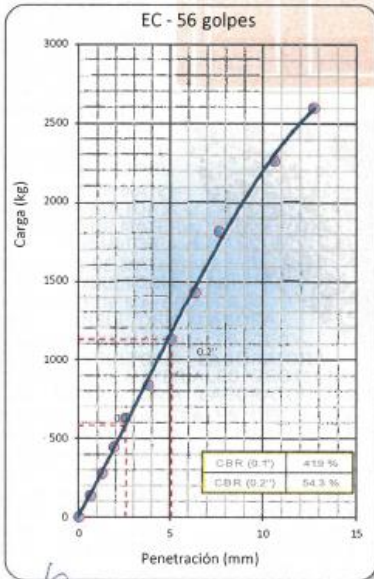
RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.40 -1.70
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.025
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.1
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	1.924

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	34.0	0.2"	44.8
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	41.9	0.2"	54.3

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELLA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

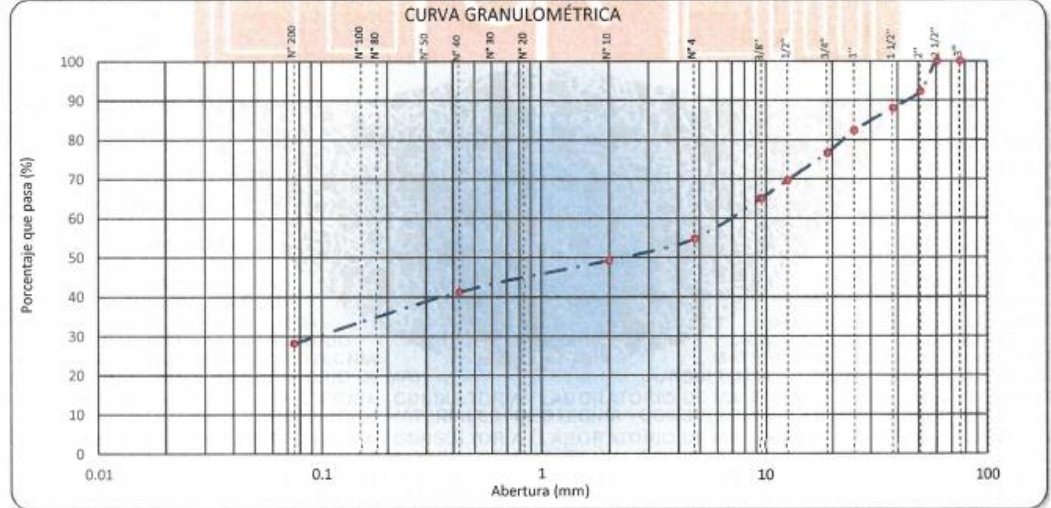
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9120578 / E 820080 PROFUNDIDAD : 0.00 -0.70
CALICATA : C - 06 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 14850
2 1/2"	60.350				100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 8132
2"	50.800	1147.3	7.7	7.7	92.3		Material Grueso > N°4 (gr.): 6718
1 1/2"	38.100	627.0	4.2	11.9	88.1		Fracción Material < N°4 (gr.): 922.2
1"	25.400	857.9	5.8	17.7	82.3		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	843.4	5.7	23.4	76.6		Límite Líquido (%): 24
1/2"	12.500	1036.8	7.0	30.4	69.6		Límite Plástico (%): 18
3/8"	9.500	675.2	4.6	34.9	65.1		Índice Plástico (%): 6
N°4	4.750	1530.1	10.3	45.2	54.8		Clasificación de Suelo
N°6	2.380	77.43	4.6	49.8	50.2		Clasificación SUCS : GC-GM
N°10	2.000	16.26	1.0	50.8	49.2		Clasificación AASHTO : A-2-4 (0)
N°16	1.190	48.32	2.9	53.7	46.3		
N°20	0.840	25.90	1.5	55.2	44.8		
N°30	0.600	27.83	1.7	56.9	43.1		
N°40	0.425	32.27	1.9	58.8	41.2		Humedad Natural (%): 9.4
N°50	0.300	42.41	2.5	61.3	38.7		
N°60	0.177	80.39	4.8	66.1	33.9		Máxima dens. Seca (gr/cm ³): 1.914
N°100	0.150	26.09	1.5	67.6	32.4		Óptimo Conf. Humedad (%): 11.1
N°200	0.075	71.35	4.2	71.9	28.1		CBR 0.1" al 95% MDS (%): 29.3
< N°200	FONDO	474.0	28.1	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% MDS (%): 36.1

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, TRUJILLO

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA: LI -116
COORDENADAS : N 9120578 / E 820080 PROFUNDIDAD: 0.00 -0.70
CALICATA : C - 06 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 1 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1		
N° DE TARA		T-25		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	1419.0		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	1305.0		
PESO DE LA TARA	(gr)	90.9		
PESO DEL AGUA	(gr)	114.0		
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	1214.1		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	9.39		
HUMEDAD NATURAL	(%)		9.4	

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP





**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO -
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

"INFLUENCIA EN EL : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9120578 / E 820080
CALICATA : C - 06
MUESTRA : M- 1

RUTA : LI -116
PROFUNDIDAD : 0.00 -0.70
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

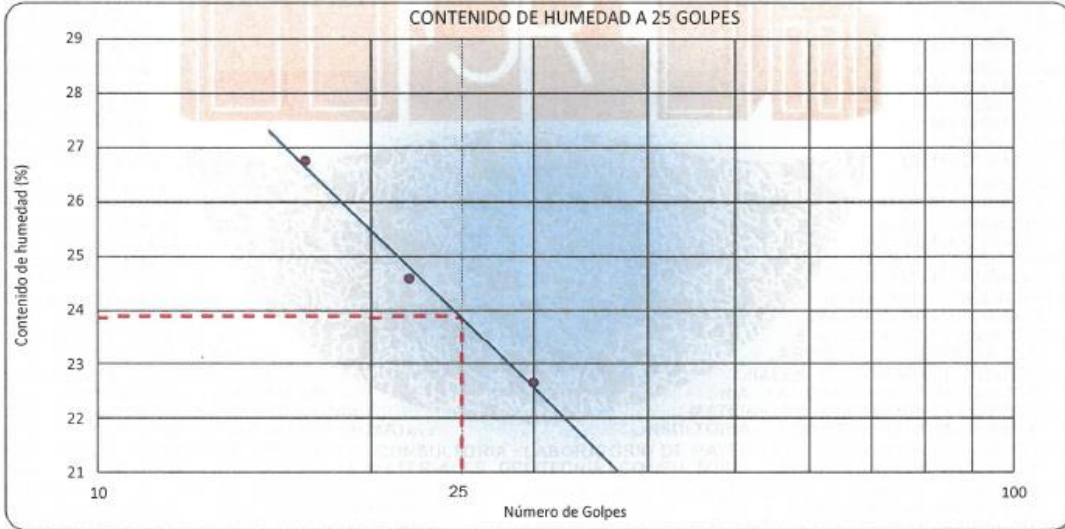
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA	T-02	T-05	T-08
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	44.29	49.39	47.39
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	41.23	45.32	43.12
PESO DEL AGUA (gr)	3.06	4.07	4.27
PESO DE LA TARA (gr)	27.73	28.77	27.16
PESO DE L SUELO SECO (gr)	13.50	16.55	15.96
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.65	24.59	26.75
NÚMERO DE GOLPES	30	22	17

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA	T-18	T-21
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	36.92	37.32
PESO TARA + SUELO SECO (gr)	35.37	35.71
PESO DE LA TARA (gr)	26.84	26.88
PESO DEL AGUA (gr)	1.55	1.61
PESO DE L SUELO SECO (gr)	8.53	8.83
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.17	18.23

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	24
LÍMITE PLÁSTICO (%)	18
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	6

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

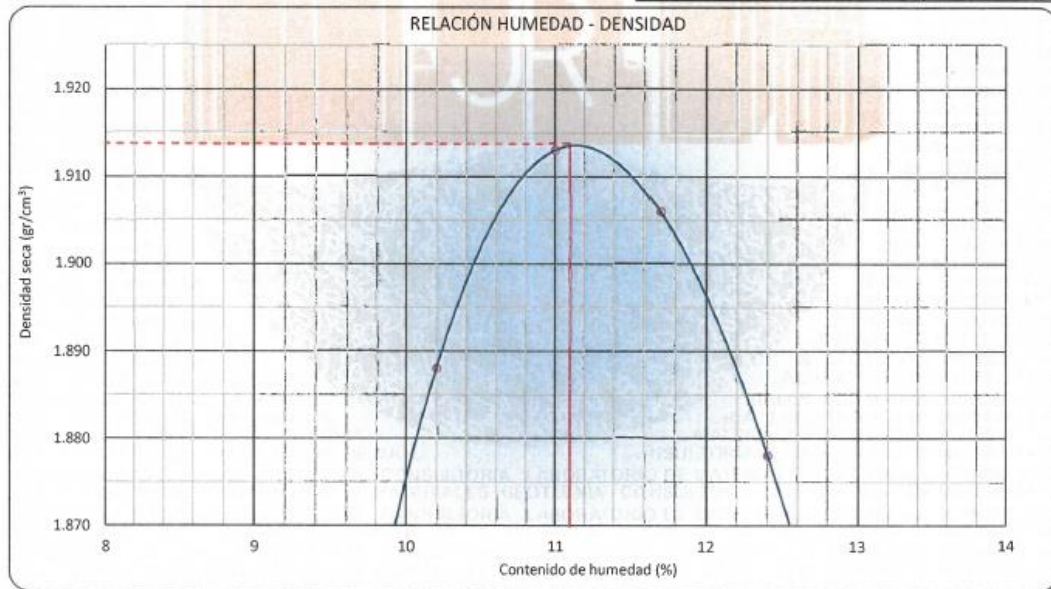
NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN	: PLATAFORMA EXISTENTE	RUTA	: LI -116
COORDENADAS	: N 9120578 / E 820080	PROFUNDIDAD	: 0.00 -0.70
CALICATA	: C - 06	HECHO POR:	J.L.Q.M
MUESTRA	: M-1	FECHA:	19/07/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Numero de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	10837	10928	10940	10901
Peso molde + base (gr)	6422	6422	6422	6422
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4415	4506	4518	4479
Volumen del molde (cm ³)	2122	2122	2122	2122
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.081	2.123	2.129	2.111
Tara N°	T-04	T-05	T-08	T-11
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	773.3	786.3	787.5	737.0
Peso del suelo seco + tara (gr)	705.3	722.0	710.0	660.9
Peso de Tara (gr)	39.0	46.8	47.2	46.8
Peso de agua (gr)	68.0	74.3	77.5	76.1
Peso del suelo seco (gr)	666.3	675.2	662.8	614.1
Contenido de agua (%)	10.2	11.0	11.7	12.4
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	1.888	1.913	1.906	1.878
Densidad máxima (gr/cm ³)				1.914
Húmedad óptima (%)				11.1



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9120578 / E 820080 PROFUNDIDAD : 0.00 -0.70
CALICATA : C - 06 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

COMPACTACIÓN

Molde N°	231		232		233	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12358	12393	12132	12183	11814	11880
Peso de molde + base (gr)	7820	7820	7906	7906	7827	7827
Peso del suelo húmedo (gr)	4538	4573	4226	4277	3987	4053
Volumen del molde (cm³)	2134	2134	2111	2111	2116	2116
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.126	2.143	2.002	2.026	1.884	1.915
N° Tara	T-109	T-91	T-93	T-90	T-89	T-87
Peso suelo húmedo + tara (gr)	858.1	721.4	826.1	751.9	810.2	741.1
Peso suelo seco + tara (gr)	785.0	698.4	758.6	684.2	745.6	675.2
Peso de tara (gr)	126.0	142.3	138.9	142.4	142.1	160.7
Peso de agua (gr)	73.1	63.0	67.5	67.7	64.6	65.9
Peso de suelo seco (gr)	659.0	516.1	619.7	541.8	603.5	514.5
Contenido de humedad (%)	11.1	12.2	10.9	12.5	10.7	12.8
Densidad seca (gr/cm³)	1.914	1.910	1.805	1.801	1.702	1.698
	100		94		89	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	02:25	0	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
13/07/2021	02:25	24	13	0.130	0.11	27	0.270	0.23	38	0.380	0.32
14/07/2021	02:25	48	27	0.270	0.23	33	0.330	0.28	49	0.490	0.42
15/07/2021	02:25	72	35	0.350	0.30	55	0.550	0.47	64	0.640	0.55
16/07/2021	02:25	96	69	0.690	0.59	81	0.810	0.69	88	0.880	0.75

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 231			MOLDE N° 232			MOLDE N° 233			
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	
0.000			0			0			0		
0.635			114			86			63		
1.270			240			178			128		
1.905			365			275			213		
2.540	70.5		503	499.5	36.1	410	392.0	28.3	322	291.8	21.1
3.810			781			611			444		
5.080	105.7		1007	1031.1	49.7	830	839.1	40.4	600	629.4	30.3
6.350			1301			1056			837		
7.620			1522			1216			957		
10.600			1979			1690			1293		
12.700			2250			1875			1475		

Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

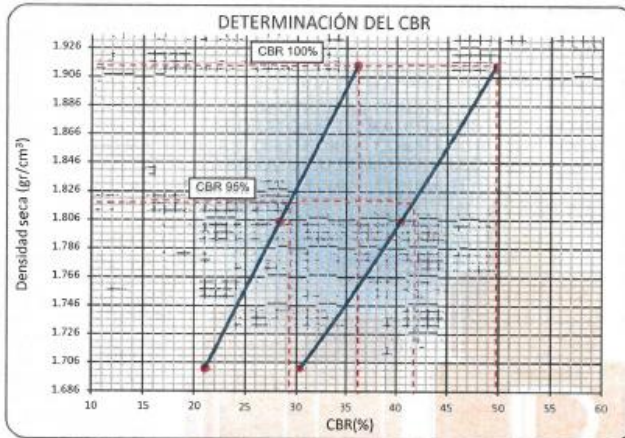
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DESCRIPCIÓN : PLATAFORMA EXISTENTE
COORDENADAS : N 9120578 / E 820080
CALICATA : C - 06
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -0.70
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021



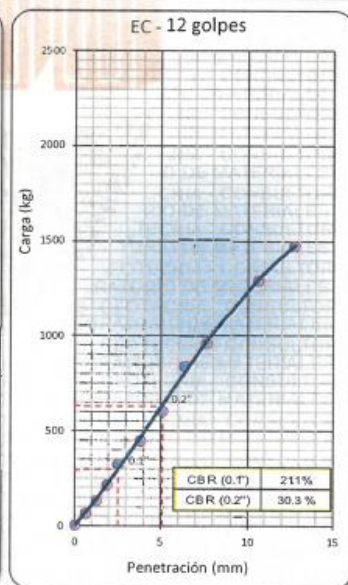
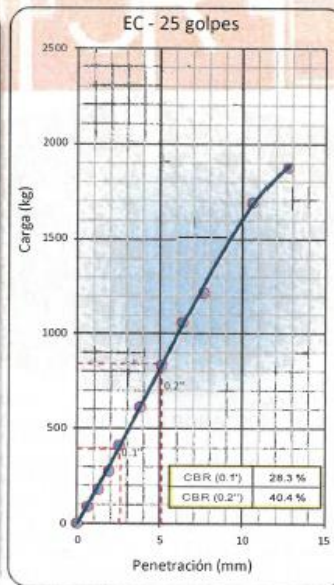
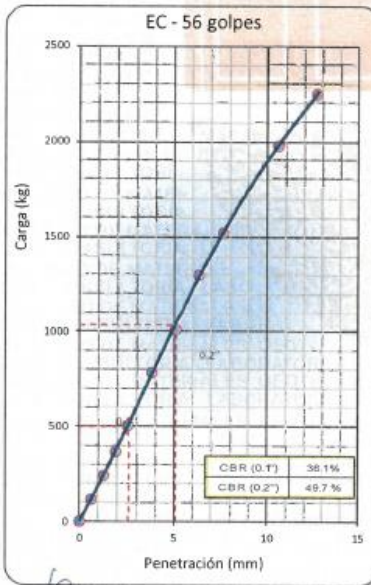
DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

PROCTOR MODIFICADO ASTM	: 1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	: 1.914
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.1
85% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	: 1.618

PORCENTAJE DEL CBR

C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	29.3	0.2"	41.6
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	36.1	0.2"	49.7

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501-SMP

Anexo 06.3. Ensayos a muestras de Cantera Salome.



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

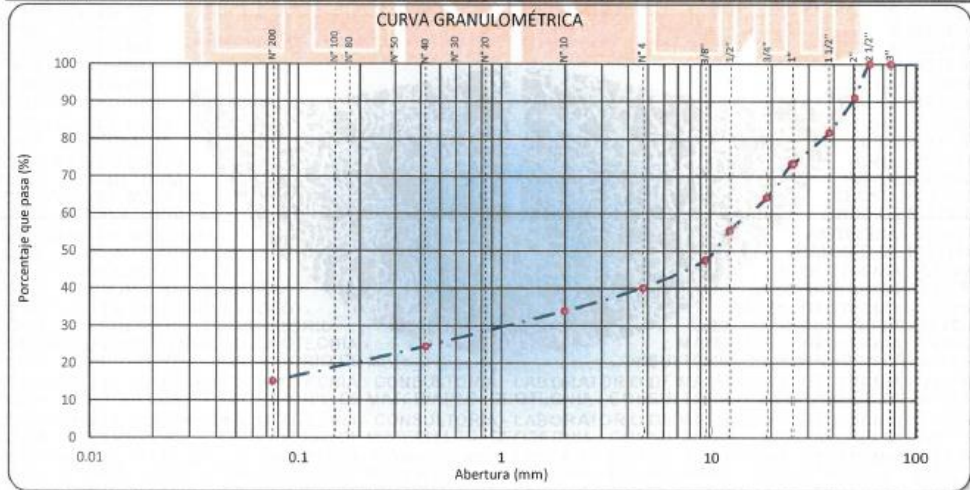
DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670
CALICATA : C-1
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00-3.00
HECHO POR: J.L.Q.M.
FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 14015
2 1/2"	60.350				100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 5631
2"	50.800	1251.0	8.9	8.9	91.1		Material Grueso > N°4 (gr.): 8384
1 1/2"	38.100	1324.6	9.5	18.4	81.6		Fracción Material < N°4 (gr.): 450.0
1"	25.400	1164.2	8.3	26.7	73.3		Límites de Consistencia
3/4"	19.000	1269.7	9.1	35.7	64.3		Límite Líquido (%): 27
1/2"	12.500	1245.1	8.9	44.6	55.4		Límite Plástico (%): 22
3/8"	9.500	1094.2	7.8	52.4	47.6		Índice Plástico (%): 5
N°4	4.750	1034.9	7.4	59.8	40.2		Clasificación de Suelo
N°8	2.380	55.60	0.5	64.8	35.2		Clasificación SUCS : GM
N°10	2.000	14.56	1.3	66.1	33.9		Clasificación AASHTO : A-1-b (0)
N°16	1.190	42.26	3.8	69.9	30.1		
N°20	0.840	24.97	2.2	72.1	27.9		
N°30	0.600	18.49	1.7	73.7	26.3		
N°40	0.425	19.78	1.8	75.5	24.5		Humedad Natural (%): 6.6
N°50	0.300	16.53	1.5	77.0	23.0		
N°60	0.177	40.79	3.6	80.6	19.4		Máxima dens. Seca (gr/cm ³): 2.143
N°100	0.150	16.84	1.5	82.1	17.9		Óptimo Cont. Humedad (%): 8.6
N°200	0.075	30.26	2.7	84.8	15.2		CBR 0.1" al 95% MDS (%): 35.7
< N°200	FONDO	169.9	15.2	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% MDS (%): 54.3



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA: LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD: 0.00 -3.00
CALICATA : C- 1 HECHO POR: J.L.Q.M.
MUESTRA : M- 1 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1		
N° DE TARA		7-35		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	5609.0		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	5269.0		
PESO DE LA TARA	(gr)	122.0		
PESO DEL AGUA	(gr)	340.0		
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	5147.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	6.61		
HUMEDAD NATURAL	(%)		6.6	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 CALICATA : C- 1 HECHO POR: J.L.Q.M.
 MUESTRA : M- 1 FECHA: 19/07/2021

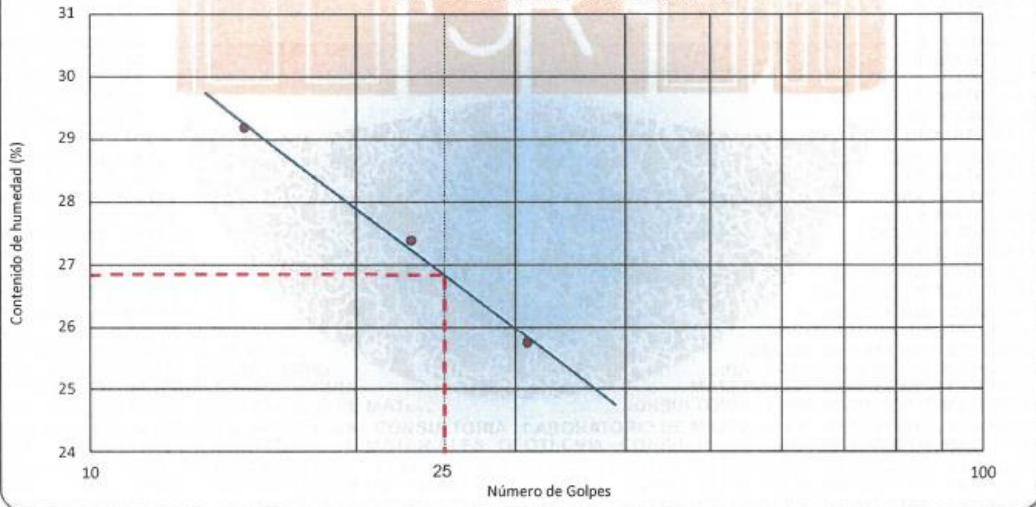
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA	T-61	T-51	T-43
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	83.34	83.28	53.96
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	75.72	76.19	47.38
PESO DEL AGUA (gr)	7.62	7.09	6.58
PESO DE LA TARA (gr)	49.61	50.30	21.61
PESO DE L SUELO SECO (gr)	26.11	25.89	25.57
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.18	27.39	25.73
NUMERO DE GOLPES	15	23	31

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA	T-08	T-01
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)	16.50	15.78
PSO TARA + SUELO SECO (gr)	14.70	14.12
PESO DE LA TARA (gr)	6.60	6.54
PESO DEL AGUA (gr)	1.80	1.66
PESO DE L SUELO SECO (gr)	8.10	7.58
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.22	21.90

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	27
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	5

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

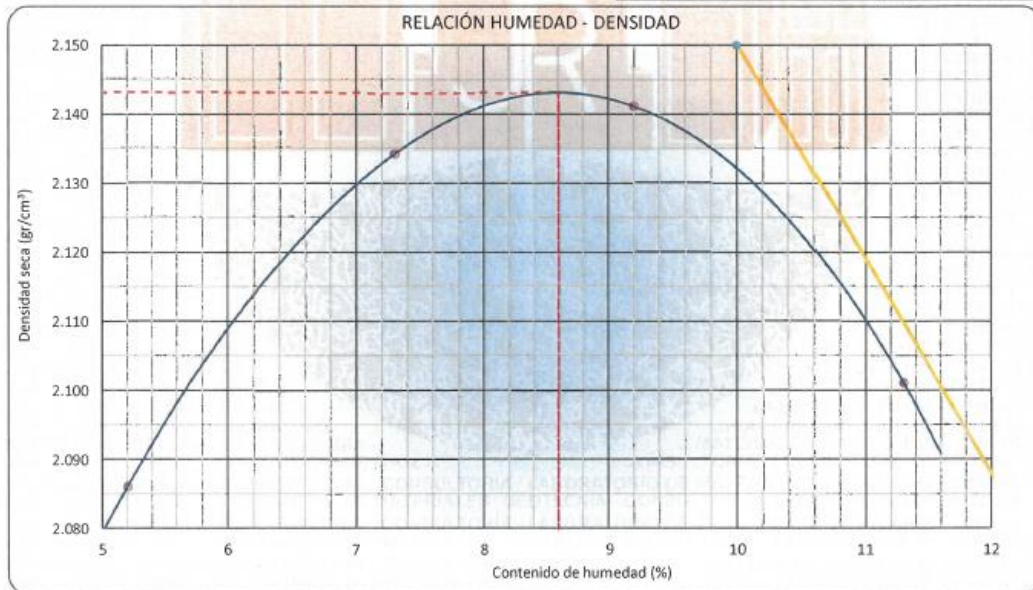
NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
CALICATA : C- 1 HECHO POR: J.L.Q.M.
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	11156	11357	11458	11459
Peso molde + base (gr)	6548	6548	6548	6548
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4608	4809	4910	4911
Volumen del molde (cm ³)	2100	2100	2100	2100
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.194	2.290	2.338	2.338
Tara N°	T-41	T-33	T-93	T-91
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	637.0	677.9	815.1	770.5
Peso del suelo seco + tara (gr)	610.0	638.0	761.2	710.5
Peso de Tara (gr)	90.2	91.2	174.8	179.6
Peso de agua (gr)	27.0	39.9	53.9	60.0
Peso del suelo seco (gr)	519.8	546.8	586.4	530.9
Contenido de agua (%)	5.2	7.3	9.2	11.3
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	2.086	2.134	2.141	2.101
Densidad máxima (gr/cm ³)				2.143
Húmedad óptima (%)				8.6



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC N 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
CALICATA : C-1 HECHO POR: J.L.Q.M.
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

COMPACTACIÓN

Molde N°	196		142		153	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	56		20		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12937	13022	12489	12563	12647	12726
Peso de molde + base (gr)	7960	7960	7660	7660	7979	7979
Peso del suelo húmedo (gr)	4977	5062	4829	4903	4668	4747
Volumen del molde (cm³)	2129	2129	2128	2128	2125	2125
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.338	2.378	2.269	2.304	2.197	2.234
N° Tara	T-47	T-104	T-98	T-53	T-45	T-89
Peso suelo húmedo + tara (gr)	685.1	740.8	818.4	881.3	703.6	579.9
Peso suelo seco + tara (gr)	636.5	685.3	762.4	810.3	660.4	541.2
Peso de tara (gr)	83.7	169.0	125.0	133.0	169.0	175.6
Peso de agua (gr)	46.6	55.5	56.0	71.0	43.2	36.7
Peso de suelo seco (gr)	552.8	516.3	637.4	677.3	491.4	365.6
Contenido de humedad (%)	8.8	10.7	8.8	10.5	8.8	10.6
Densidad seca (gr/cm³)	2.149	2.147	2.086	2.085	2.019	2.020
	100		97		94	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	08:40	0	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
13/07/2021	08:40	24	8	0.080	0.07	19	0.190	0.16	29	0.290	0.25
14/07/2021	08:40	48	16	0.160	0.14	26	0.260	0.22	43	0.430	0.37
15/07/2021	08:40	72	23	0.230	0.20	38	0.380	0.32	52	0.520	0.44
16/07/2021	08:40	96	24	0.240	0.21	38	0.380	0.32	52	0.520	0.44

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 196			MOLDE N° 142			MOLDE N° 153					
		CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %			
0.000			0				0						
0.635			194				112				49		
1.270			346				294				171		
1.905			585				425				312		
2.540	70.5		795	765.7	55.4		642	613.1	44.3		511	453.5	32.8
3.810			1129				965				742		
5.080	105.7		1396	1373.2	66.2		1210	1187.7	57.2		968	969.4	46.7
6.350			1552				1363				1142		
7.620			1892				1727				1367		
10.600			2399				2146				1850		
12.700			2621				2345				1968		

Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670
CALICATA : C-1
MUESTRA : M-1

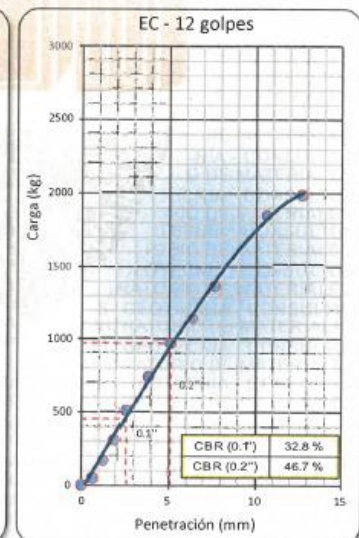
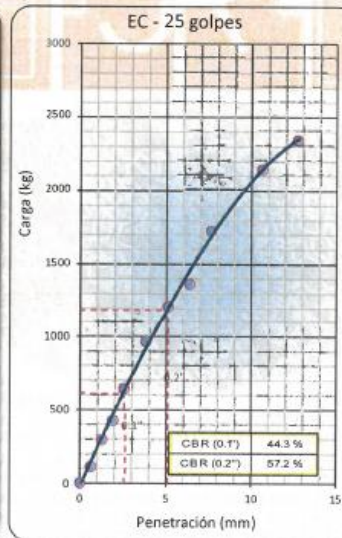
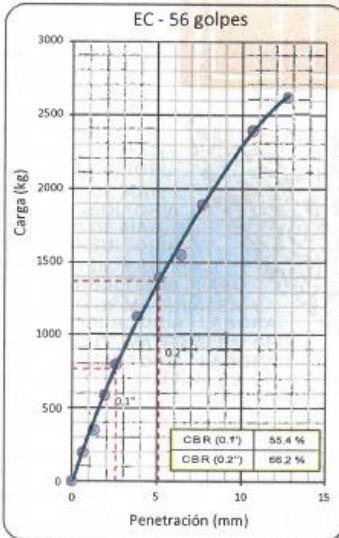
RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M.
FECHA: 19/07/2021



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	: 1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.143
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%): 8.6
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.036

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	35.7	0.2"	49.4
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	54.3	0.2"	65.4

Observaciones: _____



Observaciones : _____

José Luis Quispe Mendoza
José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

NORMA MTC E 206, ASTM C 127, ASSTHO T 85

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670
CALICATA : C- 1
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M.
FECHA: 19/07/2021

AGREGADO GRUESO

MUESTRAS			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 2	Promedio
A	Peso Mat. Sat. Superf. Seca (en aire)	gr	1,805.3	1,755.6		
B	Peso Mat. Sat. Superf. Seca (en agua)	gr	1,126.0	1,094.2		
C	Volumen de Masa + Volumen de Vacío	cm ³	679.3	661.4		
D	Peso Material Seco en Estufa (105°C)	gr	1,788.9	1,743.7		
E	Volumen de Masa = C-(A-D)	cm ³	662.87	649.50		
	Peso Especifico (Base Seca) = D/C	gr/cm ³	2.634	2.636		2.635
	Peso Especifico (Base Saturada) = A/C	gr/cm ³	2.658	2.654		2.656
	Peso Especifico Aparente (Base Seca) = D/E	gr/cm ³	2.699	2.685		2.692
	Porcentaje de Absorción = ((A-D) / D) x 100	%	0.9%	0.7%		0.8%

Observaciones :


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



EQUIVALENTE DE ARENA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD: 0.00 -3.00
CALICATA : C- 1 HECHO POR: J.L.Q.M.
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

N° DE ENSAYOS	1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla N° 4)	4.76	4.76	4.76
Hora de entrada a saturación	12:03	12:05	12:07
Hora de salida de saturación (mas 10")	12:13	12:15	12:17
Hora de entrada a decantación	12:15	12:17	12:19
Hora de salida de decantación (mas 20")	12:35	12:37	12:39
Altura máxima de material fino	6.3	6.1	6.2
Altura máxima de la arena	2.9	2.9	2.8
Equivalente de Arena (%)	46.0	47.5	45.2
PROMEDIO		47	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (PÉRDIDA POR IGNICIÓN)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 118, AASHTO T 267

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
CALICATA : C- 1 HECHO POR : J.L.Q.M.
MUESTRA : M-1 FECHA : 19/07/2021

ENSAYO N°		1	2		
Tara N°		T-08	T-09		
Peso de la tara y suelo seco, antes de ignición		102.66	103.47		
Peso de la tara y suelo seco, después de ignición	(gr)	102.49	103.28		
Peso de materia orgánica	(gr)	0.19	0.19		
Peso de la tara	(gr)	80.16	83.71		
Peso del suelo seco neto	(gr)	22.33	19.57		
Contenido de Materia Orgánica	(%)	0.85	0.97		
Promedio Contenido de Materia Orgánica	(%)		0.91		

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP





**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
CALICATA : C- 1 HECHO POR: J.L.Q.M.
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

MUESTRA	1	
GRADACIÓN	"A"	
Nº DE ESFERAS	12	
TAMIZ (Nº)	12	
1"	1,250	
3/4"	1,250	
1/2"	1,250	
3/8"	1,250	
PESO TOTAL	5,000	
MATERIAL RETENIDO TAMIZ Nº 12	3,625	
PORCENTAJE DE DESGASTE	27.5	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP Nº 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte Nº 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88

DATOS DE LA MUESTRA

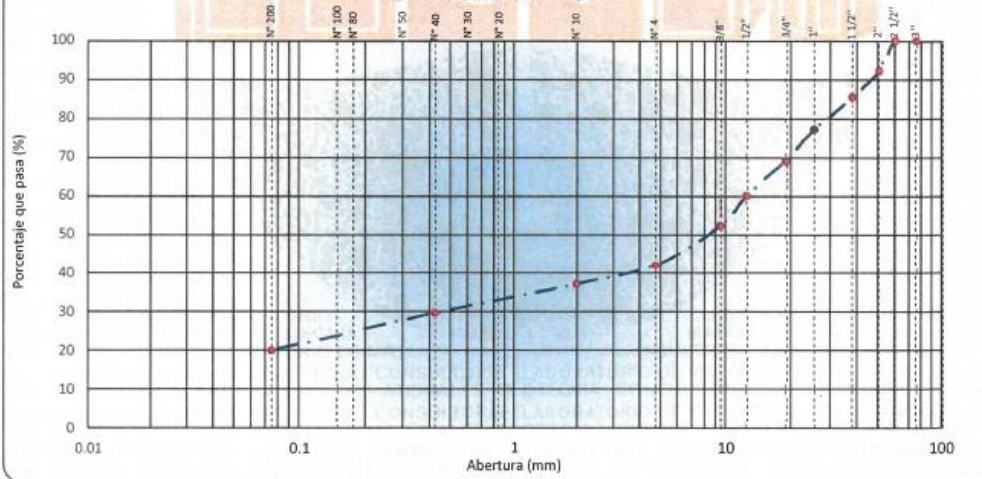
"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME
 COORDENADAS :: N 9132838 / E 803675
 TRINCHERA : T-1
 MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 HECHO POR: J.L.Q.M.
 FECHA: 19/07/2021

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Peso de la Muestra
3"	76.200						Peso Total de la Muestra (gr.): 35000
2 1/2"	60.350				100.0		Material Fino < N°4 (gr.): 14703
2"	50.800	2695.8	7.7	7.7	92.3		Material Grueso > N°4 (gr.): 20297
1 1/2"	38.100	2355.6	6.7	14.4	85.6		Fración Material < N°4 (gr.): 613.5
1"	25.400	3030.4	8.7	23.1	76.9		Limites de Consistencia
3/4"	19.000	2740.4	7.8	30.9	69.1		Límite Líquido (%) : 29
1/2"	12.500	3134.7	9.0	39.9	60.1		Límite Plástico (%) : 23
3/8"	9.500	2703.4	7.7	47.6	52.4		Índice Plástico (%) : 6
N°4	4.750	3636.9	10.4	58.0	42.0		Clasificación de Suelo
N°8	2.380	57.80	4.0	61.9	38.1		Clasificación SUCS : OM
N°10	2.000	14.52	1.0	62.9	37.1		Clasificación AASHTO : A-1-b (0)
N°16	1.190	44.45	3.0	66.0	34.0		
N°20	0.840	26.59	1.8	67.8	32.2		
N°30	0.600	18.87	1.3	69.1	30.9		
N°40	0.425	19.45	1.3	70.4	29.6		Humedad Natural (%) : 4.1
N°50	0.300	16.45	1.1	71.6	28.4		
N°60	0.177	43.86	3.0	74.6	25.4		Máxima dens. Seca (gr/cm ³) : 2.129
N°100	0.150	16.98	1.2	75.7	24.3		Óptimo Cont. Humedad (%) : 9.4
N°200	0.075	63.78	4.4	80.1	19.9		CBR 0.1" al 95% MDS (%) : 33.6
< N°200	FONDO	296.8	19.9	100.0	0.0		CBR 0.1" al 100% MDS (%) : 46.7

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones :

Jose Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132838 / E 803675
TRINCHERA : T-1
MUESTRA : M-1

RUTA: LI-116
PROFUNDIDAD: 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M.
FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1		
N° DE TARA		T-41		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	5624.0		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	5408.0		
PESO DE LA TARA	(gr)	138.0		
PESO DEL AGUA	(gr)	216.0		
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	5270.0		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	4.10		
HUMEDAD NATURAL	(%)		4.1	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132838 / E 803675 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 TRINCHERA : T-1 HECHO POR: J.L.Q.M.
 MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

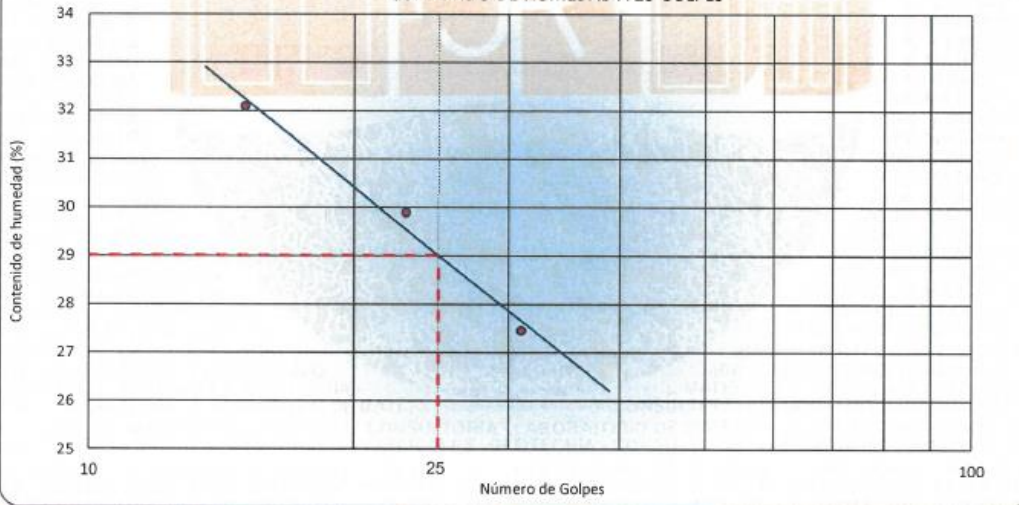
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-63	T-80	T-44
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	84.01	84.30	53.00
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	76.09	75.12	46.13
PESO DEL AGUA	(gr)	7.92	9.18	6.87
PESO DE LA TARA	(gr)	51.41	44.41	21.10
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	24.68	30.71	25.03
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.09	29.89	27.45
NÚMERO DE GOLPES		15	23	31

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-07	T-03
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	17.03	15.94
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	15.11	14.19
PESO DE LA TARA	(gr)	6.81	6.62
PESO DEL AGUA	(gr)	1.92	1.75
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	8.30	7.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	23.13	23.12

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	(%)	29
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	23
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	6

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

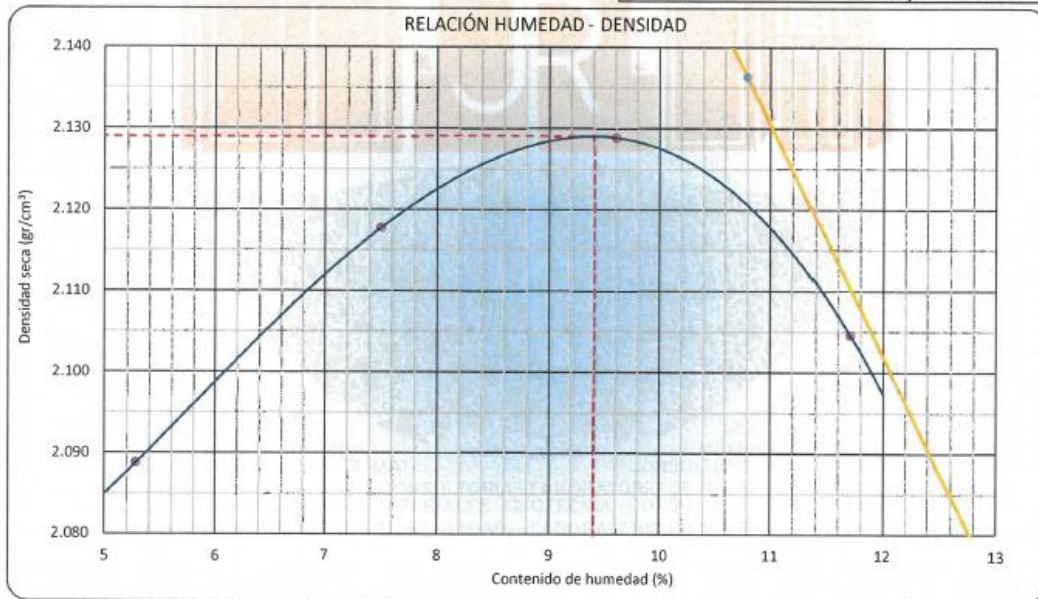
PROCTOR MODIFICADO
NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132838 / E 803675 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 TRINCHERA : T- 1 HECHO POR: J.L.Q.M.
 MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pañón por Capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	11166	11329	11448	11485
Peso molde + base (gr)	6548	6548	6548	6548
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4618	4781	4900	4937
Volumen del molde (cm ³)	2100	2100	2100	2100
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.199	2.277	2.333	2.351
Tara N°	T-40	T-37	T-92	T-89
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	633.4	665.7	807.6	763.4
Peso del suelo seco + tara (gr)	608.4	631.1	753.2	701.8
Peso de Tara (gr)	135.0	170.0	186.9	175.6
Peso de agua (gr)	25.0	34.6	54.4	61.6
Peso del suelo seco (gr)	473.4	461.1	566.3	526.2
Contenido de agua (%)	5.3	7.5	9.6	11.7
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	2.089	2.118	2.129	2.105
Densidad máxima (gr/cm ³)				2.129
Húmedad óptima (%)				9.4



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132838 / E 803675 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
TRINCHERA : T- 1 HECHO POR: J.L.Q.M.
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

COMPACTACIÓN

Molde N°	185		186		187	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	56		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12767	12852	12718	12793	12365	12442
Peso de molde + base (gr)	7806	7806	7923	7923	7749	7749
Peso del suelo húmedo (gr)	4961	5046	4795	4870	4616	4693
Volumen del molde (cm³)	2120	2120	2128	2128	2130	2130
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.340	2.380	2.253	2.289	2.167	2.203
N° Tara	T-47	T-104	T-98	T-53	T-45	T-69
Peso suelo húmedo + tara (gr)	674.9	741.9	809.4	890.0	704.4	583.2
Peso suelo seco + tara (gr)	623.1	682.6	749.4	812.5	658.4	542.0
Peso de tara (gr)	83.7	169.0	125.0	133.0	169.0	175.6
Peso de agua (gr)	51.8	59.3	60.0	77.5	46.0	41.2
Peso de suelo seco (gr)	539.4	513.6	624.4	679.5	489.4	366.4
Contenido de humedad (%)	9.6	11.5	9.6	11.4	9.4	11.2
Densidad seca (gr/cm³)	2.135	2.134	2.056	2.054	1.961	1.961
	100		97		93	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	09:07	0	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
13/07/2021	09:07	24	13	0.130	0.11	18	0.180	0.15	21	0.210	0.18
14/07/2021	09:07	48	16	0.160	0.14	20	0.200	0.17	23	0.230	0.20
15/07/2021	09:07	72	18	0.180	0.15	23	0.230	0.20	28	0.280	0.24
16/07/2021	09:07	96	19	0.190	0.16	24	0.240	0.21	28	0.280	0.24

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 185			MOLDE N° 186			MOLDE N° 187			
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	
0.000			0			0			0		
0.635			151			121			80		
1.270			331			290			185		
1.905			485			416			295		
2.540	70.5		712	654.8	47.3	552	527.1	38.1	414	381.9	27.6
3.810			935			713			550		
5.080	105.7		1131	1150.3	55.4	998	988.9	47.7	762	764.6	36.8
6.350			1351			1247			990		
7.620			1582			1487			1245		
10.600			1912			1758			1561		
12.700			2159			1998			1728		

Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA USANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

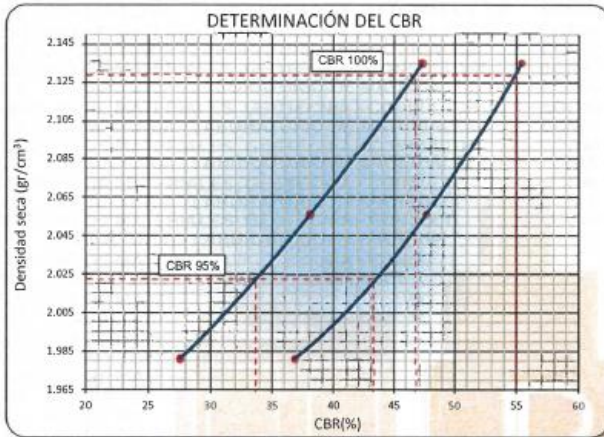
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132838 / E 803675
TRINCHERA : T-1
MUESTRA : M-1

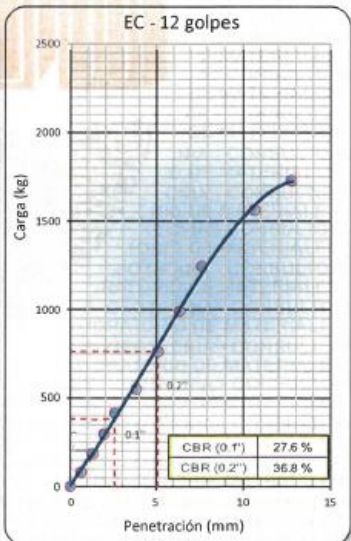
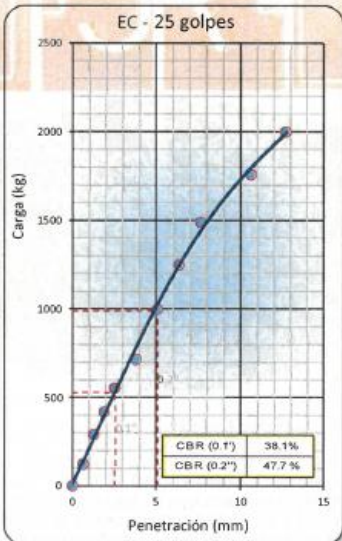
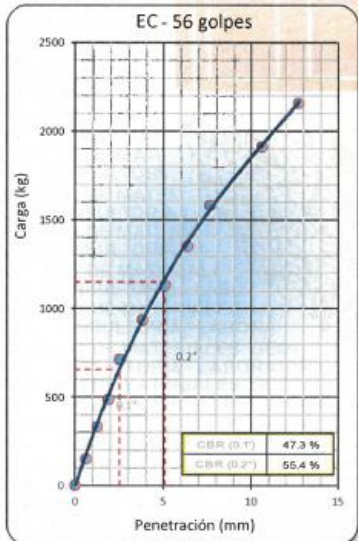
RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M.
FECHA: 19/07/2021



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	: 1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.129
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%): 9.4
90% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.023

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	33.8	0.2"	43.2
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	46.7	0.2"	55.0

Observaciones: _____



Observaciones : _____

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

NORMA MTC E 206, ASTM C 127, ASSTHO T 85

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132838 / E 803675
TRINCHERA : T- 1
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M.
FECHA: 19/07/2021

AGREGADO GRUESO

MUESTRAS			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 2	Promedio
A	Peso Mat. Sat. Superf. Seca (en aire)	gr	1,705.5	1,722.4		
B	Peso Mat. Sat. Superf. Seca (en agua)	gr	1,062.0	1,071.9		
C	Volumen de Masa + Volumen de Vacios	cm3	643.5	650.5		
D	Peso Material Seco en Estufa (105°C)	gr	1,690.8	1,710.8		
E	Volumen de Masa = C-(A-D)	cm3	628.77	638.89		
Peso Especifico (Base Seca) = D/C		gr/cm3	2.628	2.630		2.629
Peso Especifico (Base Saturada) = A/C		gr/cm3	2.650	2.648		2.649
Peso Especifico Aparente (Base Seca) = D/E		gr/cm3	2.689	2.678		2.683
Porcentaje de Absorcion = ((A-D) / D) x 100		%	0.9%	0.7%		0.8%

Observaciones :


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANtera : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132838 / E 803675 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
TRINCHERA : T-1 HECHO POR: J.L.Q.M.
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

MUESTRA	1	
GRADACIÓN	"A"	
Nº DE ESFERAS	12	
TAMIZ (Nº)	12	
1"	1,250	
3/4"	1,250	
1/2"	1,250	
3/8"	1,250	
PESO TOTAL	5,000	
MATERIAL RETENIDO TAMIZ Nº 12	3,526	
PORCENTAJE DE DESGASTE	29.5	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP Nº 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte Nº 750, Ofic. N 501- SMP





**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EQUIVALENTE DE ARENA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DATOS DE LA MUESTRA

CANtera : SALOME
COORDENADAS : N 9132838 / E 803675
TRINCHERA : T-1
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD: 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M.
FECHA: 19/07/2021

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)	4.76	4.76	4.76
Hora de entrada a saturación	12:55	12:57	12:59
Hora de salida de saturación (mas 10")	13:05	13:07	13:09
Hora de entrada a decantación	13:07	13:09	13:11
Hora de salida de decantación (mas 20")	13:27	13:29	13:31
Altura máxima de material fino	6.6	6.3	6.4
Altura máxima de la arena	2.8	2.7	2.7
Equivalente de Arena (%)	42.4	42.9	42.2
PROMEDIO		43	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP Nº 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte Nº 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (PÉRDIDA POR IGNICIÓN)

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 116, AASHTO T 267

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132838 / E 803675
TRINCHERA : T- 1
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
HECHO POR : J.L.Q.M.
FECHA : 19/07/2021

ENSAYO N°		1	2		
Tara N°		T-12	T-13		
Peso de la tara y suelo seco, antes de ignición		102.67	103.55		
Peso de la tara y suelo seco, después de ignición	(gr)	102.42	103.39		
Peso de materia orgánica	(gr)	0.25	0.16		
Peso de la tara	(gr)	82.83	82.70		
Peso del suelo seco neto	(gr)	19.59	20.69		
Contenido de Materia Orgánica	(%)	1.28	0.77		
Promedio Contenido de Materia Orgánica	(%)		1.02		

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofc. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA: LI-116
COORDENADAS : N 9132850 / E 823678 PROFUNDIDAD: 0.00 -3.00
TRINCHERA : T- 2 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M- 1 FECHA: 19/07/2021

ENSAYO N°		1		
N° DE TARA		T-61		
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(gr)	5354.1		
PESO TARA + SUELO SECO	(gr)	5085.0		
PESO DE LA TARA	(gr)	454.8		
PESO DEL AGUA	(gr)	269.1		
PESO DE L SUELO SECO	(gr)	4630.2		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	5.81		
HUMEDAD NATURAL	(%)		5.8	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

LÍMITES DE CONSISTENCIA - MALLA N°40

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132850 / E 823678 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 TRINCHERA : T- 2 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M- 1 FECHA: 19/07/2021

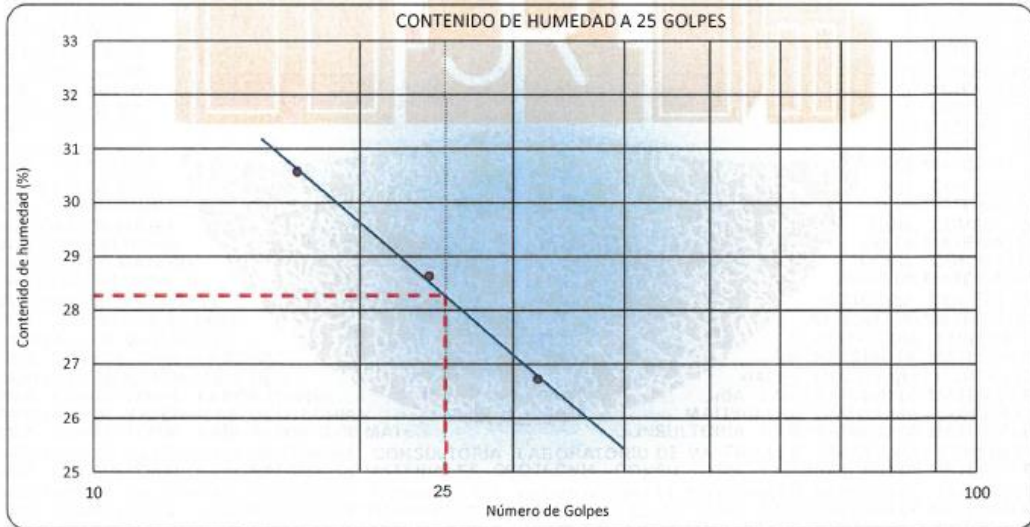
LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)

N° DE TARA		T-31	T-44	T-01
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)		49.59	49.19	47.97
PESO TARA + SUELO SECO (gr)		44.58	44.26	43.70
PESO DEL AGUA (gr)		5.01	4.93	4.27
PESO DE LA TARA (gr)		28.19	27.04	27.72
PESO DE L SUELO SECO (gr)		16.39	17.22	15.98
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		30.57	28.63	26.72
NUMERO DE GOLPES		17	24	32

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)

N° DE TARA		T-49	T-05
PESO TARA + SUELO HÚMEDO (gr)		37.73	39.32
PESO TARA + SUELO SECO (gr)		35.79	37.38
PESO DE LA TARA (gr)		26.88	28.39
PESO DEL AGUA (gr)		1.84	1.94
PESO DE L SUELO SECO (gr)		8.91	8.99
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		21.77	21.58

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO (%)	28
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	6

OBSERVACIONES

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL.
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

PROCTOR MODIFICADO

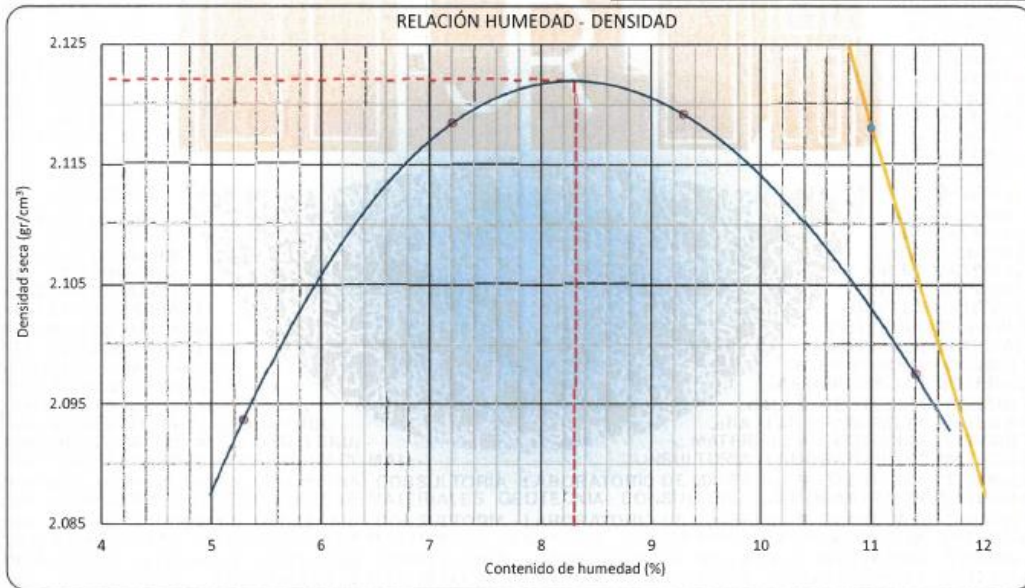
NORMAS TÉCNICAS: MTC E115, ASTM D 1557, AASHTO T 180

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132850 / E 823678 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 TRINCHERA : T- 2 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

Ensayo N°	1	2	3	4
Número de Capas	5	5	5	5
Golpes de Pisón por Capa	56	56	56	56
Peso suelo húmedo + molde (gr)	10884	11025	11120	11163
Peso molde + base (gr)	6233	6233	6233	6233
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4651	4792	4887	4930
Volumen del molde (cm ³)	2110	2110	2110	2110
Peso volumétrico húmedo (gr/cm ³)	2.204	2.271	2.316	2.336
Tara N°	T-102	T-103	T-104	T-87
Peso del suelo húmedo + tara (gr)	922.2	1027.7	1012.1	973.2
Peso del suelo seco + tara (gr)	883.0	966.9	940.0	892.0
Peso de Tara (gr)	142.0	123.0	164.0	179.5
Peso de agua (gr)	39.2	60.8	72.1	81.2
Peso del suelo seco (gr)	741.0	843.9	776.0	712.5
Contenido de agua (%)	5.3	7.2	9.3	11.4
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	2.094	2.118	2.119	2.097
Densidad máxima (gr/cm ³)				2.122
Húmedad óptima (%)				8.3



Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurella Barzola Susano
 SOLEDAD AURELLA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132850 / E 823678 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 TRINCHERA : T-2 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

COMPACTACIÓN

Molde N°	204		203		202	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	56		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	13340	13425	13140	13222	12907	12982
Peso de molde + base (gr)	8408	8408	8378	8378	8329	8329
Peso del suelo húmedo (gr)	4932	5017	4762	4844	4578	4653
Volumen del molde (cm ³)	2135	2135	2129	2129	2131	2131
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.310	2.350	2.237	2.275	2.148	2.183
N° Tara	T-112	T-93	T-41	T-47	T-52	T-61
Peso suelo húmedo + tara (gr)	881.0	734.2	807.0	880.8	704.0	553.5
Peso suelo seco + tara (gr)	823.1	682.0	754.6	809.4	659.1	544.3
Peso de tara (gr)	133.0	174.9	138.0	122.0	124.0	454.8
Peso de agua (gr)	57.9	52.2	52.4	71.4	44.9	9.2
Peso de suelo seco (gr)	690.1	507.1	616.6	687.4	535.1	89.5
Contenido de humedad (%)	8.4	10.3	8.5	10.4	8.4	10.3
Densidad seca (gr/cm ³)	2.131	2.131	2.062	2.061	1.982	1.980
	100		97		93	


EXPANSIÓN

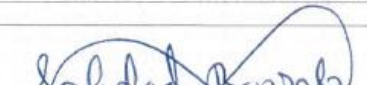
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	09:40	0	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
13/07/2021	09:40	24	49	0.490	0.42	57	0.570	0.49	63	0.630	0.54
14/07/2021	09:40	48	51	0.510	0.44	62	0.620	0.53	63	0.630	0.54
15/07/2021	09:40	72	55	0.550	0.47	70	0.700	0.60	96	0.960	0.82
16/07/2021	09:40	96	56	0.560	0.48	70	0.700	0.60	96	0.960	0.82

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 204			MOLDE N° 203			MOLDE N° 202				
		CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %		
0.000			0			0				0		
0.635			151			101				71		
1.270			343			201				151		
1.905			487			391				251		
2.540	70.5		688	644.0	46.6	533	499.2	36.1		351	358.0	25.9
3.810			893			755				601		
5.080	105.7		1124	1125.0	54.2	1000	1011.8	48.8		851	876.5	42.2
6.350			1324			1246				1152		
7.620			1547			1456				1252		
10.600			1896			1790				1652		
12.700			2258			2102				1946		

Observaciones :


 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD ARELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

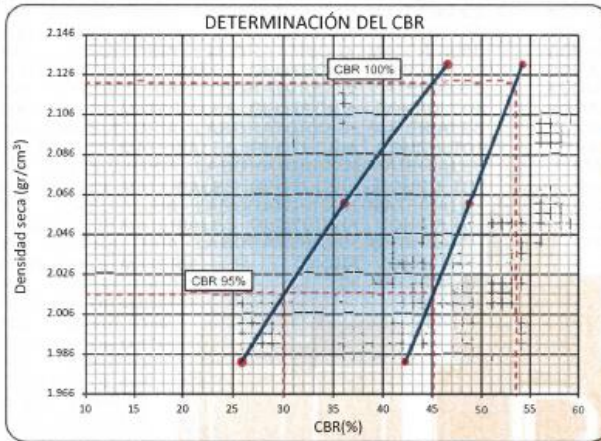
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132850 / E 823678
TRINCHERA : T-2
MUESTRA : M-1

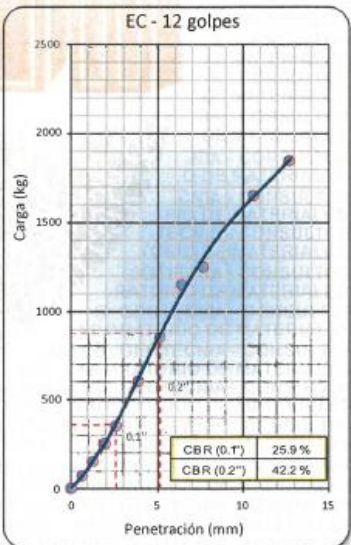
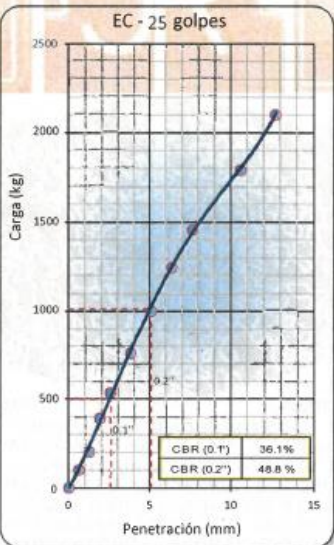
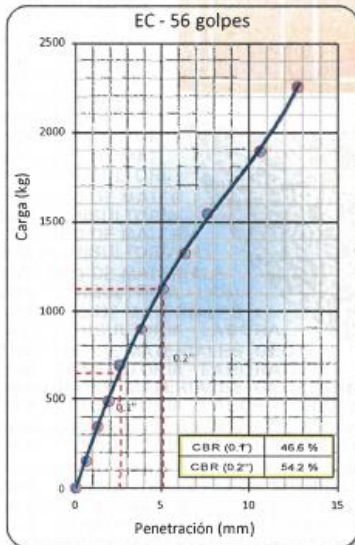
RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	: 1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.122
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%): 8.3
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.016

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	30.0	0.2"	45.1
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	45.1	0.2"	53.5

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

GRAVEDAD ESPECÍFICA

NORMA MTC E 206, ASTM C 127, ASSTHO T 85

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132850 / E 823678
TRINCHERA : T- 2
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

AGREGADO GRUESO

MUESTRAS			Muestra 1	Muestra 2	Muestra 2	Promedio
A	Peso Mat. Sat. Superf. Seca (en aire)	gr	1,526.8	1,371.9		
B	Peso Mat. Sat. Superf. Seca (en agua)	gr	940.5	849.8		
C	Volumen de Masa + Volumen de Vacios	cm3	586.3	522.1		
D	Peso Material Seco en Estufa (105°C)	gr	1,503.4	1,355.6		
E	Volumen de Masa = C-(A-D)	cm3	562.90	505.80		
	Peso Especifico (Base Seca) = D/C	gr/cm3	2.564	2.596		2.580
	Peso Especifico (Base Saturada) = A/C	gr/cm3	2.604	2.626		2.616
	Peso Especifico Aparente (Base Seca) = D/E	gr/cm3	2.671	2.680		2.675
	Porcentaje de Absorcion = ((A-D) / D) x 100	%	1.6%	1.2%		1.4%

Observaciones :


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP





**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 207, ASTM C 131, AASHTO T 96

DATOS DE LA MUESTRA


"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO --
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132850 / E 823678 PROFUNDIDAD : 0,00 -3,00
TRINCHERA : T-2 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021

MUESTRA	1	
GRADACIÓN	"A"	
Nº DE ESFERAS	12	
TAMIZ (Nº)	12	
1"	1,250	
3/4"	1,250	
1/2"	1,250	
3/8"	1,250	
PESO TOTAL	5,000	
MATERIAL RETENIDO TAMIZ Nº 12	3,526	
PORCENTAJE DE DESGASTE	29.5	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EQUIVALENTE DE ARENA
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 114, ASTM D 2419, AASHTO T 176

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA : SALOME
COORDENADAS : N 9132850 / E 823678
TRINCHERA : T-2
MUESTRA : M-1

RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD: 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021

Nº DE ENSAYOS	1	2	3
Tamaño máximo (pasa malla Nº 4)	4.76	4.76	4.76
Hora de entrada a saturación	01:40	01:42	01:44
Hora de salida de saturación (mas 10")	01:50	01:52	01:54
Hora de entrada a decantación	01:52	01:54	01:56
Hora de salida de decantación (mas 20")	02:12	02:14	02:16
Altura máxima de material fino	7.0	7.5	7.2
Altura máxima de la arena	2.6	2.6	2.5
Equivalente de Arena (%)	37.1	34.7	34.7
PROMEDIO		37	

Observaciones:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP Nº 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte Nº 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA (PÉRDIDA POR IGNICIÓN)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 118, AASHTO T 267

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO –
RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DATOS DE LA MUESTRA

CANTERA	: SALOME	RUTA	: LI-116
COORDENADAS	: N 9132850 / E 823678	PROFUNDIDAD	: 0.00 -3.00
TRINCHERA	: T- 2	HECHO POR	: J.L.Q.M
MUESTRA	: M-1	FECHA	: 19/07/2021

ENSAYO N°	1	2		
Tara N°	T-13	T-14		
Peso de la tara y suelo seco, antes de ignición	107.72	108.19		
Peso de la tara y suelo seco, después de ignición (gr)	107.59	108.02		
Peso de materia orgánica (gr)	0.13	0.17		
Peso de la tara (gr)	82.70	83.44		
Peso del suelo seco neto (gr)	24.89	24.58		
Contenido de Materia Orgánica (%)	0.52	0.69		
Promedio Contenido de Materia Orgánica (%)		0.61		

Observaciones:




José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



Anexo 06.4. Ensayos a muestras Estabilizadas.

a) Ensayos a muestras con PROES 100



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
CALICATA : C-01 / T-01 / T-02 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021
BASE ESTABILIZADA : PROES
DOSIFICACIÓN : 0.26 lt/m³ (PROES 100)

COMPACTACIÓN

	245		246		247	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	245		246		247	
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	13045		12603		12395	
Peso de molde + base (gr)	8068		7901		7808	
Peso del suelo húmedo (gr)	4977		4702		4587	
Volumen del molde (cm ³)	2147		2115		2139	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.318		2.223		2.145	
N° Tara	T-22		T-24		T-25	
Peso suelo húmedo + tara (gr)	603.2		607.2		602.9	
Peso suelo seco + tara (gr)	561.2		564.3		559.8	
Peso de tara (gr)	63.0		72.1		70.5	
Peso de agua (gr)	42.0		42.9		43.1	
Peso de suelo seco (gr)	478.2		492.2		489.3	
Contenido de humedad (%)	8.8		8.7		8.8	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.131		2.045		1.971	
	100		96		92	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	01:30	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
13/07/2021	01:30	24	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
14/07/2021	01:30	48	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
15/07/2021	01:30	72	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
16/07/2021	01:30	96	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 245						MOLDE N° 246				MOLDE N° 247				
		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN		CARGA		CORRECCIÓN				
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%			
0.000			0													
0.635			281					232					189			
1.270			454					370					295			
1.905			695					566					456			
2.540	70.5		947	902.2	65.2			760	728.9	52.7			608	586.8	42.4	
3.810			1207					967					785			
5.080	105.7		1623	1566.3	75.5			1309	1260.3	60.7			1053	1012.2	48.8	
6.350			1821					1467					1171			
7.620			2172					1744					1405			
10.600			2458					1971					1581			
12.700			2692					2158					1728			

Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 47689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

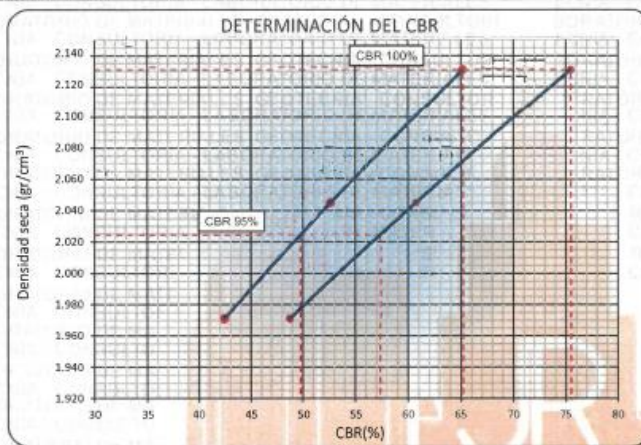
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

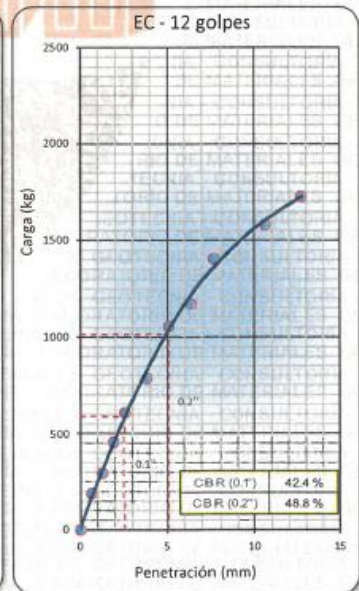
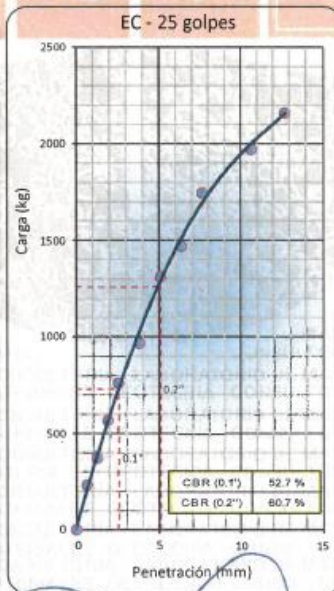
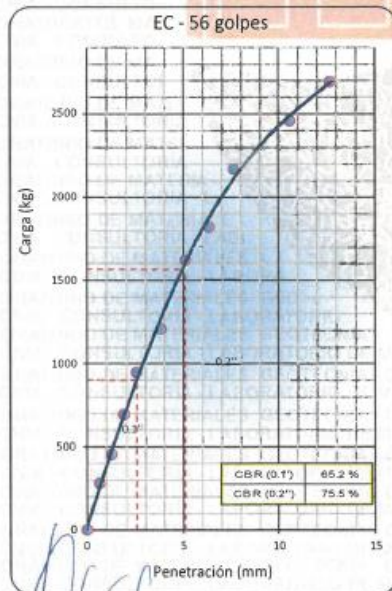
CANTERA	: SALOME	RUTA	: LI-116
COORDENADAS	: N 9132829 / E 823670	PROFUNDIDAD	: 0.00 -3.00
CALICATA	: C-01 / T-01 / T-02	HECHO POR:	: J.L.Q.M
MUESTRA	: M-1	FECHA:	: 19/07/2021
BASE ESTABILIZADA	: PROES		
DOSIFICACIÓN	: 0.26 lt/m ³ (PROES 100)		



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm ³) 2.131
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) 8.8
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm ³) 2.024

PORCENTAJE DEL CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	49.8
	0.2"	57.3
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	65.2
	0.2"	75.5

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Téc. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA	: SALOME	RUTA	: LI-116
COORDENADAS	: N 9132829 / E 823670	PROFUNDIDAD	: 0.00 -3.00
CALICATA	: C-01 / T-01 / T-02	HECHO POR	: J.L.Q.M
MUESTRA	: M-1	FECHA	: 19/07/2021
BASE ESTABILIZADA	: PROES		
DOSIFICACIÓN	: 0.28 lt/m ³ (PROES 100)		

COMPACTACIÓN

Molde N°	213		214		215	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12898		12624		12519	
Peso de molde + base (gr)	7947		7888		8035	
Peso del suelo húmedo (gr)	4951		4736		4484	
Volumen del molde (cm ³)	2132		2130		2124	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.322		2.223		2.111	
N° Tara	T-34		T-35		T-36	
Peso suelo húmedo + tara (gr)	603.6		607.7		612.9	
Peso suelo seco + tara (gr)	561.9		565.3		570.8	
Peso de tara (gr)	89.3		89.3		88.2	
Peso de agua (gr)	41.7		42.4		42.1	
Peso de suelo seco (gr)	472.6		476.0		482.6	
Contenido de humedad (%)	8.8		8.9		8.7	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.134		2.042		1.942	
	100		96		91	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	02:30	0	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
13/07/2021	02:30	24	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
14/07/2021	02:30	48	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
15/07/2021	02:30	72	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
16/07/2021	02:30	96	0.00	0.000	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 213			MOLDE N° 214			MOLDE N° 215			
		CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg %	
0.000			0			0			0		
0.635			327			264			182		
1.270			522			421			266		
1.905			820			662			432		
2.540	70.5		1100	1050.8	76.0	881	846.1	61.2	575	552.6	39.9
3.810			1403			1132			724		
5.080	105.7		1886	1816.0	87.5	1517	1459.2	70.3	971	936.3	45.1
6.350			2102			1684			1091		
7.620			2515			2019			1301		
10.600			2836			2272			1464		
12.700			3129			2508			1610		

Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

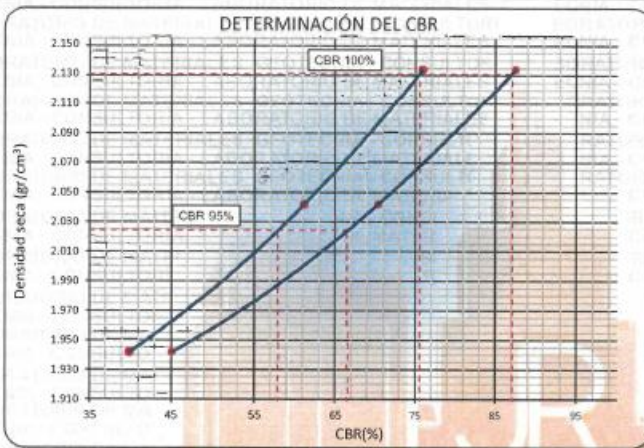
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANtera : SALOME
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670
CALICATA : C-01 / T-01 / T-02
MUESTRA : M-1
BASE ESTABILIZADA : PROES
DOSIFICACIÓN : 0.28 l/m³ (PROES 100)

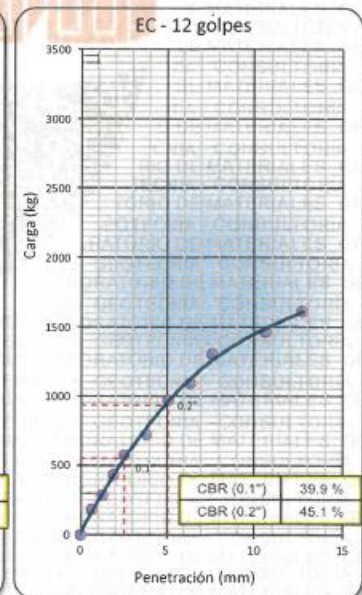
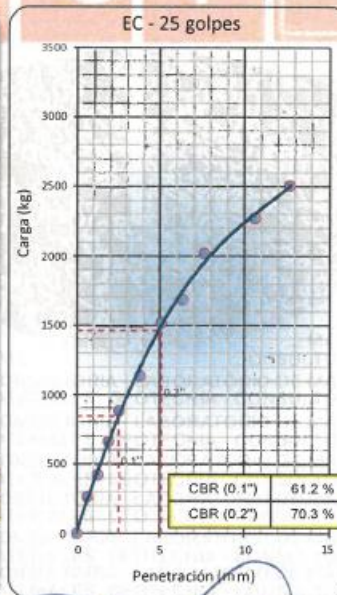
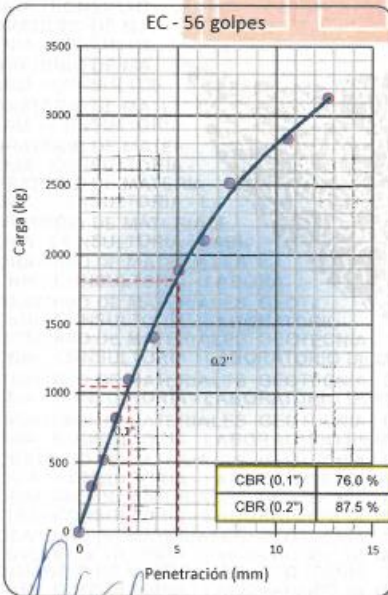
RUTA : LI-116
PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
HECHO POR: J.L.Q.M
FECHA: 19/07/2021



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.131
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.8
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.024

PORCENTAJE DEL CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	57.8
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	66.4
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	75.6
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.2"	87.1

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
CALICATA : C-01 / T-01 / T-02 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021
BASE ESTABILIZADA : PROES
DOSIFICACIÓN : 0.30 lt/m3 (PROES 100)

COMPACTACIÓN

Molde N°	205		206		207	
	N° Capas	5	N° Capas	5	N° Capas	5
N° golpes por capa	55		28		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12923		12873		12472	
Peso de molde + base (gr)	7980		8125		7923	
Peso del suelo húmedo (gr)	4943		4748		4549	
Volumen del molde (cm ³)	2131		2138		2129	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.320		2.221		2.137	
N° Tara	T-30		T-31		T-32	
Peso suelo húmedo + tara (gr)	591.1		591.3		614.0	
Peso suelo seco + tara (gr)	548.7		549.1		571.8	
Peso de tara (gr)	67.0		70.3		91.6	
Peso de agua (gr)	42.4		42.2		42.2	
Peso de suelo seco (gr)	481.7		478.8		480.2	
Contenido de humedad (%)	8.8		8.8		8.8	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.132		2.041		1.964	
	100		96		92	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	02:00	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
13/07/2021	02:00	24	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
14/07/2021	02:00	48	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
15/07/2021	02:00	72	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
16/07/2021	02:00	96	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm ²)	MOLDE N° 205			MOLDE N° 206			MOLDE N° 207			
		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		CARGA	CORRECCIÓN		
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	
0.000			0			0			0		
0.635			369			294			248		
1.270			581			472			383		
1.905			906			733			600		
2.540	70.5		1240	1177.1	85.1	996	948.0	68.5	801	768.3	55.5
3.810			1580			1272			1021		
5.080	105.7		2127	2051.1	98.8	1702	1645.2	79.3	1374	1319.5	63.6
6.350			2382			1912			1526		
7.620			2851			2285			1834		
10.600			3211			2579			2061		
12.700			3538			2843			2278		

Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

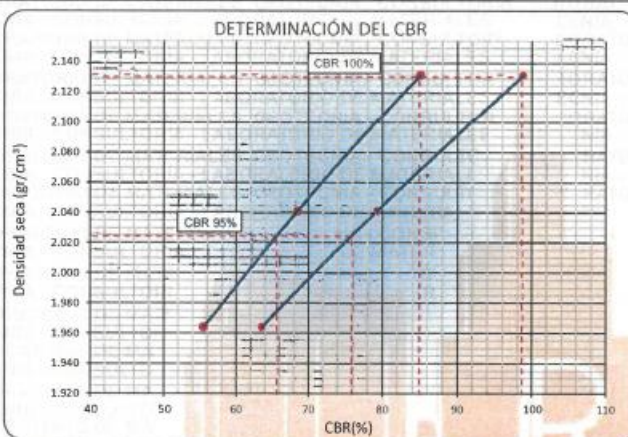
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

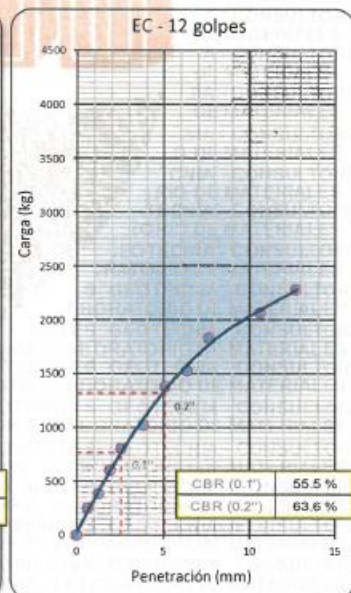
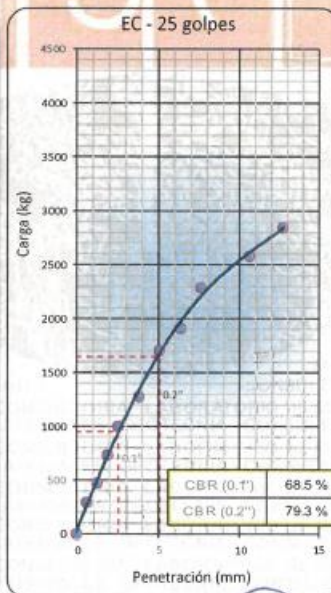
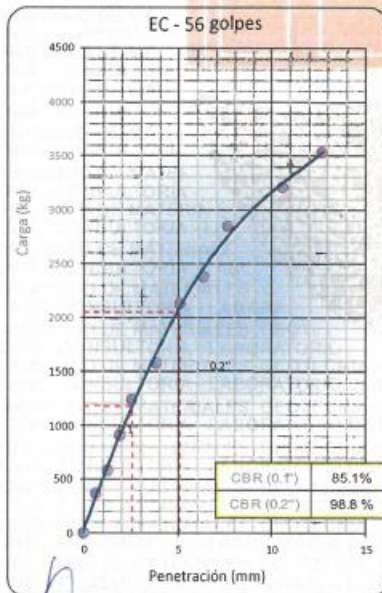
CANTERA	: SALOME	RUTA	: LI-116
COORDENADAS	: N 9132829 / E 823670	PROFUNDIDAD	: 0.00 -3.00
CALICATA	: C-01 / T-01 / T-02	HECHO POR:	: J.L.Q.M
MUESTRA	: M-1	FECHA:	: 19/07/2021
BASE ESTABILIZADA	: PROES		
DOSIFICACIÓN	: 0.30 lt/m3 (PROES 100)		



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³) 2.131
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%) 8.8
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³) 2.024

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	65.7	0.2"	75.8
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	84.0	0.2"	98.6

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jrgeoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP

b) Ensayos a muestras de aditivo PROES 100 + CEMENTO



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANtera : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 CALICATA : C-01 / T-01 / T-02 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021
 BASE ESTABILIZADA : PROES
 DOSIFICACIÓN : 0.26 lit/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)

COMPACTACIÓN

Molde N°	259		260		261	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12830		12575		12374	
Peso de molde + base (gr)	7921		7853		7890	
Peso del suelo húmedo (gr)	4909		4722		4494	
Volumen del molde (cm³)	2117		2133		2126	
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.319		2.214		2.114	
N° Tara	T-18		T-17		T-15	
Peso suelo húmedo + tara (gr)	593.6		604.9		603.7	
Peso suelo seco + tara (gr)	552.4		562.5		558.2	
Peso de tara (gr)	84.9		76.6		41.2	
Peso de agua (gr)	41.2		42.4		45.5	
Peso de suelo seco (gr)	467.5		485.9		517.0	
Contenido de humedad (%)	8.8		8.7		8.8	
Densidad seca (gr/cm³)	2.131		2.036		1.943	
	100		96		91	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	01:30	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
13/07/2021	01:30	24	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
14/07/2021	01:30	48	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
15/07/2021	01:30	72	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
16/07/2021	01:30	96	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 259			MOLDE N° 260			MOLDE N° 261			
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	
0.000			0			0			0		
0.635			437			390			350		
1.270			704			604			512		
1.905			1081			931			801		
2.540	70.5		1486	1402.4	101.4	1266	1209.5	87.4	1071	1031.9	74.6
3.610			1884			1622			1379		
5.080	105.7		2535	2441.1	117.6	2160	2087.5	100.6	1832	1769.8	85.3
6.350			2832			2421			2056		
7.620			3390			2885			2462		
10.600			3828			3253			2786		
12.700			4201			3594			3055		

Observaciones :

José Luis Quispe Mendoza
 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

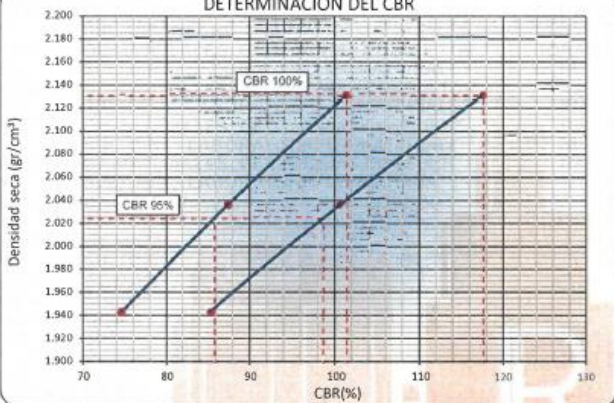
RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 CALICATA : C-01 / T-01 / T-02 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021
 BASE ESTABILIZADA : PROES
 DOSIFICACIÓN : 0.26 lt/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)

DETERMINACIÓN DEL CBR



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO

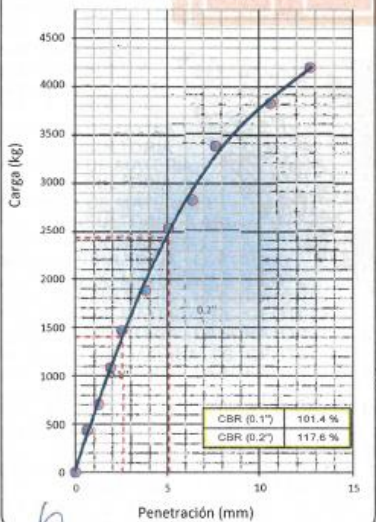
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.131
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%): 8.8
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.024

PORCENTAJE DEL CBR

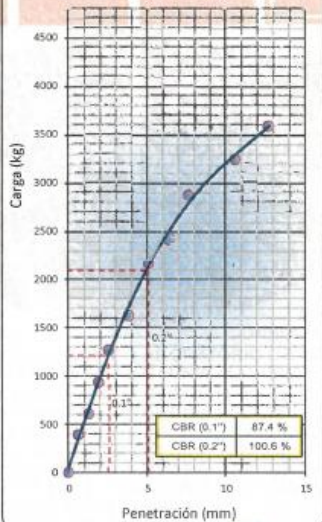
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	85.8	0.2"	98.8
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	101.3	0.2"	117.6

Observaciones:

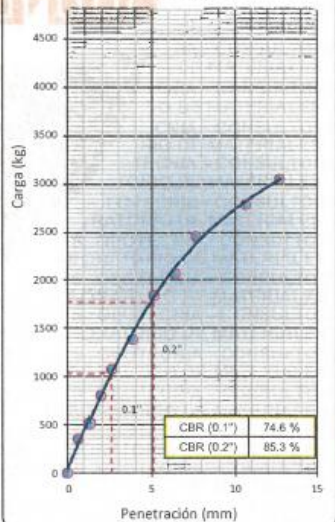
EC - 56 golpes



EC - 25 golpes



EC - 12 golpes



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Téc. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



**GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
CALICATA : C-01 / T-01 / T-02 HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021
BASE ESTABILIZADA : PROES
DOSIFICACIÓN : 0.28 lt/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)

COMPACTACIÓN

Molde N°	259		260		261	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12827		12569		12372	
Peso de molde + base (gr)	7921		7853		7880	
Peso del suelo húmedo (gr)	4906		4716		4492	
Volumen del molde (cm³)	2117		2133		2126	
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.317		2.211		2.113	
N° Tara	T-21		T-37		T-24	
Peso suelo húmedo + tara (gr)	586.8		641.2		483.3	
Peso suelo seco + tara (gr)	545.6		597.4		450.1	
Peso de tara (gr)	77.4		93.9		72.1	
Peso de agua (gr)	41.2		43.8		33.2	
Peso de suelo seco (gr)	468.2		503.5		378.0	
Contenido de humedad (%)	8.8		8.7		8.8	
Densidad seca (gr/cm³)	2.130		2.034		1.942	
	100		95		91	

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	02:00	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
13/07/2021	02:00	24	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
14/07/2021	02:00	48	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
15/07/2021	02:00	72	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
16/07/2021	02:00	96	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 259			MOLDE N° 260			MOLDE N° 261		
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.000		0			0			0		
0.635		453			393			349		
1.270		720			614			523		
1.905		1132			971			832		
2.540	70.5	1540	1464.3	105.8	1322	1255.2	90.7	1135	1073.3	77.6
3.810		1972			1689			1428		
5.080	105.7	2647	2555.5	123.2	2259	2179.2	105.0	1926	1857.1	89.5
6.350		2968			2526			2161		
7.620		3557			3042			2585		
10.600		4012			3422			2924		
12.700		4421			3759			3222		

Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Aurelia Barzola Susano
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



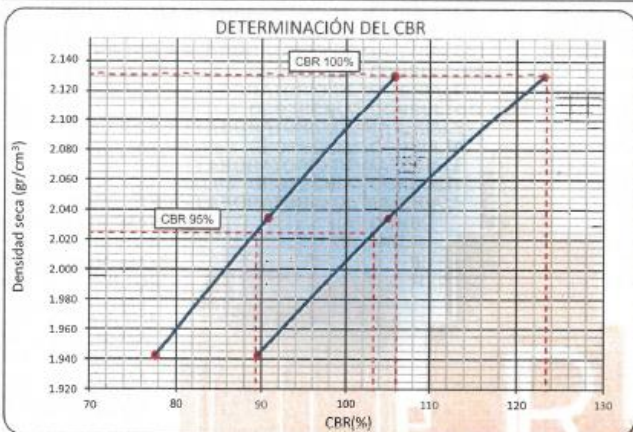
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

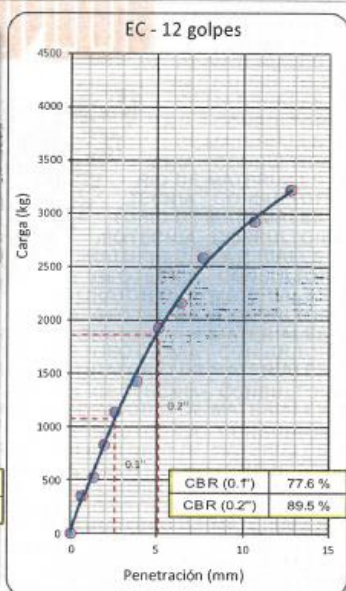
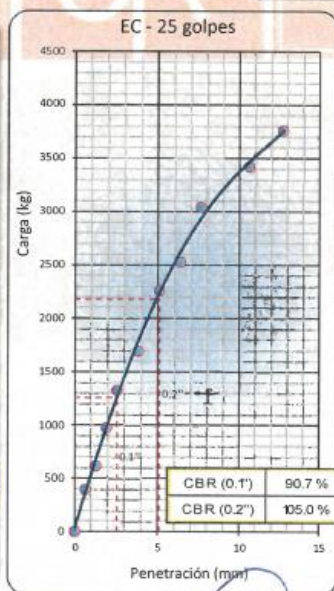
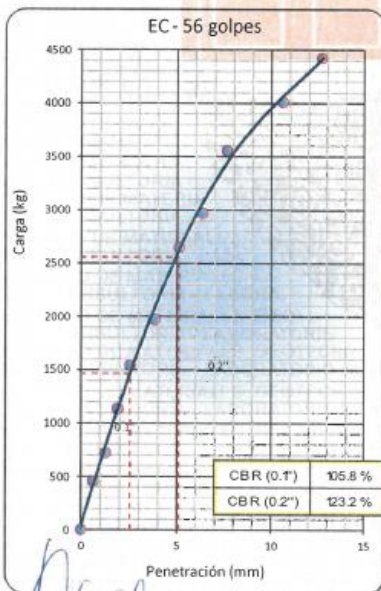
CANTERA : SALOME RUTA : LI-116
 COORDENADAS : N 9132829 / E 823670 PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
 CALICATA : C-01 / T-01 / T-02 HECHO POR: J.L.Q.M
 MUESTRA : M-1 FECHA: 19/07/2021
 BASE ESTABILIZADA : PROES
 DOSIFICACIÓN : 0.28 lt/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.131
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	8.8
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.024

PORCENTAJE DEL CBR		
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	89.3
	0.2"	103.3
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	106.0
	0.2"	123.3

Observaciones:



Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos

SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jrgeoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

CANTERA	: SALOME	RUTA : LI-116
COORDENADAS	: N 9132829 / E 823670	PROFUNDIDAD : 0.00 -3.00
CALICATA	: C-01 / T-01 / T-02	HECHO POR: J.L.Q.M
MUESTRA	: M-1	FECHA: 19/07/2021
BASE ESTABILIZADA	: PROES	
DOSIFICACIÓN	: 0.30 It/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)	

COMPACTACIÓN

	259		260		261	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	259		260		261	
N° Capas	5		5		5	
N° golpes por capa	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12632		12569		12372	
Peso de molde + base (gr)	7921		7853		7880	
Peso del suelo húmedo (gr)	4911		4716		4492	
Volumen del molde (cm³)	2117		2133		2126	
Densidad húmeda (gr/cm³)	2.320		2.211		2.113	
N° Tara	T-28		T-29		T-30	
Peso suelo húmedo + tara (gr)	600.2		622.9		584.1	
Peso suelo seco + tara (gr)	558.4		578.2		542.3	
Peso de tara (gr)	84.0		69.6		67.0	
Peso de agua (gr)	41.8		44.7		41.8	
Peso de suelo seco (gr)	474.4		508.6		475.3	
Contenido de humedad (%)	8.8		8.8		8.8	
Densidad seca (gr/cm³)	2.132		2.033		1.942	
	100		95		91	


EXPANSIÓN


FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/07/2021	02:30	0	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
13/07/2021	02:30	24	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
14/07/2021	02:30	48	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
15/07/2021	02:30	72	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00
16/07/2021	02:30	96	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N° 259				MOLDE N° 260				MOLDE N° 261			
		CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg	%	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg	%	CARGA Dial (div)	kg	CORRECCIÓN kg	%
0.000			0			0				0			
0.635			507			454				378			
1.270			797			689				600			
1.905			1264			1067				922			
2.540	70.5		1696	1622.0	117.3	1451	1390.1	100.5		1245	1190.4	86.1	
3.810			2177			1869				1585			
5.080	105.7		2930	2822.1	136.0	2502	2405.9	115.9		2137	2052.0	98.9	
6.350			3271			2781				2377			
7.620			3914			3349				2865			
10.600			4416			3767				3201			
12.700			4874			4148				3523			

Observaciones:


 José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


 SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofc. N 501- SMP

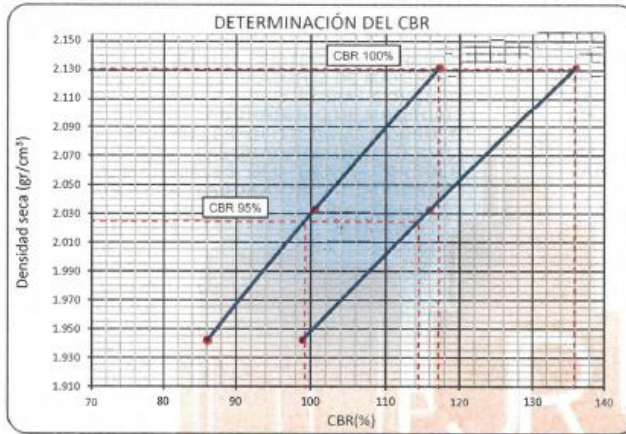


RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 132, ASTM D 1883, AASHTO T 193

DATOS DE LA MUESTRA

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

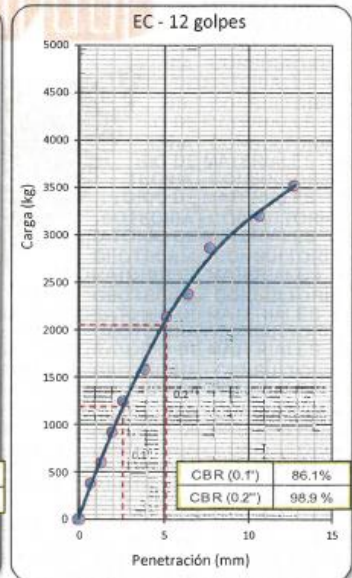
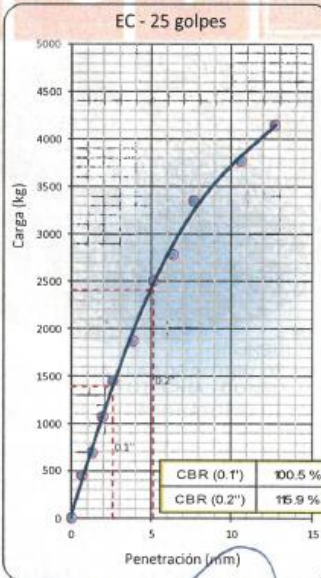
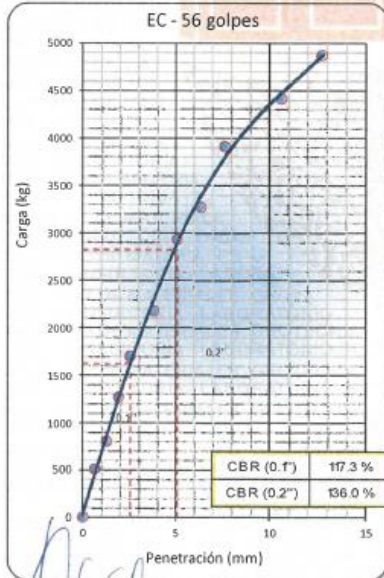
CANTERA	: SALOME	RUTA	: LI-116
COORDENADAS	: N 9132829 / E 823670	PROFUNDIDAD	: 0.00 -3.00
CALICATA	: C-01 / T-01 / T-02	HECHO POR:	J.L.Q.M
MUESTRA	: M-1	FECHA:	19/07/2021
BASE ESTABILIZADA	: PROES		
DOSIFICACIÓN	: 0.30 lt/m3 (PROES 100) + 45 Kg/m3 (Cemento Portland)		



DATOS DEL PROCTOR MODIFICADO	
PROCTOR MODIFICADO ASTM	: 1557
MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.131
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	(%): 8.8
95% DE LA MÁXIMA DENSIDAD SECA	(gr/cm³): 2.024

PORCENTAJE DEL CBR				
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	99.2	0.2"	114.4
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	117.1	0.2"	135.8

Observaciones:




Observaciones:

José Luis Quispe Mendoza
Téc. Laboratorio de Mecánica de Suelos

Soledad Barzola
SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP

c) Ensayos de Resistencia a la Compresión no Confinada

 GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.		"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"											
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO													
COMPRESIÓN NO CONFINADA ASTM 2166, MTC E-121													
DATOS DE LA MUESTRA:													
CANERA	:	SALOME	RUTA	:	LI-116	INFORME N°:							
COORDENADAS	:	N 9132629 / E 823670	HECHO POR	:	J.L.Q.M	HOJA N°:							
CALICATA	:	C-01 / T-01 / T-02	FECHA	:	28/07/2021								
MUESTRA	:	9											
BASE ESTABILIZADA	:	PROES 100 + CEMENTO											
DOSIFICACIÓN	:	0.28 l/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)											
	:	0.28 l/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)											
	:	0.30 l/m ³ (PROES 100) + 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)											
DATOS GENERALES													
Id Muestra	Porcentaje de Cemento (%)	Porcentaje de Aditivo (l/m ³)	Tipo de suelo	Capa de la estructura	Tipo de cemento	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Resistencia requerida kg/cm	Tipo de proctor	Densidad seca máxima (g/cm ³)	%w optima	CBR
M-1	2%	0.26	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-2	2%	0.26	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-3	2%	0.26	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-4	2%	0.28	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	28-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-5	2%	0.28	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	28-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-6	2%	0.28	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-07-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-7	2%	0.30	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-8	2%	0.30	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-9	2%	0.30	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
ENSAYOS DE COMPRESION SUELO - PROES 100 + CEMENTO													
Id Muestra	Masa	Ø (cm)	Altura	Área (cm ²)	Densidad seca	Lectura prensa (KN)	Resistencia a la compresión			Observaciones			
	M 1	Ø 1	h 1	Área 1	D 1	KN-1	kg/cm ² 1	Prom. kg/cm	% Rcr				
M-1	2152	10	11.8	78.5	2.134	24.5	31.8	32	179%				
M-2	2159	10	11.8	78.5	2.141	25.1	32.6						
M-3	2155	10	11.8	78.5	2.137	24.9	32.3						
M-4	2160	10	11.8	78.5	2.142	28.6	37.2	37	206%				
M-5	2161	10	11.8	78.5	2.143	28.3	36.8						
M-6	2158	10	11.8	78.5	2.140	28.7	37.3						
M-7	2165	10	11.8	78.5	2.147	30.1	39.1	39	219%				
M-8	2168	10	11.8	78.5	2.150	30.5	39.6						
M-9	2170	10	11.8	78.5	2.152	30.3	39.4						

Comentarios:


José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

COMPRESIÓN NO CONFINADA

ASTM 2166, MTC E-121

DATOS DE LA MUESTRA:

CANTERA	SALOME	RUTA	LI-116	INFORME N°:	
COORDENADAS	N 9132829 / E 823670	HECHO POR	J.L. Q.M	HOJA N°:	
CALICATA	C-01 / T-01 / T-02	FECHA	26/07/2021		
MUESTRA	9				
BASE ESTABILIZADA	CEMENTO				
DOSIFICACIÓN	2 % de Cemento o 45 Kg/m ³ (Cemento Portland)				
	3 % de Cemento o 67.5 Kg/m ³ (Cemento Portland)				
	4 % de Cemento o 90 Kg/m ³ (Cemento Portland)				

DATOS GENERALES

Id Muestra	Porcentaje de Cemento (%)	Porcentaje de Aditivo (lit/m ³)	Tipo de suelo	Capa de la estructura	Tipo de cemento	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Resistencia requerida kg/cm	Tipo de proctor	Densidad seca máxima (g/cm	%w óptima	CBR
M-1	2%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-2	2%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-3	2%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-4	3%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-5	3%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-6	3%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-7	4%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-8	4%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-9	4%	-	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-

ENSAYOS DE COMPRESION SUELO - CEMENTO

Id Muestra	Masa	Ø (cm)	Altura	Área (cm ²)	Densidad seca	Lectura prensa (KN)	Resistencia a la compresión			Observaciones
	M ₁	Ø ₁	h ₁	Área ₁	D ₁	KN-1	kg/cm ² ₁	Prom. kg/cm	% Rcr	
M-1	2158	10	11.8	78.5	2.140	12.6	16.4	17	92%	
M-2	2161	10	11.8	78.5	2.143	12.9	16.8			
M-3	2160	10	11.8	78.5	2.142	12.7	16.5			
M-4	2164	10	11.8	78.5	2.146	18.4	23.9	24	133%	
M-5	2165	10	11.8	78.5	2.147	18.6	24.2			
M-6	2169	10	11.8	78.5	2.151	18.1	23.5			
M-7	2169	10	11.8	78.5	2.151	24.4	31.7	32	179%	
M-8	2171	10	11.8	78.5	2.153	24.9	32.3			
M-9	2172	10	11.8	78.5	2.154	25.1	32.6			

Comentarios:


José Luis Quispe Mendoza
 Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
 r.diaz@jrgeoconsultores.com
 jr.geoconsultores@gmail.com
 proyectos@jrgeoconsultores.com
 Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP



GEOCONSULTORES E
INGENIEROS S.R.L.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON
CEMENTO Y ACEITE SULFONADO - RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

COMPRESIÓN NO CONFINADA

ASTM 2166, MTC E-121

DATOS DE LA MUESTRA:

CANTERA	SALOME	RUTA	LI-116	INFORME N°:	
COORDENADAS	N 9132829 / E 823670	HECHO POR	J.L.Q.M	HOJA N°:	
CALICATA	C-01 / T-01 / T-02	FECHA	26/07/2021		
MUESTRA	9				
BASE ESTABILIZADA	PROES				
DOSIFICACIÓN	0.26 l/m ³ (PROES 100)				
	0.28 l/m ³ (PROES 100)				
	0.30 l/m ³ (PROES 100)				

DATOS GENERALES

Id Muestra	Porcentaje de Cemento (%)	Porcentaje de Aditivo (l/m ³)	Tipo de suelo	Capa de la estructura	Tipo de cemento	Fecha de elaboración	Fecha de ensayo	Edad (días)	Resistencia requerida kg/cm	Tipo de proctor	Densidad seca máxima (g/cm)	%w optima	CBR
M-1	-	0.26	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-2	-	0.26	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-3	-	0.26	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-4	-	0.28	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-5	-	0.28	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-6	-	0.28	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-07-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-7	-	0.30	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-8	-	0.30	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-
M-9	-	0.30	GM	Afirmado	C-TI	19-Jul-21	26-Jul-21	7	18	modificado	2.131	8.8	-

ENSAYOS DE COMPRESION SUELO - PROES 100

Id Muestra	Masa	Ø (cm)	Altura	Área (cm ²)	Densidad seca	Lectura prensa (KN)	Resistencia a la compresión			Observaciones	
	M 1	Ø 1	h 1	Área 1	D 1	KN-1	kg/cm ² 1	Prom. kg/cm	% Rcr		
M-1	2154	10	11.8	78.5	2.136	10.4	13.5	14	77%		
M-2	2157	10	11.8	78.5	2.139	10.6	13.8				
M-3	2153	10	11.8	78.5	2.135	10.9	14.2				
M-4	2162	10	11.8	78.5	2.144	11.9	15.5	15	86%		
M-5	2163	10	11.8	78.5	2.145	12.1	15.7				
M-6	2163	10	11.8	78.5	2.145	11.7	15.2				
M-7	2171	10	11.8	78.5	2.153	13.0	16.9	17	93%		
M-8	2174	10	11.8	78.5	2.156	12.9	16.8				
M-9	2172	10	11.8	78.5	2.154	12.8	16.6				

Comentarios:


José Luis Quispe Mendoza
Tec. Laboratorio de Mecánica de Suelos


SOLEDAD AURELIA BARZOLA SUSANO
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 67689

982 840 339 / 956 363 147
r.diaz@jrgeoconsultores.com
jr.geoconsultores@gmail.com
proyectos@jrgeoconsultores.com
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP

Anexo 06.5. Fichas Técnicas de Estabilizantes.

FICHA TECNICA DE PROES 100



FICHA TÉCNICA



i. Tecnología PROES

El proceso PROES® de estabilización química de suelos (patentado) trata el suelo natural transformándolo en una base impermeable, resistente (CBR > 100%) y flexible.

Este proceso ocupa:

- El suelo natural con plasticidad
- El aditivo líquido PROES, que actúa por ionización y ordena las partículas del suelo.
- Aditivo sólido que sirve como aglomerante.

La base generada con PROES aporta toda la capacidad estructural necesaria, por lo que requiere de una carpeta de rodado sólo como protección de la abrasión producida por el tráfico y según el estándar de operación esperado.

ii. Consideraciones de uso.

- Se deben asegurar condiciones de homogeneidad y composición adecuada en el suelo a tratar de acuerdo a estudios y especificaciones de acuerdo a PROES.
- Al suelo a tratar se debe agregar un aditivo sólido, el cuál consiste en cemento u otro filler gestionable localmente.
- El aditivo líquido PROES se agrega al suelo en dosis de 0,30 a 0,35 lt/m³ de suelo estabilizado. La aplicación se realiza utilizando un camión aljibe, donde se diluye el aditivo PROES en agua previo a su aplicación.
- La finalización del proceso contempla revolver y extender el suelo tratado con motoniveladora, y luego el compactado con rodillo vibratorio. Este proceso debe realizarse en las 4 horas inmediatamente posteriores al riego.

iii. Condiciones de transporte del aditivo líquido

Envase : Estanque HDPE anillado de 55 galones 200 litros, sellado, diámetro 595 mm, altura 888 mm (ver ilustración adjunta).

Transporte: : los estanques se movilizan en pallets de 1000mm x 1200 mm.



iv. Condiciones químicas del aditivo líquido

División de riesgo : Clase 8 - Líquido corrosivo

Código UN : NU 3256

Estado físico : líquido de color oscuro y apariencia oleosa

Peso específico : 1,15

pH : 1 a 1,5 en estanque, 4 a 6 en aplicación según dilución.

Estabilidad : producto estable a temperatura ambiente, mantener bajo 100°C

Fecha de caducación : no tiene

FICHA TECNICA DE CEMENTO PORTLAND TIPO I



DESCRIPCIÓN

Cemento Portland Tipo I. Gracias a su nuevo diseño de Clinker, se logra un concreto más durable brindando alta resistencia a todas las edades.



USOS

- Cemento de uso general.

ATRIBUTOS

Diseño que supera los requisitos de la normas nacionales

Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

RECOMENDACIONES



Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.



Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.

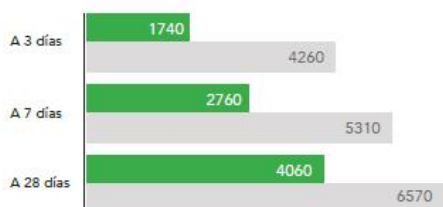


Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Resistencia a la compresión (psi)

■ Resultado Promedio ■ Requisito mínimo NTP 334.009 / ASTM C150



Cemento Portland tipo I

Requisitos Normalizados

NTP 334.009 / ASTM C150

REQUERIMIENTOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO ₃	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

REQUERIMIENTOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADO
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm ² /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días ⁽¹⁾	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

(1) Requisito opcional.

VENTAJAS



Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado: para que utilices el cemento más fresco



Fecha de vencimiento: para aprovechar de mejor manera sus propiedades

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos químicos y físicos de la NTP 334.009.

Pacasmayo

Anexo 06.6. Certificado de Laboratorio – JR.

CERTIFICADO DE ENSAYOS EN LABORATORIO

El que suscribe, Ing. Romel Díaz Alvarado, hace constar por medio de la presente que los Sres. Bach. Guillén Garfias, Andy Selwyn y Bach. Ayquipa Altamirano, Carlos Edwar, identificados con DNI N° 70678241 y N° 46093607 respectivamente, han realizado los ensayos de Clasificación SUCS y AASHTO, Granulometría, Contenido de Humedad, Límites de Atterberg, Abrasión de los Angeles, Proctor Modificado, CBR y Compresión no Confinada, en las Instalaciones del Laboratorio de materiales – Geotecnia – Consultoría JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L, requeridos para la tesis “Influencia en el Diseño de Pavimento Considerando una Base Estabilizada con Cemento y Aceite Sulfonado – Ruta LI-116, La Libertad, 2021”; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestra base de datos.

Se expide el presente certificado a solicitud de los interesados, para los fines que estimen conveniente.

Lima, 19 de julio del 2021



Romel Díaz Alvarado
GERENTE GENERAL
JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L

982 840 339 / 956 363 147 
r.diaz@jrgeoconsultores.com 
jr.geoconsultores@gmail.com 
proyectos@jrgeoconsultores.com 
Av. Diagonal Norte N° 750, Ofic. N 501- SMP 

Anexo 07.

Diseño de Pavimentos.

Anexo 07.1. Diseño de espesores sin Estabilizante.

“INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021”

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 - SIN ESTABILIZANTE

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal → Z_R *Desviación estándar global* → S_o *Número estructural* → SN *Cambio en la Serviciabilidad* → ΔPSI
Ejes equivalentes → $ESAL$ *Módulo de resiliencia* → M_R

01. VARIABLES DE DISEÑO

01.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

No pavimentada de bajo volumen de tráfico

10 Años

01.02 TRÁNSITO

En el metodo AASTHO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El transito esta compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cuál origina distintas fallas en éste. Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de trafico el número de repeticiones es: **7.84E+05**

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorías:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 - SIN ESTABILIZANTE

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000
De 300001		A 500000	TP2
De 500001		A 750000	TP3
De 750001		A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: **TP4**

01.03 SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: **18.00%**

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinaria

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos: **S3**

01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 - SIN ESTABILIZANTE

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASTHO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.45$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASTHO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP4 es: 80%

c) PROBABILIDAD (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -0.842$$

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 - SIN ESTABILIZANTE

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. Tambien se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrian afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASTHO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable de 4.2, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

El Índice de Servisciabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico TP4 es: 3.8

b) INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 - SIN ESTABILIZANTE

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

El Índice de Servisciabilidad Final PF para el tipo de tráfico TP4 es: 2

03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MODULO RESILENTE (M_R)

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares porque no se cuenta con los equipos que efectuen este ensayo, por lo tanto existen relaciones que pueden calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El Módulo Resilente en PSI para un CBR DE 18% es: 16247 psi

SN Requerido	G_t	N18 Nominal	N18 Calculado
2.29	-0.176	5.894	5.895

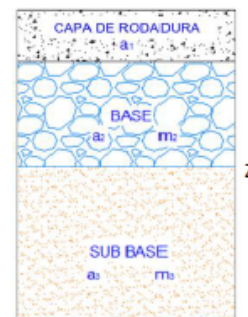
04. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

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

D_i = Espesor de la capa en pulgadas

a_i = Coeficiente estructural de la capa

m_i = Coeficnete de drenaje de la capa



DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 - SIN ESTABILIZANTE

04.01 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA a_i

Es la capacidad estructural del material para resistir las cargas actuantes. Estos coeficientes estan basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASTHO de 1958 - 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del metodo.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_1)	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Tratamiento superficial Bicapa	0.000 (*)	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.000 (*)	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

*no se considera por no tener aporte de material

La componente de pavimento sera de: **Micropavimento 25 mm**

Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será: **0.130**

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_2)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cemento ($f'c= 35 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 dias)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cal ($f'c= 12 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 dias)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos

La componente de la Base será de: **Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS**

Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será: **0.052**

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 - SIN ESTABILIZANTE

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a3)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

La componente de la Sub-Base será de: **Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a1 será: **0.047**

por lo tanto: $a_1 = 0.130$ $a_2 = 0.052$ $a_3 = 0.047$

04.02 COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_i

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1.00$

El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1.00$

04.03 CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CAPA

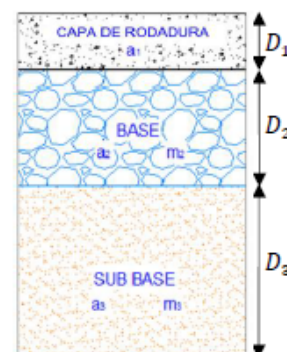
SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
2.29	2.31	2.5	20	20

05. CONCLUSIONES

a) Para el suelo TIPO I se considerará:

$$D_1 = 2.5 \text{ cm} \quad D_2 = 20 \text{ cm} \quad D_3 = 20 \text{ cm}$$

MICROPAVIMENTO	2.5 cm
BASE	20 cm
SUB BASE	20 cm



Anexo 07.2. Diseño de espesores con 3% de Cemento.

“INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021”

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 3 % CEMENTO O 67.5 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal *Desviación estándar global* *Número estructural* *Cambio en la Serviciabilidad*
Ejes equivalentes *Módulo de resiliencia*

01. VARIABLES DE DISEÑO

01.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de analisis y vida util del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de analisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

No pavimentada de bajo volumen de tráfico

10 Años

01.02 TRÁNSITO

En el metodo AASTHO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El transito esta compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cuál origina distintas fallas en éste. Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de trafico el número de repeticiones es: **7.84E+05**

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorías:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 3 % CEMENTO O 67.5 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000
De 300001		A 500000	TP2
De 500001		A 750000	TP3
De 750001		A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: TP4

01.03 SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: 18.00%

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinaria

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos: S3

01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASTHO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 3 % CEMENTO O 67.5 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.45$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP4 es: **80%**

c) PROBABILIDAD (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -0.842$$

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. Tambien se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrian afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 3 % CEMENTO O 67.5 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASTHO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable de 4.2, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

El Índice de Servisciabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico TP4 es: 3.8

b) INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

El Índice de Servisciabilidad Final PF para el tipo de tráfico TP4 es: 2

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 3 % CEMENTO O 67.5 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MODULO RESILIENTE (M_R)

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares porque no se cuenta con los equipos que efectuen este ensayo, por lo tanto existen relaciones que pueden calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El Módulo Resiliente en PSI para un CBR DE 18% es: 16247 psi

SN Requerido	G_f	N18 Nominal	N18 Calculado
2.29	-0.176	5.894	5.895

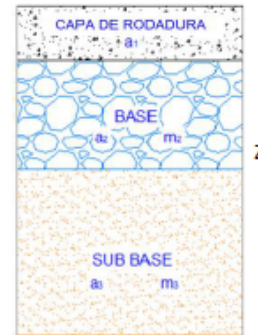
04. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

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

D_i = Espesor de la capa en pulgadas

a_i = Coeficiente estructural de la capa

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa



04.01 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA a_1

Es la capacidad estructural del material para resistir las cargas actuantes. Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASHTO de 1958 - 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del método.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_1)	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Otta Seal	0.000	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Tratamiento superficial Bicapa	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

La componente de pavimento será de: **Micropavimento 25 mm**

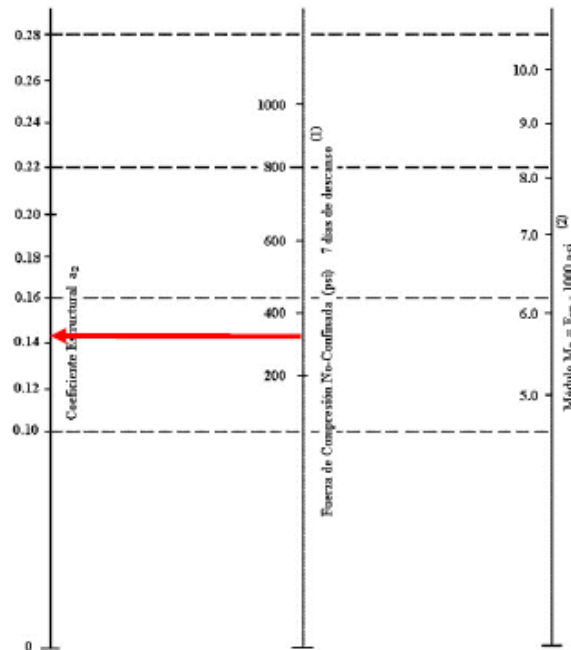
Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será: **0.130**

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 3 % CEMENTO O 67.5 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

Para el calculo del coeficiente de la base se tuvo las siguientes consideraciones:

- El coeficiente de capa de la base sera determinada mediante los calculos obtenidos del ensayo a la compresion (ensayo realizado a muestra con 3% de cemento).
- En el ensayo a la compresion se obtuvo una resistencia promedio de 24 kg/cm².
- La resistencia a la compresión de 24 kg/cm² equivale a 341.36 PSI.
- La resistencia de 341.36 PSI es llevada al siguiente abaco de la GUIA ASSHTO 1993, en donde se obtiene el coeficiente de la base en 1/pulg:



(1) Escala derivada por correlaciones promedios de Illinois, Louisiana y Texas.
(2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 341.36 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de 0.144/pulg.

- El coeficiente estructural de la base de 0.144/pulg equivale a 0.057/cm, dicho valor será utilizado para el cálculo del espesor de la base estabilizada.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 3 % CEMENTO O 67.5 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a ₂)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500Lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm ² a los 7 días)	0.057	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cemento (f'c= 35 kg/cm ² a los 7 días)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cal (f'c= 12 kg/cm ² a los 7 días)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos

La componente de la Base será de: **Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm² a los 7 días)**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.057**

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a ₃)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

La componente de la Sub-Base será de: **Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.047**

por lo tanto: $a_1 = 0.130$ $a_2 = 0.057$ $a_3 = 0.047$

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 3 % CEMENTO O 67.5 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

04.02 COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_i

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1.00$

El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1.00$

04.03 CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CAPA

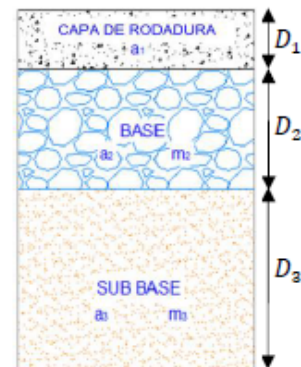
SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
2.29	2.29	2.5	18	20

05. CONCLUSIONES

a) Para el suelo TIPO I se considerará:

$$D_1 = 2.5 \text{ cm} \quad D_2 = 18 \text{ cm} \quad D_3 = 20 \text{ cm}$$

MICROPAVIMENTO	2.5 cm
BASE	20 cm
SUB BASE	20 cm



Anexo 07.3. Diseño de espesores con 4% de Cemento.

“INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021”

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 4 % CEMENTO O 90 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal *Desviación estándar global* *Número estructural* *Cambio en la Serviciabilidad*
Ejes equivalentes *Módulo de resiliencia*

01. VARIABLES DE DISEÑO

01.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

No pavimentada de bajo volumen de tráfico

10 Años

01.02 TRÁNSITO

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones es: **7.84E+05**

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorías:

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 4 % CEMENTO O 90 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000
De 300001		A 500000	TP2
De 500001		A 750000	TP3
De 750001		A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: **TP4**

01.03 SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: **18.00%**

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinaria

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos: **S3**

01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASTHO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 4 % CEMENTO O 90 Kg/m3 (CEMENTO PORTLAND)

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.45$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP4 es: 80%

c) PROBABILIDAD (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -0.842$$

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. Tambien se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrian afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 4 % CEMENTO O 90 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

a) **INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)**

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable de 4.2, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

El Índice de Serviciabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico TP4 es: 3.8

b) **INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)**

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

El Índice de Serviciabilidad Final P_t para el tipo de tráfico TP4 es: 2

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 4 % CEMENTO O 90 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MODULO RESILIENTE (M_R)

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares porque no se cuenta con los equipos que efectúen este ensayo, por lo tanto existen relaciones que pueden calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El Módulo Resiliente en PSI para un CBR DE 18% es: 16247 psi

SN Requerido	G_t	N18 Nominal	N18 Calculado
2.29	-0.176	5.894	5.895

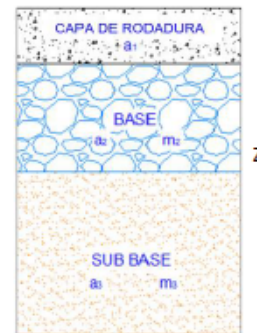
04. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

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

D_i = Espesor de la capa en pulgadas

a_i = Coeficiente estructural de la capa

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa



04.01 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA a_i

Es la capacidad estructural del material para resistir las cargas actuantes. Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASHTO de 1958 - 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del método.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_1)	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Otta Seal	0.000	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Tratamiento superficial Bicapa	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

La componente de pavimento será de: **Micropavimento 25 mm**

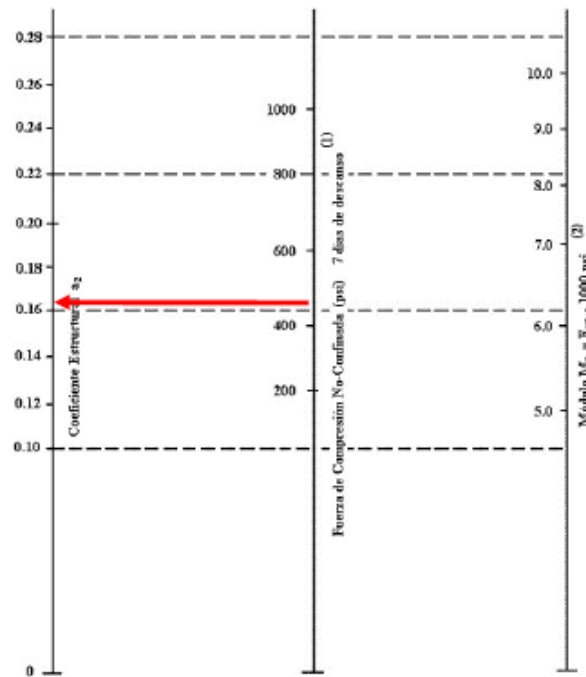
Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será: **0.130**

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 4 % CEMENTO O 90 Kg/m3 (CEMENTO PORTLAND)

Para el calculo del coeficiente de la base se tuvo las siguientes consideraciones:

- El coeficiente de capa de la base sera determinada mediante los calculos obtenidos del ensayo a la compresion (ensayo realizado a muestra con 4% de cemento).
- En el ensayo a la compresion se obtuvo una resistencia promedio de 32 kg/cm^2 .
- La resistencia a la compresión de 32 kg/cm^2 equivale a 455.15 PSI .
- La resistencia de 455.15 PSI es llevada al siguiente abaco de la GUIA ASSHTO 1993, en donde se obtiene el coeficiente de la base en 1/pulg:



(1) Escala derivada por correlaciones promedio de Illinois, Louisiana y Texas.

(2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 455.15 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de $0.162/\text{pulg}$.

- El coeficiente estructural de la base de $0.162/\text{pulg}$ equivale a $0.064/\text{cm}$, dicho valor será utilizado para el cálculo del espesor de la base estabilizada.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 4 % CEMENTO O 90 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a ₂)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm ² a los 7 dias)	0.064	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 35 kg/cm ² a los 7 dias)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cal (f'c= 12 kg/cm ² a los 7 dias)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico

La componente de la Base será de: **Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm² a los 7 dias)**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.064**

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a ₃)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

La componente de la Sub-Base será de: **Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.047**

por lo tanto: $a_1 = 0.130$ $a_2 = 0.064$ $a_3 = 0.047$

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 4 % CEMENTO O 90 Kg/m³ (CEMENTO PORTLAND)

04.02 COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_1

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d CALIFICACIÓN	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1.00$

El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1.00$

04.03 CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CAPA

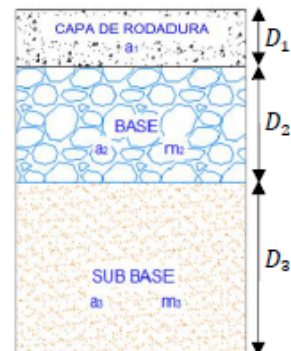
SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
2.29	2.29	2.5	16	20

05. CONCLUSIONES

a) Para el suelo TIPO I se considerará:

$$D_1 = 2.5 \text{ cm} \quad D_2 = 16 \text{ cm} \quad D_3 = 20 \text{ cm}$$

MICROPAVIMENTO	2.5 cm
BASE	20 cm
SUB BASE	20 cm



Anexo 07.4. Diseño de espesores con 0.26 lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland).

“INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021”

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal → Z_R *Desviación estándar global* → S_o *Número estructural* → SN *Cambio en la Serviciabilidad* → ΔPSI
Ejes equivalentes → $ESAL$ *Módulo de resiliencia* → M_R

01. VARIABLES DE DISEÑO

01.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

No pavimentada de bajo volumen de tráfico

10 Años

01.02 TRÁNSITO

En el metodo AASTHO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito esta compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cuál origina distintas fallas en éste. Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones es: **7.84E+05**

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorías:

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000
De 300001		A 500000	TP2
De 500001		A 750000	TP3
De 750001		A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: **TP4**

01.03 SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: **18.00%**

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinaria

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos: **S3**

01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.45$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP4 es: **80%**

c) PROBABILIDAD (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -0.842$$

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable de 4.2, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

El Índice de Serviciabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico TP4 es: 3.8

b) INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_f)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

El Índice de Serviciabilidad Final P_f para el tipo de tráfico TP4 es: 2

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MODULO RESILIENTE (M_R)

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares porque no se cuenta con los equipos que efectúen este ensayo, por lo tanto existen relaciones que pueden calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El Módulo Resiliente en PSI para un CBR DE 18% es: 16247 psi

SN Requerido	G_f	N18 Nominal	N18 Calculado
2.29	-0.176	5.894	5.895

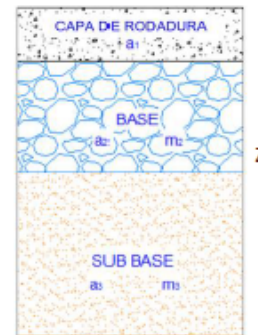
04. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

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

D_i = Espesor de la capa en pulgadas

a_i = Coeficiente estructural de la capa

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa



04.01 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA a_i

Es la capacidad estructural del material para resistir las cargas actuantes. Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASHTO de 1958 - 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del método.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_1)	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Otta Seal	0.000	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Tratamiento superficial Bicapa	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

La componente de pavimento será de: **Micropavimento 25 mm**

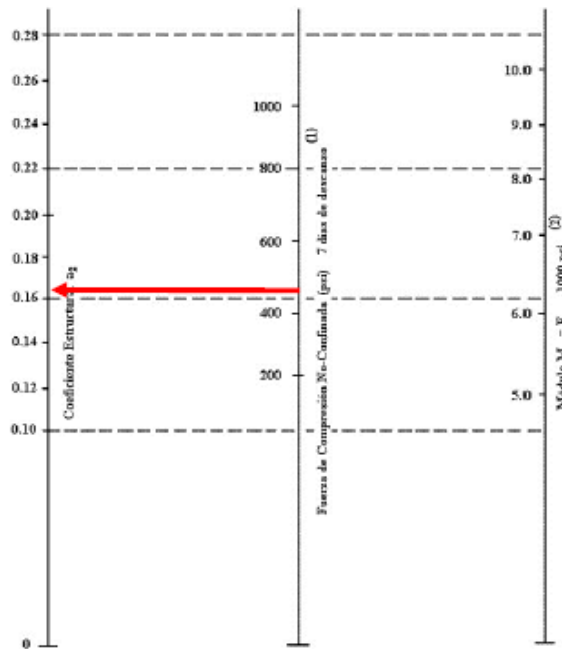
Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será: **0.130**

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Para el cálculo del coeficiente de la base se tuvo las siguientes consideraciones:

- El coeficiente de capa de la base será determinada mediante los cálculos obtenidos del ensayo a la compresión (ensayo realizado a una muestra con 0.26 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento).
- En el ensayo a la compresión se obtuvo una resistencia promedio de 32 kg/cm².
- La resistencia a la compresión de 32 kg/cm² equivale a 455.15 PSI.
- La resistencia de 455.15 PSI se lleva al siguiente abaco de la GUIA ASSHTO 1993, en donde se obtiene el coeficiente de la base en 1/pulg:



(1) Escala derivada por correlaciones promedio de Illinois, Louisiana y Texas.
(2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 455.15 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de 0.162/pulg.

- El coeficiente estructural de la base de 0.162/pulg equivale a 0.064/cm, dicho valor será utilizado para el cálculo del espesor de la base estabilizada.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a ₂)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500Lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm ² a los 7 dias)	0.064	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 35 kg/cm ² a los 7 dias)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico
Base granular tratada con cal (f'c= 12 kg/cm ² a los 7 dias)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráfico

La componente de la Base será de: **Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm² a los 7 dias)**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.064**

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a ₃)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

La componente de la Sub-Base será de: **Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.047**

por lo tanto: $a_1 = 0.130$ $a_2 = 0.064$ $a_3 = 0.047$

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.26 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

04.02 COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_i

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1.00$

El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1.00$

04.03 CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CAPA

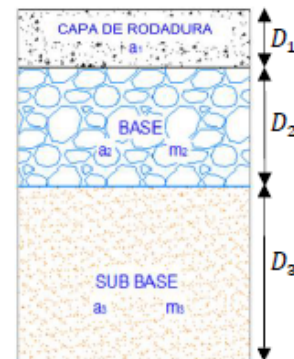
SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
2.29	2.29	2.5	16	20

05. CONCLUSIONES

a) Para el suelo TIPO I se considerará:

$$D_1 = 2.5 \text{ cm} \quad D_2 = 16 \text{ cm} \quad D_3 = 20 \text{ cm}$$

MICROPAVIMENTO	2.5 cm
BASE	20 cm
SUB BASE	20 cm



Anexo 07.5. Diseño de espesores con 0.28 lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland).

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.28 lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal *Desviación estándar global* *Número estructural* *Cambio en la Serviciabilidad*
Ejes equivalentes *Módulo de resiliencia*

01. VARIABLES DE DISEÑO

01.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de analisis y vida util del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de analisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

No pavimentada de bajo volumen de tráfico

10 Años

01.02 TRÁNSITO

En el metodo AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El transito esta compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cuál origina distintas fallas en éste. Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de trafico el número de repeticiones es: **7.84E+05**

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorias:

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000
De 300001		A 500000	TP2
De 500001		A 750000	TP3
De 750001		A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: **TP4**

01.03 SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: **18.00%**

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinaria

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos: **S3**

01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASTHO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.45$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASTHO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP4 es: 80%

c) PROBABILIDAD (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -0.842$$

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable de 4.2, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

El Índice de Serviciabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico TP4 es: 3.8

b) INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

El Índice de Serviciabilidad Final P_t para el tipo de tráfico TP4 es: 2

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MODULO RESILIENTE (M_R)

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares porque no se cuenta con los equipos que efectúen este ensayo, por lo tanto existen relaciones que pueden calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El Módulo Resiliente en PSI para un CBR DE 18% es: 16247 psi

SN Requerido	G_f	N18 Nominal	N18 Calculado
2.29	-0.176	5.894	5.895

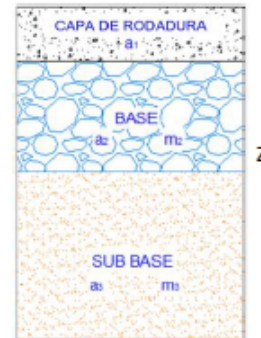
04. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

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

D_i = Espesor de la capa en pulgadas

a_i = Coeficiente estructural de la capa

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa



04.01 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA a_1

Es la capacidad estructural del material para resistir las cargas actuantes. Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASHTO de 1958 - 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del método.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_1)	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Otta Seal	0.000	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Tratamiento superficial Bicapa	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

La componente de pavimento será de: **Micropavimento 25 mm**

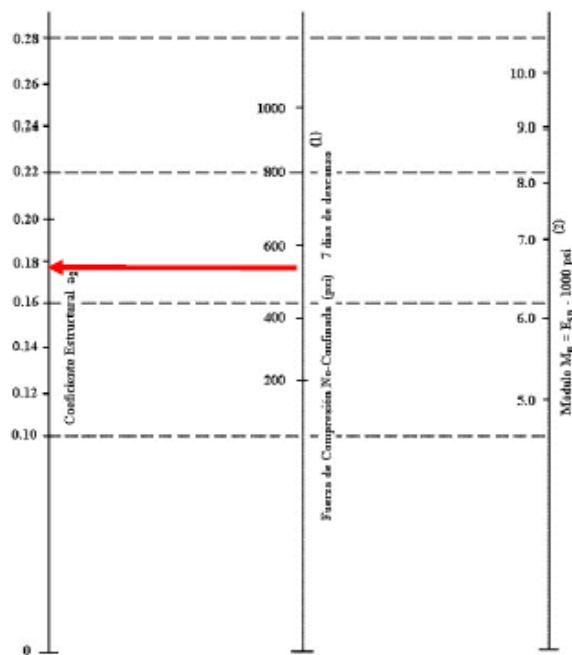
Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será: **0.130**

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Para el cálculo del coeficiente de la base se tuvo las siguientes consideraciones:

- El coeficiente de capa de la base será determinada mediante los cálculos obtenidos del ensayo a la compresión (ensayo realizado a una muestra con 0.28 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento).
- En el ensayo a la compresión se obtuvo una resistencia promedio de 37 kg/cm².
- La resistencia a la compresión de 37 kg/cm² equivale a 526.26 PSI.
- La resistencia de 526.26 PSI es llevada al siguiente abaco de la GUIA ASSHTO 1993, en donde se obtiene el coeficiente de la base en 1/pulg:



(1) Escala derivada por correlaciones promedio de Illinois, Louisiana y Texas.
(2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 526.26 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de 0.175/pulg.

- El coeficiente estructural de la base de 0.175/pulg equivale a 0.069/cm, dicho valor será utilizado para el cálculo del espesor de la base estabilizada.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a ₂)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500Lb)	0.115	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm ² a los 7 días)	0.069	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 35 kg/cm ² a los 7 días)	0.070	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cal (f'c= 12 kg/cm ² a los 7 días)	0.080	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico

La componente de la Base será de: **Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm² a los 7 días)**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.069**

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a ₃)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

La componente de la Sub-Base será de: **Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.047**

por lo tanto: $a_1 = 0.130$ $a_2 = 0.069$ $a_3 = 0.047$

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.28 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

04.02 COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_i

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1.00$

El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1.00$

04.03 CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CAPA

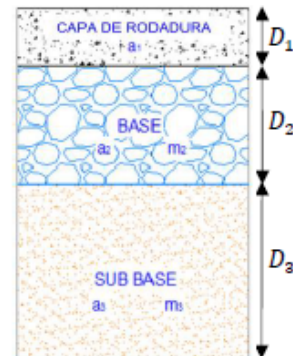
SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
2.29	2.30	2.5	15	20

05. CONCLUSIONES

a) Para el suelo TIPO I se considerará:

$$D_1 = 2.5 \text{ cm} \quad D_2 = 15 \text{ cm} \quad D_3 = 20 \text{ cm}$$

MICROPAVIMENTO 2.5 cm
 BASE 15 cm
 SUB BASE 20 cm



Anexo 07.6. Diseño de espesores con 0.30 lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland).

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.30 lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Desviación estándar normal → Z_R *Desviación estándar global* → S_o *Número estructural* → SN *Cambio en la Serviciabilidad* → ΔPSI
Ejes equivalentes → $ESAL$ *Módulo de resiliencia* → M_R

01. VARIABLES DE DISEÑO

01.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.

para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACION DE LA VIA	PERIODO DE ANALISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

No pavimentada de bajo volumen de tráfico

10 Años

01.02 TRÁNSITO

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load), de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones es: **7.84E+05**

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorías:

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
	BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000
De 300001		A 500000	TP2
De 500001		A 750000	TP3
De 750001		A 1000000	TP4
CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1000001	A 1500000	TP5
	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10
	De 12500001	A 15000000	TP11
	De 15000001	A 20000000	TP12
	De 20000001	A 25000000	TP13
	De 25000001	A 30000000	TP14

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: **TP4**

01.03 SUBRASANTE

Las características de la subrasante sobre la que se asienta el pavimento, están definidas en seis (06) categorías de subrasante, en base a su capacidad de soporte CBR.

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos el CBR de la subrasante es: **18.00%**

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORIA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Subrasante Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Subrasante Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Subrasante Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Subrasante Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Subrasante Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Subrasante Extraordinaria

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos: **S3**

01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad esta asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

a) DESVIACIÓN ESTANDAR (S_o)

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.35	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

$$S_o = 0.45$$

b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASTHO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	95%
TP13	De 20000001	A 25000000	95%
TP14	De 25000001	A 30000000	95%

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico TP4 es: **80%**

c) PROBABILIDAD (Z_R)

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$Z_R = -0.842$$

02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

02.01 SERVICIABILIDAD

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

“INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021”

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)

El índice de serviciabilidad inicial (P_0) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASTHO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable de 4.2, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P_0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0
TP11	De 12500001	A 15000000	4.0
TP12	De 15000001	A 20000000	4.2
TP13	De 20000001	A 25000000	4.2
TP14	De 25000001	A 30000000	4.2

El Índice de Serviciabilidad Inicial P_0 para el tipo de tráfico TP4 es: 3.8

b) INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_t)

El índice de serviciabilidad final (P_t), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores P_t indicados en la siguiente tabla

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (P_f)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

El Índice de Serviciabilidad Final P_f para el tipo de tráfico TP4 es:

2

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

03.01 MODULO RESILIENTE (M_R)

Es calculado por el ensayo T274 de la AASHTO, que viene a ser un método muy difícil de realizar en muchos lugares porque no se cuenta con los equipos que efectúen este ensayo, por lo tanto existen relaciones que pueden calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

$$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$$

El Módulo Resiliente en PSI para un CBR DE 18% es: 16247 psi

SN Requerido	G_i	N18 Nominal	N18 Calculado
2.29	-0.176	5.894	5.895

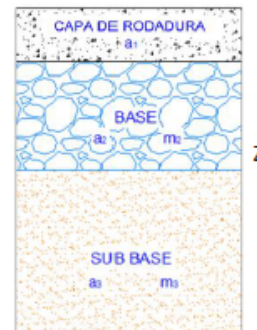
04. COEFICIENTES ESTRUCTURALES

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

D_i = Espesor de la capa en pulgadas

a_i = Coeficiente estructural de la capa

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa



04.01 COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA a_i

Es la capacidad estructural del material para resistir las cargas actuantes. Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASHTO de 1958 - 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del método.

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a_1)	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micropavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Otta Seal	0.000	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Tratamiento superficial Bicapa	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

La componente de pavimento será de: **Micropavimento 25 mm**

Por lo tanto el coeficiente estructural a_1 será: **0.130**

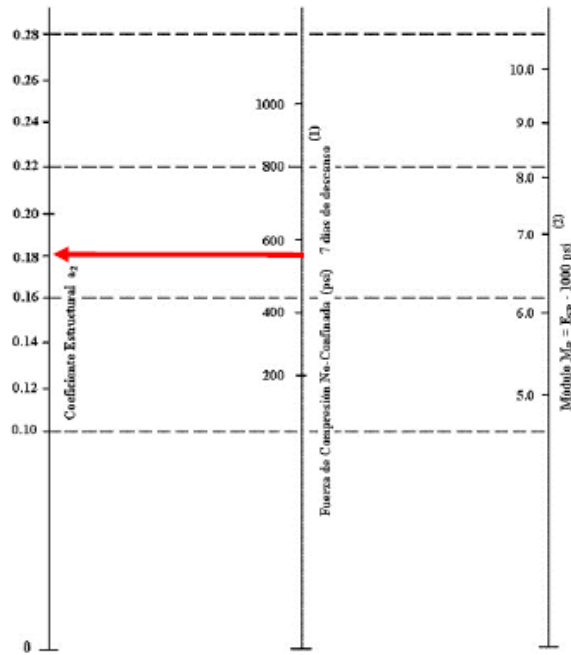
"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

Para el cálculo del coeficiente de la base se tuvo las siguientes consideraciones:

- El coeficiente de capa de la base será determinada mediante los cálculos obtenidos del ensayo a la compresión (ensayo realizado a una muestra con 0.30 Lts/m³ de PROES 100 + 45 Kg/m³ de Cemento).
- En el ensayo a la compresión se obtuvo una resistencia promedio de 39 kg/cm².
- La resistencia a la compresión de 39 kg/cm² equivale a 554.71 PSI.
- La resistencia de 554.71 PSI se lleva al siguiente abaco de la GUIA ASSHTO 1993, en donde se obtiene el coeficiente de la base en 1/pulg:



(1) Escala derivada por correlaciones promedio de Illinois, Louisiana y Texas.
(2) Escala derivada en el proyecto NCHRP (3).

- De acuerdo a la figura anterior para una Resistencia a la Compresión de 554.71 PSI le corresponde un coeficiente estructural de base de 0.180/pulg.

- El coeficiente estructural de la base de 0.180/pulg equivale a 0.071/cm, dicho valor será utilizado para el cálculo del espesor de la base estabilizada.

"INFLUENCIA EN EL DISEÑO DE PAVIMENTO CONSIDERANDO UNA BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO Y ACEITE SULFONADO – RUTA LI-116, LA LIBERTAD, 2021"

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a₂)	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Estabilidad mrshall=1500Lb)	0.115	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm ² a los 7 días)	0.071	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cemento (f'c= 35 kg/cm ² a los 7 días)	0.070	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico
Base granular tratada con cal (f'c= 12 kg/cm ² a los 7 días)	0.080	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico

La componente de la Base será de: **Base granular tratada con cemento (f'c= 18 kg/cm² a los 7 días)**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.071**

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	COEFICIENTE ESTRUCTURAL (a₃)	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Capa de base recomendada para tráfico menor a 15'000,000 EE
Sub-Base granular 60% CBR compactada al 100% de la MDS	0.050	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 15'000,000 EE

La componente de la Sub-Base será de: **Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS**
 Por lo tanto el coeficiente estructural a₁ será: **0.047**

por lo tanto: $a_1 = 0.130$ $a_2 = 0.071$ $a_3 = 0.047$

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASTHO 93 TRAMO 1

DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE CON 0.30 Lts/m³ (PROES 100) + 45 Kg/m³ (Cemento Portland)

04.02 COEFICIENTE DE DRENAJE DE LA CAPA m_i

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

C_d	Tiempo en que tarda el agua en ser avacuada	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	El agua no evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1.00$
 El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1.00$

04.03 CALCULO DE LOS ESPESORES DE LA CAPA

SN REQUERIDO	SN CALCULADO	ESPESORES EN CM		
		D_1	D_2	D_3
2.29	2.33	2.5	15	20

05. CONCLUSIONES

a) Para el suelo TIPO I se considerará:

$$D_1 = 2.5 \text{ cm} \quad D_2 = 15 \text{ cm} \quad D_3 = 20 \text{ cm}$$

MICROPAVIMENTO 2.5 cm
 BASE 15 cm
 SUB BASE 20 cm

