



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE
UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN
LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA
VIAL PARCOY-LLACUABAMBA, PATAZ, 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Esmeralda Caballero Ponte

Miguel Alejandro Colchado Baylon

Asesor:

Mg. German Sagastegui Vásquez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Peche Melo Nixon Brayan	70615775
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura

Jurado 2	Díaz García Gonzalo Hugo	40539624
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura

Jurado 3	Sheyla Yuliana Cornejo Rodriguez	41639360
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de investigación con todo nuestro corazón a Dios, por ser nuestro guía, fortaleza espiritual, esperanza y darnos sabiduría en este proceso para realizar nuestras metas.

A nuestros padres y hermanos de una forma especial por su apoyo incondicional y mostrarnos el camino hacia la superación.

A nuestros profesores, por inculcarnos valores y conocimientos necesarios para convertirnos en profesionales de éxito.

Esmeralda Caballero Ponte

Miguel Alejandro Colchado Baylon

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por guiarnos en nuestra formación académica y fortalecernos
en los momentos más difíciles, más aún en época de pandemia.

A nuestras familias por el apoyo incondicional, en nuestra formación personal, por
inculcarnos valores desde pequeños que lo llevaremos siempre con nosotros.

A nuestro asesor el ing. German Sagastegui Vasquez, por guiarnos para el
desarrollo de nuestra tesis y docentes de la carrera de Ingeniería Civil, quienes con sus
enseñanzas a lo largo de los años de estudio nos han instruido para lograr ser un profesional
capacitado y de éxito.

Agradecemos de manera especial a todos y cada uno de los partícipes directos e
indirectos en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Esmeralda Caballero Ponte

Miguel Alejandro Colchado Baylon

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema	35
1.3. Objetivos	36
1.3.1. Objetivo General	36
1.3.2. Objetivos Específicos	36
1.4. Hipótesis	36
1.4.1. Hipotesis General	36
1.4.2. Hipotesis Específicos	36
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	38
2.1. Tipo de investigación	38
2.1.1. Matriz de operacionalización de variables	40
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	41

2.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
2.4.	Procedimiento para el desarrollo de la tesis	44
CAPÍTULO III: RESULTADOS		50
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		71
REFERENCIAS		79
ANEXO		83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de severidad.....	31
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variables	40
Tabla 3 Aforo de la vía en estudio durante los 7 días de la semana	53
Tabla 4 Calicatas exploradas para el proyecto	54
Tabla 5 Ensayos de laboratorio realizados	55
Tabla 6. Tabla resumen de los ensayos de laboratorio	55
Tabla 7 Perfil estratificado de la Calicata 1	55
Tabla 8 Perfil estratificado de la calicata 2.....	56
Tabla 9 Perfil estratificado de la calicata 3.....	56
Tabla 10 Perfil estratificado de la calicata 4.....	56
Tabla 11 Perfil estratificado de la calicata 5.....	57
Tabla 12 Perfil estratificado de la calicata 6.....	57
Tabla 13 Resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado).....	57
Tabla 14 Resultados del ensayo de Índice de CBR de la subrasante	58
Tabla 15 Espesores de pavimento flexible	68
Tabla 16. comparación con y sin incorporación de geomalla triaxial.	69
Tabla 17. Aforo vehicular día Lunes	83
Tabla 18. Aforo vehicular día Martes.....	84
Tabla 20. Aforo vehicular día Miercoles.....	85
Tabla 21. Aforo vehicular día Jueves	86
Tabla 22. Aforo vehicular día Viernes	87
Tabla 23. Aforo vehicular día Sabado	88

Tabla 24. Aforo vehicular día Domingo..... 89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura total del pavimento flexible	21
Figura 2 Estructura total del pavimento rígido	22
Figura 3 Comportamiento de pavimentos	23
Figura 4 Flujograma de procedimiento	45
Figura 5 Conteo Vehicular	50
Figura 6 Mapa de la infraestructura vial que une las localidades Parcoy-Llacuamba	51
Figura 7 Flujo vehicular semanal de la carretera.....	53
Figura 8 Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N°01.....	58
Figura 9 Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 1	59
Figura 10 Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N° 02.....	59
Figura 11 Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 02	60
Figura 12 Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N°03.....	60
Figura 13 Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 03	61
Figura 14 Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N°04.....	61
Figura 15 Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 04	62
Figura 16 Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N°05.....	62
Figura 17 Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 05	63
Figura 18 Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N° 06.....	63

Figura 19 Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 06	64
Figura 20 Gráfico de densidades vs humedades.....	64
Figura 21 Gráfico de densidades vs humedades.....	65
Figura 22 Gráfico de densidades y el CBR(%)	65
Figura 23 Gráfico de densidades y el CBR(%)	66
Figura 24 Ecuación AASHTO 93 para obtener el SN (Número estructural)	67
Figura 25 Análisis de disminución de espesores del pavimento flexible con y sin geomalla triaxial.....	68
Figura 26 Comparación de CBR sin incorporación de geomalla triaxial.....	70
Figura 27 Comparación de CBR con incorporación de geomalla triaxial.....	70
Figura 28 Analisis granulométrico por tamizado C1.....	90
Figura 29 Determinación de los límites de consistencia C1.....	91
Figura 30 Contenido de humedad natural C1	92
Figura 31 Análisis granulométrico por tamizado C2.....	93
Figura 32 Determinación de los límites de consistencia C2.....	94
Figura 33 Contenido humedad natural C2.....	95
Figura 34 Análisis graulometrico por tamizado C3.....	96
Figura 35 Determinación de los límites de consistencia C3.....	97
Figura 36 Contenido de humedad C3	98
Figura 37 Análisis granulométrico por tamizado C4.....	99
Figura 38 Determinación de los límites de consistencia C3.....	100
Figura 39 Contenido de humedad natural.....	101
Figura 40 Análisis granulométrico por tamizado	102
Figura 41 Determinación de los límites de consistencia C4.....	103

Figura 42 Contenido de humedad natural C5	104
Figura 43 Analisis granulométrico por tamizado C6.....	105
Figura 44 Determinación de los límites de consistencia C6.....	106
Figura 45 Contenido de humedad natural C6.....	107
Figura 46 Ensayos de compactación Proctor C1	108
Figura 47 Ensayos de compactación Proctor C1+ Geomalla	109
Figura 48 Ensayos de compactación Proctor C2	110
Figura 49 Ensayos de compactación Proctor C2+ Geomalla	111
Figura 50 Ensayos de compactación Proctor C3	112
Figura 51 Ensayos de compactación Proctor C3+ Geomalla	113
Figura 52 Ensayos de compactación Proctor C4	114
Figura 53 Ensayos de compactación Proctor C4+ Geomalla	115
Figura 54 Ensayos de compactación Proctor C5	116
Figura 55 Ensayos de compactación Proctor C5+ Geomalla	117
Figura 56 Ensayos de compactación Proctor C6.....	118
Figura 57 Ensayos de compactación Proctor C6+ Geomalla	119
Figura 58 Indice de CBR de suelos C1.....	120
Figura 59 Indice de CBR de suelos C1 + Geomalla.....	122
Figura 60 Indice de CBR de suelos C2.....	124
Figura 61Indice de CBR de suelos C2 + Geomalla.....	126
Figura 62 Indice de CBR de suelos C3.....	128
Figura 63 Indice de CBR de suelos C1 + Geomalla.....	130
Figura 64 Indice de CBR de suelos C4.....	132
Figura 65 Indice de CBR de suelos C4 + Geomalla.....	134

Figura 66	Índice de CBR de suelos C5.....	136
Figura 67	Índice de CBR de suelos C5 + Geomalla.....	138
Figura 68	Índice de CBR de suelos C6.....	140
Figura 69	Índice de CBR de suelos C6 + Geomalla.....	142
Figura 70	Tesista realizando los ensayos	144
Figura 71	Tesista realizando los ensayos	145
Figura 72	Tesistas realizando los ensayos.....	146
Figura 73	Tesista realizando los ensayos de laboratorio	147
Figura 74	Tesista realizando los ensayos de laboratorio	148
Figura 75	Tesista realizando los ensayos de laboratorio	149
Figura 76	Tesista realizando los ensayos de laboratorio	150
Figura 77	Tesista realizando los ensayos de laboratorio	151
Figura 78	Ensayos de laboratorio	152
Figura 79	Toma de muestra de la calicata N°1	153
Figura 80	Toma de muestras de la calicata N°2	153
Figura 81	Toma de muestras de la calicata N° 3	154
Figura 82	Toma de muestras de la calicata N° 4	154
Figura 83	Toma de muestras de la calicata N°5	155
Figura 84	Toma de muestras de la calicata N°6	1555

RESUMEN

La presente investigación tiene como justificación que en el Perú los malos diseños de las vías, como: errores en el radio de curvatura, espesores de asfalto, falta de señales de tránsito, errores en las distancias de bermas, calzada o entre carriles, no existe reforzamiento en las capas inferiores como la subrasante, entre otros aspectos; provocando incrementos en los costos de obra, dificultad en los plazos de construcción y el descontento de la comunidad. Se tiene como objetivo realizar el diseño de un pavimento flexible utilizando geomalla como refuerzo en la subrasante para la infraestructura vial entre los años 2012-2022. Así mismo, para fundamentar la investigación se empleó fuentes confiables tales como: Google académico, ALICIA, Doaj, Dialnet, Scielo, Taylor & Francis Online y Proquest. La metodología será aplicada con diseño experimental con un enfoque cuantitativo. Los principales resultados obtenidos fueron que las geomallas triaxiales funcionan como material de refuerzo, en este caso su aporte a la estructura generó una reducción en los espesores de material granular.

PALABRAS CLAVES: Pavimento flexible, geomallas, subrasante

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad uno de los problemas más comunes de la infraestructura vial, bien sea rurales o urbanas es la presencia de limos y arcillas de variada plasticidad como parte de la subrasante. A lo anterior se añade que las carreteras importantes deben atravesar zonas lluviosas o zonas con ausencia total de material granular de buena calidad para un buen diseño de un pavimento flexible, provocando incrementos en los costos de obra, dificultad en los plazos de construcción y el descontento de nuestra población.

A nivel internacional la búsqueda por la mejora del diseño de un pavimento flexible utilizando geomalla. En Colombia tienen un porcentaje muy alto de vías terciarias en mal estado, pues muchas de ellas no están diseñadas para soportar grandes cargas vehiculares generando así deterioro constante a corto plazo, es por ello que las geomallas juegan un papel importante como refuerzo estructural en todo tipo de vías, hace que la estructura prolongue su vida útil, reduciendo significativamente la acción de las cargas vehiculares, logrando así vías más perdurables, seguras y eficientes. (Díaz, E. 2020)

Por otro lado, en Costa Rica el contenido de humedad, ante cambios extremos, es el elemento que genera problemática en este tipo de suelos, ya que, con respecto a las arcillas, esta condición puede provocar cambios volumétricos por hinchamiento, que pueden deformar las estructuras civiles, generando daños potencialmente altos. En cuanto a los limos de baja resistencia, en condiciones de saturación, pueden presentarse fallas súbitas en la estructura, al darse un reacomodo de las partículas, reduciendo el volumen, y produciendo también grandes daños. Eso determina modificar las técnicas de

construcción y control de calidad, las geomallas, por tanto, se convierten en una alternativa en la calidad estructural del pavimento (Leiva, P. 2011).

De igual modo en Ecuador en la carretera Latacunga - Zumbahua- La Maná, que forma parte de la Red Vial Estatal de este país, ubicada en la provincia de Cotopaxi, integrando la vía transversal central E30 que une las regiones de la sierra central con la región costa. Se realiza el estudio de este tramo de carretera, ya que en este sector se encontraron suelos blandos y con presencia de nivel freático elevado, los más representativos para la comparación entre la estructura de pavimento flexible tradicional y la reforzada con geomalla a nivel de subrasante. (Gavilanes N. 2012)

En el Perú, el rápido crecimiento de las ciudades y la alta demanda de la población de contar vías de comunicación que articulan entre los principales centros urbanos de la ciudad incrementan significativamente el tráfico vehicular. Frente a esta necesidad el Estado se vio en la obligación de construir vías de comunicación en zonas inapropiadas, que con el tiempo se vieron afectadas. Es decir, se encuentran en estado de deterioro, por ello el diseño de un pavimento flexible con geomalla requiere una metodología que es diferente a los tradicionales. (Kari B.; Olortegui H. 2019)

A nivel local, en Pataz, la existencia de suelos blandos que trabajan como subrasante presenta un problema común para el diseño de un pavimento flexible, debido a que la falla prematura de esta representa un deterioro que se refleja sobre la estructura terminada, se crea la necesidad de un diseño de una base granular reforzada con Geomalla Biaxial, para optimizar la calidad de la construcción de pavimentos flexibles". (Miranda, 2019)

Debido a lo mencionado anteriormente, el desarrollo de esta investigación precisamente consiste en realizar el diseño de un pavimento flexible utilizando Geomalla, como refuerzo en la subrasante para la infraestructura vial Parcoy-Llacuabamba, Provincia de Pataz. La libertad. Ya que se desea mejorar la calidad de la infraestructura vial, el cual presenta un verdadero problema en nuestro país debido a sus malos diseños y a la falta de un material innovador que logre mejorar las carreteras del Perú.

Almendarez, L. y Reyes, J. (2017) en su estudio “Diseño de pavimentos flexibles con refuerzo de geomalla triaxial utilizando la metodología Giroud-Han” aplicado en Honduras, avalado por la Universidad Tecnológica Centroamericana, el método planteado de Giroud-Han tuvo como objetivo trabajar principalmente con el interlocking, un efecto de confinamiento generado entre las geomallas y la capa de material sobre esta, los suelos al ser sometidos a cargas de llantas tienden a deformarse, generando ahuellamiento sobre la superficie de rodadura. Se concluyó que el método Giroud-Han, hace uso de las geomallas para elaborar el diseño del pavimento, el método se centra en la deformación del pavimento, y es el interlock el que se encarga de reducir la deformación. Por lo cual, se mostró una reducción significativa del espesor de la capa granular de la geomalla triaxial, donde el espesor se redujo en más del 60%.

Bustamante, A. (2016) en su estudio “Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante con el uso combinado de una Geomalla y un Geotextil” aplicado en Ecuador, avalado por la Universidad de Cuenca, se evaluó la estructura del pavimento que se está colocando en el proyecto de mejoramiento de la carretera Sigsig-Gualaquiza; tramo: Matanga-Gualaquiza, en la provincia de Morona Santiago, donde se ejecutó y se aplicó nuevas técnicas constructivas, así mismo, se simuló a través de modelos numéricos, el

comportamiento con el software Plaxis 8.6 (Elementos Finitos), que dio como resultado los esfuerzos en la interfase capa granular-subrasante y la determinación de los factores de reforzamiento. Concluyendo que la estructura alcanza la mayor rigidez en comparación con el resto de los escenarios, cuyo valor viene dado por el módulo de Young. Cuando se alcanzó la carga máxima, se produjo un fallo inmediato, por lo cual, se consideró que la geomalla tenía aberturas continuas, lo que provocó la mezcla de la subestructura y los materiales de base, según se evaluó en la prueba.

Sicha, G. (2018) en su estudio “Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles” aplicado en Perú, avalado por la Pontificia Universidad Católica del Perú, consiste en el diseño, análisis técnico y económico del uso de Geosintéticos para tres funciones en particular en pavimentos flexibles, mediante la aplicación de un geotextil no tejido punzonado de separación entre el material granular y el suelo de fundación, y geotextil no tejido punzonado como envoltura de subdrenes longitudinales cumpliendo con la función de filtración y para la función de refuerzo, el diseño preliminar se basó en la norma AASHTO R-50 y se empleó el programa de la empresa TENSAR para efectuar el diseño definitivo correspondiente a la geomalla TX160 para optimización del pavimento. Se concluyó que, para el diseño de refuerzo, se utilizó la geomalla triaxial TX160 para optimizar el pavimento. En todas las secciones se observó un impacto técnico positivo en comparación con el diseño convencional. Para las secciones 3, 4, 5 y 6, se logró más del 20% de utilidad en comparación con el diseño convencional. El uso de una sola capa de estabilizado es esencial para asegurar la correcta aplicación de este. Por lo tanto, el pavimento se diseñó para superar la utilidad del diseño convencional, pero no de manera significativa. El

análisis económico, por otra parte, apoyó la optimización del pavimento realizada para todas las secciones, ya que se estimó un ahorro más del 10 % en todos los casos.

Silva, M. (2016) en su estudio “Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo tx140 y tx160, aplicado a un tramo de la calle Alemania-La molina-Cajamarca 2016” aplicado en Perú, avalado por la Universidad Privada del Norte, que consiste en mostrar diferentes técnicas a las convencionales en el mejoramiento de la subrasante en vías de acceso, en zonas donde los suelos son blandos y de mala calidad, mediante el uso de geomallas multiaxiales para estabilizar los suelos en el tramo de la calle Alemania-La molina-Cajamarca. Se concluye que los espesores obtenidos al mejorar el suelo no reforzado son mayores que el obtenido en el suelo reforzado con las geomallas multiaxiales TX140 Y TX160, una diferencia de alrededor de 54% y 72% respectivamente.

Según una encuesta aplicada en la empresa hondureña ICA Inversiones, S. de RL. en el 2017 a diversos entes dedicados al rubro de construcción de pavimentos en Honduras, al momento de cuestionar sobre la fuente metodológica que aplicaban para hacer uso de las geomallas, un 53% de la muestra utiliza los manuales de la empresa distribuidora, un 23% lo ha hecho por medio de capacitaciones y el resto no utiliza ningún tipo de recurso. Esto refleja la falta de uniformidad existente para elaborar los diseños (Almendares, Reyes & López 2017).

Para la selección del tipo de geosintético a utilizar se toma como referencia la información aportada por la empresa GEOMATRIX, con relación a la geomalla biaxial FORTGRID, debido a que según los usos de esta empresa presenta los siguientes beneficios: “Aumento en la capacidad de la estructura para distribuir esfuerzos; aumento

de la capacidad de recuperación elástica de la estructura de pavimento, que incrementa significativamente la capacidad de soportar cargas dinámicas; incremento sustancial en la capacidad de soporte de la estructura; controla la aparición de deformaciones permanentes (rutting); en general se obtiene un aumento en la vida útil de la estructura y reducción de las actividades de mantenimiento llevando a una mejor relación costo/ beneficio” (Cardozo y Pinto, 2021).

En el tramo de Llacuabamba- Parcoy tienen la necesidad de no contar con carreteras no debidamente pavimentadas, al no hallarse la correcta coordinación para la realización de carreteras debido a la mala gestión, esto conlleva a que el pueblo tenga desperfectos y las obras que se ejecutan así como las que ya fueron elaboradas, se hallen en pésimas condiciones conllevando a que se generen incidentes debido al mal diseño y posteriormente los materiales empleados no sean duraderas, cumplan con los estándares establecidos por el MTC y que sean de pésima calidad.

Este estudio identifica como problema principal de la infraestructura vial, a la deficiencia existente en la subrasante para la infraestructura vial, esta se da debido a dos factores en específico, el alto tránsito y la temperatura. Al hablar de un elevado tránsito, no sólo implica la cantidad de veces que pueda pasar por una vía un vehículo, sino también la cantidad de estos en un determinado tiempo, y sobre todo las distintas cargas que poseen. Por otro lado, la temperatura también influye con respecto a las distintas propiedades de una mezcla asfáltica, puesto que un país como el Perú, cuenta con diversos estados climáticos en distintas regiones, y esto hace que en varias ocasiones ocurra un desgaste del pavimento.

Considerando además que para evitar que estos factores influyan negativamente en estas características de la mezcla asfáltica, se lleva a cabo un gran grupo previo de estudios que permiten prevenir estos problemas en las carreteras, sin embargo, en cuantiosas ocasiones los que están a cargo del proyecto no cumplen con esto, bien sea en el correcto diseño de la ejecución de la vía o en la calidad y cantidad de los materiales utilizados.

Es por ello por lo que, este estudio desarrolla un diseño de un pavimento flexible utilizando geomalla como refuerzo en la subrasante para la infraestructura vial Parcoy-Llacuabamba, el cual se llevará a cabo a través de búsqueda y selección de información, de fuentes confiables y fidedignas, teniendo en cuenta varios criterios de selección. Seguidamente, por medio de ensayos de laboratorio que nos permitan obtener datos reales.

Con este estudio se espera que los proyectos viales futuros, tengan en cuenta todo lo que en la presente investigación se analiza, y así se pueda tener vías que no se deterioren rápidamente, debido a un mal diseño o principalmente a deficientes materiales y calidad de trabajo.

Sin embargo, de no buscar, seleccionar, analizar, realizar e interpretar las distintas pruebas de laboratorio requeridas en esta investigación, las deficientes vías en el país irían en aumento, y esto produjera mayores gastos económicos y retrasos socioculturales, turísticos y financieros. Dado que, vías con deficiencias, requieren mayores y constantes mantenimientos (en mayor cantidad de lo normal), generando gastos no contemplados y retrasando el avance del país.

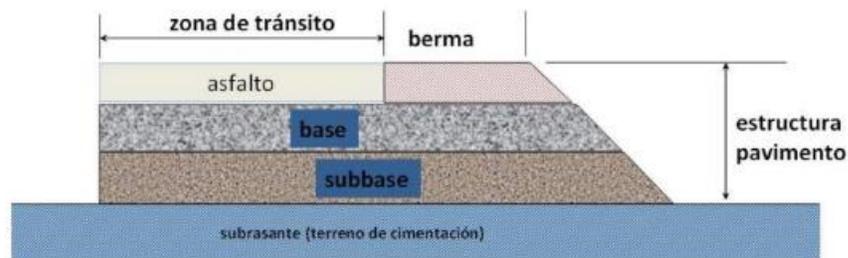
Definición de pavimento

Orrego (2014) refiere que el pavimento son soluciones de configuración vial que han sido desarrolladas, diseñadas y construidas para el transporte. Es una construcción formada por una sola capa o más capas, ya sean rectas o diferentes (granulares), apoyadas en el suelo; es decir, pavimento. Este se utiliza para otorgar y repartir la carga del vehículo durante un período de tiempo predeterminado. Como la fuerza generada por el peso del vehículo disminuye gradualmente con la profundidad, el material con la mayor capacidad de carga debe colocarse en el piso superior y toda la estructura tiene un efecto de protección natural contra el suelo.

Clasificación de los pavimentos:

- **Pavimento Flexibles:** El tipo flexible se define como una textura que consta de capas granulares, como imprimaciones, imprimaciones y superficies que se ejecutan sobre materiales bituminosos, como aglutinantes, agregados y aditivos, según corresponda. Se trata como ligante asfáltico sobre gránulos: mezcla asfáltica, hormigón asfáltico, doble tratamiento, pavimento microbiológico, mortero asfáltico en frío y en caliente.

Figura 1
Estructura total del pavimento flexible

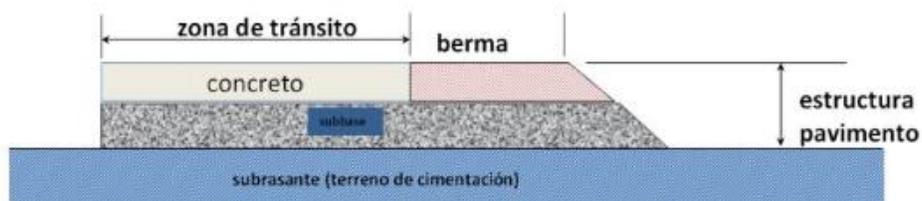


Nota: Becerra, 2012

- **Pavimentos Rígidos:** MTC (2018) precisa el tipo rígido es una construcción que consta únicamente de una base granular; de igual manera, esta capa puede tener una base granular, ya que también se puede estabilizar con cemento, asfalto o cal, el aglomerante es un proceso abrasivo de la losa de hormigón hidráulico como aglomerante, agregado. y (si los hay) aditivos.

Figura 2

Estructura total del pavimento rígido



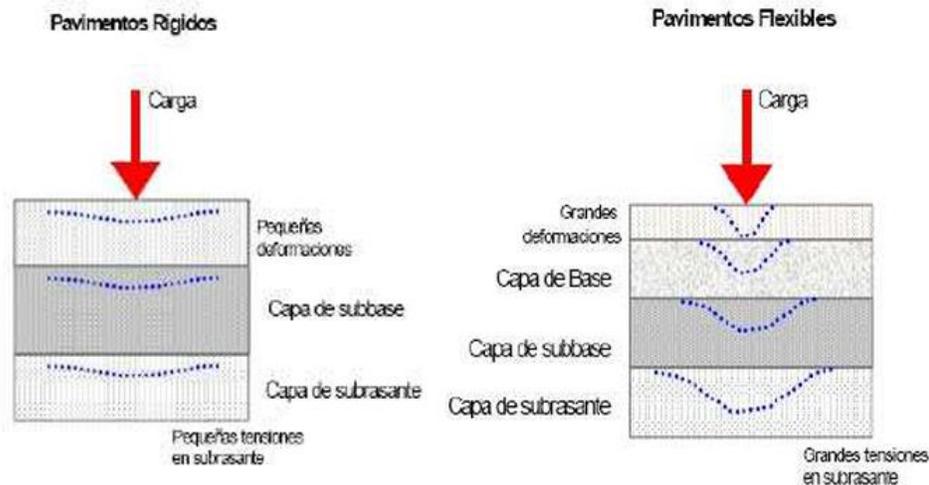
Nota: Becerra, 2012

Diferencias entre los tipos de pavimento

Ulloa y Múnica (2020) señalan que, el comportamiento de ambos tipos (rígido y flexible) al aplicarles cargas es muy diferente, tal como se puede ver en la siguiente imagen.

Figura 3

Comportamiento de pavimentos



Nota. Miranda, 2010

La subrasante

Actúa como base del pavimento flexible. Sus funciones son soportar el piso y que las cargas provocadas por el tráfico deben ser trasladadas por el pavimento al subsuelo. La calidad de la subestructura depende de las propiedades mecánicas de los caminos; es decir, mientras la calidad de la capa y el espesor del sustrato sean mejores, el piso no tiene que alcanzar los valores más altos en el espesor de sus otros componentes, lo que reduce significativamente el costo de construcción (Balbin, R. y Chochon, V., 2019).

- **Tipos de fallas en pavimento flexible:** Morales (2019) precisa que durante la vida del pavimento, existen varias razones que conducen a que la condición del pavimento afecte su función. Las causas de los daños en el pavimento se pueden enumerar de la siguiente manera:
 - El volumen ha aumentado en comparación con la estimación del diseño original del pavimento.

- Factores climáticos imprevistos (precipitaciones anormales).
 - Estructuras de derrame ligero y/o subterráneas inadecuadas.
 - Mantenimiento y/o reparación de pavimento inadecuado o ausente.
- ✓ **Falla Estructural:** La falla estructural concierne el desperfecto que se manifiesta en la rodadura y afecta a la transitabilidad real del vehículo sin inutilizarlo. Estas son fallas severas que incluyen grupos de estructuras que surgen de fallas en una o más capas de pavimento, causando el agrietamiento del pavimento. Esta degradación afecta seriamente la tolerancia al estrés de la estructura del pavimento (Barrios, B., Bacca, E. y Nope, S., 2017).
- ✓ **Falla Superficial:** El pavimento presenta paso inseguro, el vehículo es incómodo, el problema estructural implica la merma de enlace de algunas o todas las capas del pavimento, el daño funcional o estético no es soportable (Fernández, R. y Del Rocio, T., 2020).

Tipificación de fallas de pavimento flexible:

- **Falla tipo piel de cocodrilo**

Descripción: Estos problemas son ocasionados por la falla por ruptura superficial del asfalto del sendero, debido a las repetidas cargas de tráfico. Por tal razón, normalmente la grieta comienza en la parte baja del asfalto tenso y liso.

Nivel de Severidad:

Bajo: Fallas con poca o ninguna asociación.

Medio: El desarrollo subsiguiente de grietas de piel de caimán de grado L en la forma o la red puede ser ligeramente escamoso.

Alto: El patrón o la red de grietas crece de modo que las astillas o los fragmentos son claros y los bordes se despegan. Algunos trabajos pueden estar bloqueados por el tráfico.

Medida: Normalmente en m²

Opciones de Reparación:

B: Un sello en la superficie.

M: Parche de profundidad total. Sobrecarpeta. Reconstrucción

A: Parche parcial. Sobrecarpeta. Regeneración.

- **Falla tipo exudación**

Descripción: Este problema se da por una capa delgada de material deficiente en la superficie de una vía que forma una superficie reflectante que a menudo se vuelve pegajosa.

Nivel de Severidad:

Bajo: Ha ocurrido en pequeña medida y es detectable solo unos pocos días al año.

Medio: En este caso se produce cuando el alquitrán, es leve y detectable solo unos pocos días al año.

Alto: Este nivel es común y la mayoría del asfalto se adhiere al calzado y los automóviles por unas semanas del año.

Medida: Normalmente en m² de área deteriorada.

Opciones de Reparación:

B: No es posible realizar cambios.

M: Se agrega arena y/o agregados finalmente se realiza el cilindrado.

A: El problema se encuentra en un nivel alto y extenso.

- **Falla tipo agrietamiento en bloque**

Descripción: Estas son grietas que parten las vías en secciones. Donde presentan variaciones en tamaño desde 0,30 m x 0,3 m hasta 3,0 m x 3,0 m, originadas particularmente a la convulsión del hormigón asfáltico y las fluctuaciones de cambio de clima (temperatura).

Nivel de Severidad:

Bajo: Se encuentra determinada por grietas de severidad baja, definidas por tipo longitudinales y transversales.

Medio: Este nivel se encuentra definido por fisuras de resistencia mediana.

Alto: Bloques determinados por fallas de notable intensidad.

Medida: Normalmente se mide en p2.

Opciones de Reparación:

B: Sella grietas de más de 3,0 mm de ancho. Sellos de riego.

M: Sella grietas, restaura la superficie. Arañazos y choque térmico.

A: Selle grietas, restaure la superficie. Arañazos y choque térmico.

- **Falla tipo por abultamiento y hundimiento**

Descripción: El bache es un ligero movimiento ascendente local de la parte alta de la vía. Se diferencian de los movimientos porque son ocasionados cuando el pavimento es totalmente inestable. Además, la congestión puede ser causada por muchos factores diferentes.

Nivel de Severidad:

Bajo: Proporciona disposición de tráfico baja.

Medio: Originan disposición de transitabilidad media.

Alto: Proporciona alta calidad de tráfico.

Medida: Se miden por metro lineal.

Opciones de Reparación:

B: Imposibilidad de realizar cambios.

M: Reconsiderado en frío. Sellado con profundidad o parcial.

A: Reconsiderado (fresado) en frío. Sellado profundidad o parcial.
Sobrecarpeta.

- **Falla tipo corrugación**

Descripción: Es un problema en el cual una sucesión de crestas y surcos cercanas que se producen a intervalos con poca distancia, a menudo separados por menos de 3,0 m. La pista es perpendicular a la dirección de viaje. Generalmente, es causado por un comportamiento de movimiento asociado con arandelas o cimientos inestables. Si las protuberancias aparecen secuencialmente en un período de menos de 3,0 m.

Nivel de Severidad:

Bajo: Corrugaciones genera un bajo nivel de tráfico.

Medio: En este nivel se genera una calidad de tráfico moderado.

Alto: En este nivel se genera una calidad de tráfico muy grave.

Medida: Normalmente se mide en m².

- **Falla tipo depresión**

Descripción: Estas son áreas locales de pavimento a un nivel ligeramente más bajo que el pavimento circundante. Puede haber abolladuras en las superficies secas debido a las manchas de agua.

Nivel de Severidad:

Bajo: 13.0 - 25.0 m.m.

Medio: 25.0 - 51.0 m.m.

Alto: De 51.0 mm a más.

Medida: Normalmente en m².

- **Falla tipo grieta de borde**

Descripción: Grietas en bordes paralelos, generalmente de 0,30 metros a 0,60 metros desde el borde de la vía. Este problema resulta por la excedente carga de tráfico y puede deberse al debilitamiento del clima debido al subsuelo o al subsuelo cerca del borde de la carretera. El área de este se clasifica según la extensión de la grieta (a veces se pueden quitar los escombros).

Nivel de Severidad:

Bajo: Resquebrajadura de bajo a moderado sin astillarse ni pelarse.

Medio: Moderadamente agrietado, con astillado y pelado.

Alto: Segmentación severa o delaminación en el borde.

Medida: Las fisuras se miden en metros lineales.

- **Falla tipo Reflexión Junta**

Descripción: Sucede solo en la superficie del pavimento de las losas de cemento tipo Portland. No cubre grietas reflectantes en otras tipologías de cimientos (por ejemplo, cemento o cal estabilizada). Este tipo de acontecimiento suceden particularmente por el movimiento de las losas de cemento Portland debajo de la superficie del concreto asfáltico por el calor o la humedad.

Nivel de Severidad:

Bajo: Grietas sin relleno de menos de 10,0 mm de ancho y grietas rellenas de cualquier ancho (material de relleno en buen estado).

Medio: Cualquier fisura, sólida o no, cercada de grietas fortuitas de rigidez media a alta.

Alto: Fisuras abiertas sobre 76.0 mm

Medida: Normalmente se miden en metros lineales.

- **Falla tipo desnivel berma**

Descripción: El nivel del arcén es la diferencia de altura entre el canto de la acera y el bordillo. Este daño es ocasionado por la erosión del terraplén, hundimiento, entre otros.

Nivel de Severidad:

Bajo: La desigualdad de altura entre el borde de la calzada y el arcén es de 25 a 51 mm.

Medio: Desigualdad de 51 mm y 102 mm.

Alto: La oposición de altura es superior a 102 mm.

Medida: Normalmente se calcula en metros lineales.

- **Falla tipo parcheo y acometidos de servicios públicos**

Descripción: Los parches son áreas de la vía que han sido reemplazadas con por nuevo material para optimizar la vía. La reparación; por buena que sea, es un problema.

Nivel de Severidad:

Bajo: El sellado está en buenas y satisfactorias condiciones.

Medio: El sellado está prudentemente deteriorado.

Alto: El sellado se presenta en pésimas condiciones. Necesita un cambio.

Medida: Se calculan en p2.

Opciones de Reparación:

B: Imposible realizar cambios.

M: Sin posibilidad de realizar cambios. Reemplazar el sellado.

A: Reemplazar el sellado.

- **Falla tipo pulimiento de agregados**

Descripción: La causa de este daño es la congestión del tráfico reiterada. Cuando la superficie anterior es suave al tacto, el agarre del neumático del automóvil se reduce considerablemente.

Nivel de Severidad: No tiene ninguna categorización en su estado. Sin embargo, el grado de pulido será importante antes de que se aplique al nivel de la superficie y se considere un defecto.

B, M, A: No se realizan cambios.

- **Falla tipo huecos**

Descripción: Los agujeros son pequeños hoyos en forma de cuenco en el pavimento, generalmente de menos de 0,90 m de diámetro.

Nivel de Severidad:

Tabla1
Niveles de severidad

PMH	Medida media en mm		
	102 - 203 mm	203 - 457 mm	457 - 762 mm
12.7 - 25.4 mm	BUENO	BUENO	MEDIO
Desde 25.4 - 50.8 mm	BUENO	MEDIO	ALTO
Desde 50.8 mm	MEDIO	MEDIO	ALTO

Fuente. Manual PCI, Varela 2002

Medida: La distancia se midió calculando brechas de gravedad baja, media y alta y se registraron por separado.

Opciones de Reparación:

B: Imposible realizar cambios. Sellado parcial o profundo.

M: Sellado parcial o hondo.

A: Sellado recóndito.

- **Falla tipo cruce de vía férrea**

Descripción: Los defectos cruzados son abolladuras o baches en torno.

Nivel de Severidad:

Bajo: Los cruces de ferrocarril proporcionan tráfico de mala calidad.

Medio: Intensidad moderada.

Alto: Intensidad alta.

Medida: El área de intersección es en metros cuadrados del área deteriorada. Si la intersección no afecta la calidad del tráfico, no se debe realizar el registro.

Opciones de Reparación:

B: No se realizan cambios.

M: Sellado ligero o parcial.

A: Sellado superficial o parcial.

- **Falla tipo ahuellamiento**

Descripción: Es un hueco en la superficie de un círculo. Los caminos pueden tener ondulaciones a los lados del camino, pero en muchos casos esto solo se puede ver cuando el camino está lleno de agua después de la lluvia.

Nivel de Severidad:

Bajo: 6,0 - 13,0 mm.

Medio: De 13,0 mm - 25,0 mm.

Alto: De 25,0 mm.

Medida: Normalmente en m² y la severidad según la hondura de la huella.

Opciones de Reparación:

B: No se realizan cambios. Fresado y sobrecarpeta.

M: Sellado superficial o parcial.

A: Sellado superficial o parcial.

- **Falla tipo desplazamiento**

Descripción: Este tipo sucede porque existe un movimiento longitudinal permanente del área local del pavimento debido a las diferentes cargas de tráfico sobre la vía. Es decir, cuando bloquea la acera, crea una ola corta y repentina en el camino.

Nivel de Severidad:

Bajo: Hace que la calidad del flujo sea baja.

Medio: Calidad de tráfico de intensidad media.

Alto: La calidad del tráfico conduce a una gran importancia.

Medida: Normalmente en m. y se mide por según la medida al calcular la huella.

Opciones de Reparación:

B: No se realizan cambios. Fresado.

M: Superficie aproximada o parcialmente reparada. (Parcheo)

A: Superficie aproximada o parcialmente reparada. (Parcheo)

- **Falla tipo hinchamiento**

Descripción: Este problema se caracteriza por el alabeo hacia la parte superior del pavimento, creando una ola hacia delante de más de 3.0 m de longitud. Además, produciendo que existan grietas en la superficie.

Por lo tanto, este daño se debe al sustrato congelado o al suelo potencialmente en expansión.

Nivel de Severidad:

Bajo: La inflación conduce a una baja calidad del flujo. Un bache leve no siempre es fácil de notar, pero se puede detectar en caminos con velocidad restringida.

Medio: La hinchazón provoca una calidad de envío moderada

Alto: La expansión conduce a una alta calidad de flujo.

Medida: Normalmente se miden en metros cuadrados.

Opciones de Reparación:

B: No se realizan cambios. Fresado.

M: No se realizan cambios. Regeneración.

A: Reconstruir.

Geomallas: Según los materiales geosintéticos que se componen, principalmente de poliéster, polipropileno y/o polietileno de alta resistencia y tienen la función de reforzar y estabilizar el suelo. La geomalla complementa la resistencia a la tracción que el suelo puede sufrir por las cargas externas. Por lo tanto, su uso permite que el terreno específico reciba mayores cargas y las distribuya uniformemente de manera que prolongue su durabilidad y reduzca el riesgo de deslizamientos. (Bermúdez, W. y Alvarez, L., 2020)

Clasificación de geomallas

Geomalla Uniaxial: Tiene toda la resistencia en una sola dirección. Consiste en tiras espaciadas longitudinalmente llamadas "costillas" unidas lateralmente por juntas delgadas de

baja resistencia. Esta geomalla es adecuada para lugares donde la dirección de la carga se conoce de antemano; por ejemplo, en el refuerzo de pendientes, se utiliza como refuerzo principal para proporcionar resistencia al suelo y dar a la pendiente un ángulo de pendiente casi vertical (Bermúdez, W. y Alvarez, L., 2020).

Geomalla Biaxial: Están diseñados para un rendimiento de servicio pesado y pueden distribuir la carga en un área más amplia de lo habitual. Esto aumenta su uso en la estabilización de bases. Además, las nervaduras verticales forman una rejilla que se puede abrir en diferentes tamaños de rejilla para permitir la entrada de tierra o rocas. Su uso reduce significativamente el tiempo de construcción y garantiza el ahorro de costes, ya que se reducen los áridos necesarios, ya que se puede sustituir la última resistencia por una geomalla. (Bermúdez, W. y Alvarez, L., 2020)

Geomalla Triaxial: El uso de estas geomallas aumenta la capacidad portante del pavimento, haciéndolo muy bueno en suelos con baja resistividad. Además, puede reducir significativamente el espesor de las capas de material necesarias para su construcción. Reducir el espesor de las cimentaciones permite ahorrar en costes de transporte y compactación del material. Además, el proceso de construcción fácil de instalar reduce significativamente el tiempo de construcción. (Bermúdez, W. y Alvarez, L., 2020)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el diseño de un pavimento flexible utilizando geomalla como refuerzo en la subrasante para la infraestructura vial Parcoy-Llacuabamba, Pataz 2022?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Realizar el diseño de un pavimento flexible utilizando geomalla como refuerzo en la subrasante para la infraestructura vial Parcoy-Llacuabamba, Pataz, 2022.

1.3.2. Objetivos Específicos

OE1: Realizar el estudio de tráfico de la carretera Parcoy-Llacuabamba.

OE2: Conocer las características físicas y mecánicas de la subrasante.

OE3: Determinar los espesores de capas y carpeta asfáltica del pavimento incorporando la geomalla triaxial.

OE4: Comparar el soporte de carga mediante compresión utilizando geomalla y sin geomalla triaxial en la subrasante.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipotesis General

Se realizó el diseño de un pavimento flexible utilizando geomalla como refuerzo en la subrasante para la infraestructura vial Parcoy-Llacuabamba, logrando aumentar su resistencia.

1.4.2. Hipotesis Específicos

HE1: Se realizó el estudio de tráfico de la carretera Parcoy-Llacuabamba.

HE2: Se logró conocer las características físicas y mecánicas de la subrasante.

HE3: Se determinaron los espesores de capas y carpeta asfáltica del pavimento incorporando la geomalla triaxial.

HE4: Se logró comparar el soporte de carga mediante compresión utilizando geomalla y sin geomalla triaxial en la subrasante.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Según el propósito

La presente investigación será de tipo aplicada; ya que, de acuerdo con Hernández y Mendoza (2018) un estudio aplicado no sólo busca generar aportes teóricos, sino que, en base a ello, tiene la intención de que se ejecute. Es así que en la investigación se busca realizar el diseño de un pavimento flexible mediante la incorporación de geomalla como refuerzo en la subrasante.

Según el diseño

La presente investigación posee un diseño de investigación experimental; ya que, según Arias y Covinos (2021) la finalidad de la investigación experimental es conocer los cambios que se dan en una variable dependiente al modificar una o varias independientes. En la investigación, primero se definió el tratamiento (incorporación de geomallas y el porcentaje de compactación), se especificaron las variables que se iban a medir en cada unidad; y, finalmente la cantidad de unidades experimentales en cada grupo mediante el diseño de un pavimento flexible con la incorporación de geomallas.

El enfoque de la presente investigación es cuantitativa; ya que, según Carrasco (2019) estos métodos rechazan el modelo de las ciencias naturales porque reconocen las marcadas diferencias que existen entre el estudio de la sociedad y el de la naturaleza y destacan la importancia de entender las significaciones intersubjetivas de los actores sociales, es así que la investigación con la recolección de datos y el análisis de estos de forma organizada logrará

determinar si el diseño de un pavimento flexible con la incorporación de geomalla en la subrasante es beneficioso.

2.1.1. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Variable Independiente: Refuerzo de la subrasante con Geomalla	Son materiales geosintéticos que consisten en una superficie uniforme formada principalmente por poliéster, polipropileno y/o polietileno de alta intensidad presentada en forma de rectángulo en forma de tiras y unida por un punto llamado nodo. (Geoaceperu, 2020).	El uso de estas geomallas mejora la capacidad portante en pavimentos lo que lo hace muy bueno en suelos de baja resistencia. Además, permite reducir considerablemente el espesor de capas de material necesario para la construcción de este. La disminución de espesor de la capa base conlleva al ahorro de costos de acarreo y compactación del material. (Almendarez & Reyes, 2017).	Capacidad Portante Periodo de Vida	Ensayo CBR Esal	Guía de observación
Variable Dependiente: Diseño de un Pavimento flexible	Según Taipe (2016) conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas vehiculares provocadas por el tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada trabazón del material con el que están en contacto.	El uso de Pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parkings. (Ecured, 2019).	Propiedades Mecánicas	-Proctor modificado -Clasificación de suelos según el método AASHTO y SUCS -Ensayo de los límites de Atterberg. -California Bearing Ratio "CBR"	Guía de observación

Nota. Elaboración propia

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1 Población

Según Álvarez (2020) una población es la totalidad de sujetos o elementos que tienen características comunes, es delimitado por el investigador según los criterios que considere pertinentes. La población en la presente investigación queda constituida por la infraestructura vial del distrito de Parcoy que consta de 3+000 km.

2.2.2 Muestra

Según Hernández y Sampieri (2018) la muestra es un subconjunto de la población, quiere decir que esta debe tener las mismas características generales de la población. La muestra en la presente investigación estará constituida del 0+000 km al 3+000 km de la infraestructura vial de Parcoy – Llacuabamba del distrito de Parcoy con una Latitud: -8.035, Longitud: -77.4819, 8° 2' 6" Sur, 77° 28' 55" Oeste.

Técnica de muestreo

En la presente investigación, la muestra que se utilizará será de tipo no probabilístico y por conveniencia, debido que la muestra en este caso no se obtendrá por medio de un criterio estadístico, sino por un juicio técnico y conveniente de parte de los investigadores, con el fin de tener una mayor facilidad y accesibilidad de obtención y registro de datos de campo. Siendo así que la muestra quedó definida como el pavimento flexible de la infraestructura vial Parcoy-Llacuabamba del distrito de Parcoy.

Tamaño de muestra

Se realizará la exploración a tajo abierto de 6 calicatas, que permita evaluar equitativamente el área de estudio, serán elaboradas a una profundidad de 1.5 m y 2 calicatas x km, como demanda la norma de pavimentaciones. Para realizar los siguientes ensayos:

- Ensayo por humedad según la Norma NTP 339.127
- Ensayo granulometría por tamizado NTP 339.128
- Límites de Atterberg ASTM D423
- Clasificación de suelos SUCS/AASHTO
- Proctor modificado ASTM D 1557
- Índice de CBR ASTM D 1883

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Análisis documental: Se recopilará la información y se realizará la investigación bibliográfica referente al tema en investigación en este caso diseño de pavimentos flexibles e incorporación de geomallas en la subrasante de un pavimento, entre otros conceptos.

Observación: La Observación según Koro (2021) es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

Ficha Resumen: Serán para las calicatas: equipos y herramientas de laboratorio como: tamices, balanza, molde, prensa, compactador, entre otros., maquinaria liviana de campo para las muestras, fichas de toma de datos en campo. Anexos (tabla 17 - tabla 23)

Guías de Observación: Las Guías, según Hernández y Sampieri (2019) son un conjunto de herramientas y procedimientos que se utilizan para adquirir información y conocimiento. En la presente investigación los instrumentos a utilizar serán guías de observación, fichas de recolección de datos, fichas de análisis de laboratorio, reportes, entre otras. Cabe resaltar que los certificados por el laboratorio, estarán especificados de acuerdo a los ensayos realizados en la muestra y la dosificación, la cual estará firmada por el ing. Jorge Barrantes Villanueva, representante legal del laboratorio “Grupo IMG”. Anexo (figura 28-figura 69)

Análisis de datos: Para el análisis de datos de la presente investigación, se utilizarán gráficos estadísticos y tablas de frecuencia,s por lo que se emplearán programas operativos como Excel.

2.4.Procedimiento para el desarrollo de la tesis

Trabajo en campo:

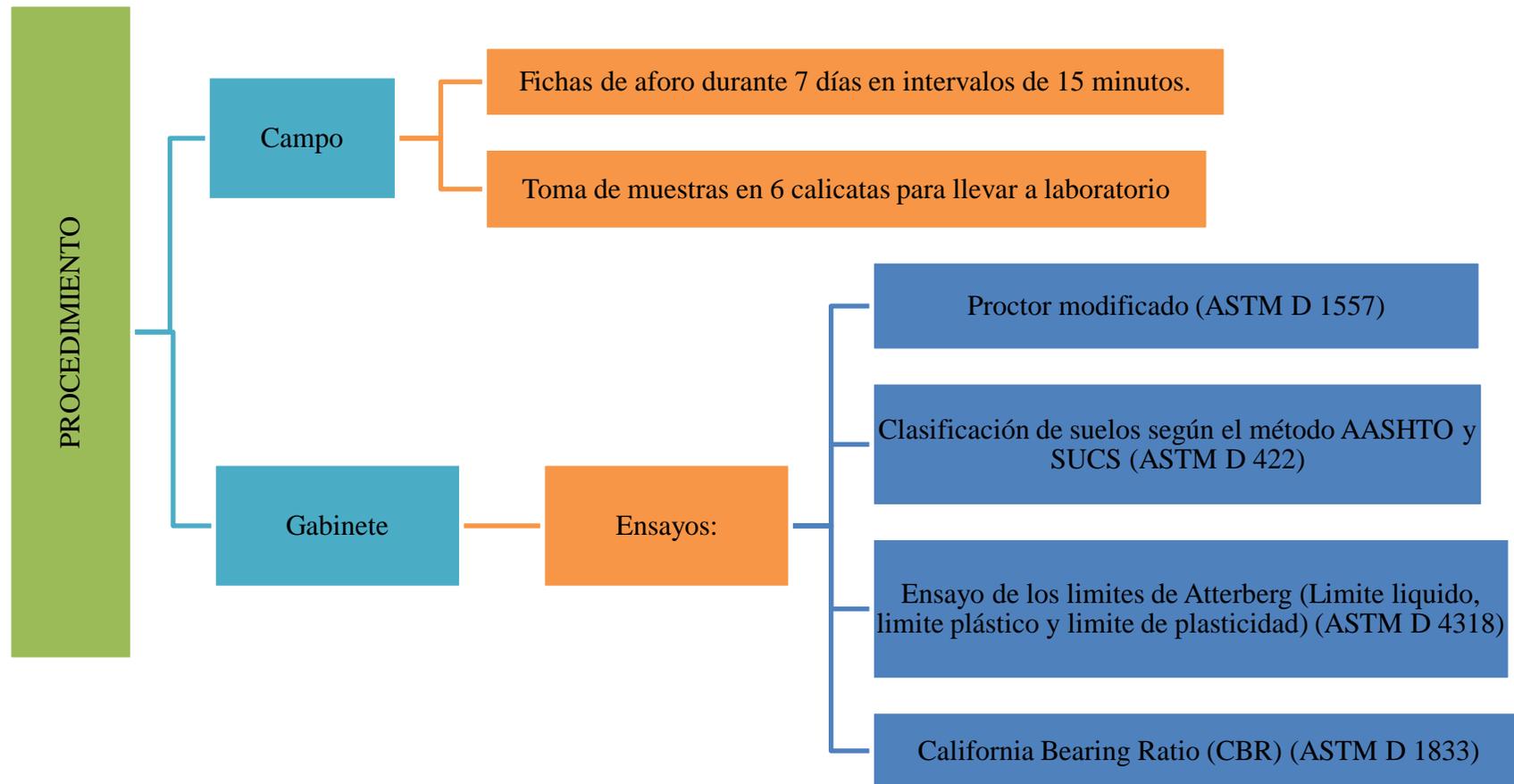
- Para realizar el primer objetivo específico se realizó el estudio de tráfico vehicular de la carretera Parcoy – Llacuabamba, se trabajó durante los 7 días de la semana de Lunes a Domingo, con fichas de aforo cada 15 minutos para poder obtener horas picos, además se determinaron las características propias del lugar como la ubicación, geología local y reconocimiento del terreno.
- Para conocer las propiedades mecánicas del suelo se realizaron 6 calicatas a lo largo de la carretera Parcoy- Llacuabamba en puntos estratégicos.

Trabajo en gabinete:

- Para conocer las características físicas y mecánicas del suelo de la carretera Parcoy – Llacuabamba se llevó a laboratorio las muestras obtenidas para realizar los siguientes ensayos:
 - Proctor modificado (ASTM D 1557)
 - Clasificación de suelos según el método AASHTO y SUCS (ASTM D 422)
 - Ensayo de los límites de Atterberg (Límite líquido, límite plástico y límite de plasticidad) (ASTM D 4318)
 - California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D 1833)
- Seguidamente de obtener todos los resultados se procedió a realizar los ensayos para los espesores de capas y diseño de pavimento flexible, analizando el beneficio de las propiedades físico y mecánicas de la subrasante con geomalla triaxial y sin geomalla triaxial.
- Finalmente obtener las estimaciones que favorece los resultados de la geomalla con respecto a su incorporación a la subrasante y realizar una comparación de beneficios, para poder elaborar las discusiones y conclusiones de la presente tesis.

Figura 4

Flujograma de procedimiento



Nota. Elaboración propia

PROCEDIMIENTO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

- *Ensayo de limite de consistencia*

Equipos empleados: Balanza digital de precisión, copa casagrande, recipientes, estufa con control de temperatura.

A. Contenido de humedad: Primero se extraen las muestras de las calicatas, seguidamente se pesa en el recipiente en donde se pone la arena, se pesa el recipiente con la arena, se lleva al horno durante 24 horas, finalmente se emplean las fórmulas para poder encontrar los resultados.

B. Limite liquido: Primero se pulveriza la muestra de arena con un martillo, luego se tamiza la muestra por la malla N° 40, seguidamente se toma 200 gr. de la muestra para poder realizar el ensayo, se agrega 20 ml de agua a la muestra, finalmente se mezcla la muestra con el agua con una espátula hasta llegar a una consistencia pastosa, se coloca una parte de la muestra en la copa de Casagrande, para proceder con el acanalador separar 13 mm, finalmente se cuentan los golpes dados con el cono de Casagrande hasta que el canal cierre.

C. Limite plástico: Se toman muestras de arena con diferentes cantidades de humedad, se amasa hasta poder hacer una esfera, se hacen pequeños barriles en tiras, se giran sobre el vidrio y finalmente se digitan los resultados en tablas.

- *Ensayo granulométrico*

Equipos empleados: Balanza digital de precisión, horno a temperaturas 110° C+- 5° C, bandeja y cepillo metálico, juego de tamices: N° 4,

N°8, N° 10, N° 16, N° 20, N° 30, N° 40, N° 50, N° 60, N° 100, N° 200
más tapa y fondo.

Se pesa la tara a utilizar para la toma de muestra, se agrega la muestra de manera vertical y en caída libre en la tara para ser pesado y luego llevarlo al horno por 24 horas, se retira la muestra del horno y se deja enfriar al aire libre, luego pesamos la muestra para determinar el contenido de humedad del material, se procede a lavar la muestra, para estos procesos se necesita la malla N° 200, después de lavado por la malla N° 200, el material retenido debe secarse en el horno por 24 horas, luego de las horas antes mencionadas se extrae el material y se pesa. Finalmente se determina el porcentaje de finos, se lavan, pesamos y se toman datos.

- ***Ensayo Proctor modificado***

Equipos empleados: Moldes cilíndricos de 4 pulgadas, pisón o martillo, horno a temperaturas $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, balanza digital de precisión, tamices ($\frac{3}{4}$ pulgadas, $\frac{3}{8}$ pulgadas, n°4) y bandejas.

Para el ensayo de Proctor modificado primero se seca, se desmenuza con un mazo de goma y se tamiza la muestra aplicando el procedimiento indicado en la norma, seguidamente se obtiene una muestra de unos 36 kg y se cuartea en porciones de 6 kg cada una, luego se pesa el molde con la base y sin el collar superior; una vez pesado se le coloca el collar, se mezcla una porción de suelo con una cantidad determinada de agua, se coloca dentro del molde la quinta parte, aproximadamente, de la porción mezclada; su altura debe ser uniforme.

El suelo se compacta en cinco capas sucesivas. Cada una recibe 60 golpes de la maza, distribuidos uniformemente donde la última capa compactada debe entrar aproximadamente 1 cm dentro del collar compactadas las cinco capas se retira el collar y se enrasa el suelo, se pesa el molde con el suelo, se extrae el suelo del molde y se toma una muestra representativa del suelo compactado, no inferior a 100 g, a la que se le determina la humedad. Finalmente, el ensayo completo se repite con las otras porciones de 6 kg, mezclándolas con diferentes cantidades de agua.

- ***Ensayo de CBR***

Equipos empleados: Pisón o martillo, placa perforada + vástago, collarín, espaciador, pesas en forma de anillos, dial de deformación, indicador de presión.

Primero se realiza la determinación de la humedad óptima y densidad máxima de las muestras de suelo mediante el ensayo Proctor modificado o normal, se añade agua a una muestra de suelo para alcanzar la humedad óptima, se compacta la muestra en tres moldes CBR estandarizados de 15,24 cm de diámetro y 17,78 cm de altura. La muestra se compacta en 3 capas por molde siendo la energía de compactación de cada molde de 15, 30 o 60 golpes por capa mediante una maza de 2,5 kg que se deja caer libremente desde una altura de 305 mm, posteriormente se enrasa el molde, se desmonta y se vuelve a montar invertido, se sumergen los moldes en agua (en algunas modalidades de ensayo no se sumerge la muestra), se coloca la placa perforada y el vástago así como los pesos necesarios para calcular la

sobrecarga calculada, se coloca el trípode de medida sobre el borde del molde, coincidiendo el vástago del microcomparador.

Toma de medidas diarias del microcomparador durante al menos 4 días, se saca la muestra del agua, escurrir y secar exteriormente.

Finalmente se aplica la carga sobre el pistón de penetración mediante la prensa CBR y tomar las lecturas de la curva presión penetración.

Aspectos éticos

En este trabajo de investigación, se han planteado reglas, códigos y pautas para enrumbar la realización de la presente tesis de investigación. las pautas se realizaron respetando las referencias y citas bibliográficas de los autores mencionados en el texto.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

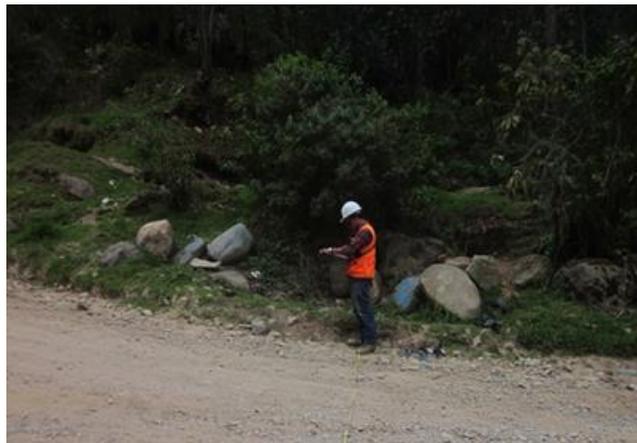
OE1: Realizar el estudio de tráfico de la carretera Parcoy-Llacuabamba.

Características del lugar:

De acuerdo con los datos obtenidos del lugar de estudio de tráfico de la carretera Parcoy – Llacuabamba con Latitud: -8.035, Longitud: -77.4819, 8° 2' 6" Sur, 77° 28' 55" Oeste, se realizará un diseño de pavimento flexible para mejorar el tramo Parcoy – Llacuabamba como vía de comunicación. Esta vía tiene una extensión de 3.0 km.

Figura 5

Conteo Vehicular



Nota: Elaboración propia

Ubicación y reconocimiento del terreno de la carretera Parcoy-Llacuabamba

Se han identificado las siguientes comunidades en el Área de Influencia del proyecto:

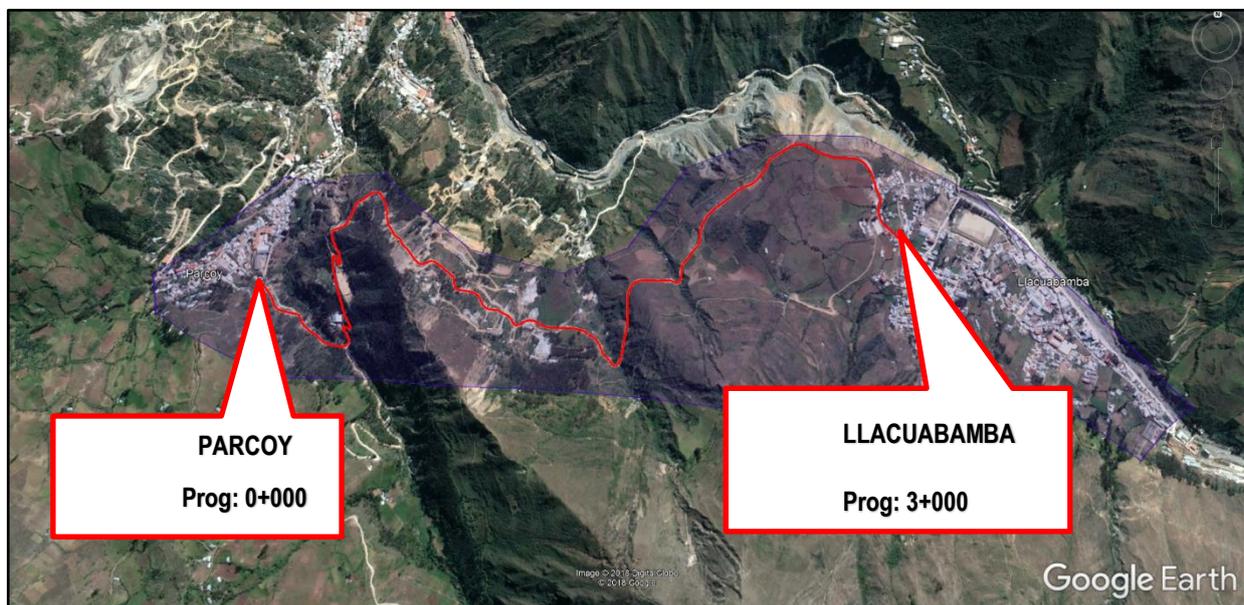
- **Parcoy:** El ámbito de la comunidad de Parcoy, tiene una población de 2,390 habitantes, sus actividades principales son forestales, agricultura, minería y pecuaria, caracterizada por el uso de tecnología tradicional, deficiente manejo de los recursos naturales, uso irracional de suelos y pastos, escasa asistencia técnica y capacitación. Parcoy se encuentra ubicado a una altura promedio de 3135 msnm. Existe un Centros

Educativos de Inicial, Nivel Primaria, Nivel Secundaria y Superior y un módulo asistencial de salud. Se encuentra en la progresiva 0+000 km, como inicio del Proyecto.

- **Llacuabamba:** A una altura de 3174 msnm se ubica en la progresiva 3+000 km en dirección Noreste. Cuenta con una población de 3,863 habitantes, sus actividades principales son forestales, agricultura, minería y pecuaria. Sus actividades sociales y económicas las realizan hacia el distrito de Parcoy a donde se dirigen por un camino de herradura y parte de la carretera Tipo Trocha Llacuabamba - Parcoy. Llacuabamba posee centro educativo de Nivel Inicial, Primaria y Secundaria, nivel Superior no tiene por lo que los jóvenes estudiantes tienen que ir caminando hasta el Distrito de Parcoy.

Figura 6

Mapa de la infraestructura vial que une las localidades Parcoy-Llacuabamba



Fuente. Google Earth

SUPERFICIE

El Distrito de Parcoy tiene una extensión total de 304.99 km², lo que significa el 7.26% de la superficie Provincial de Pataz.

LÍMITES.

Por el Norte : Distrito de Pías

Por el Sur : Distrito de Chilia

Por el Este : Distrito de Buldibuyo

Por el Oeste : Distrito de Huayo

Coordenadas : Latitud: -8.035, Longitud: -77.4819, 8° 2' 6" Sur, 77° 28' 55"

FISIOGRAFÍA

El ámbito geográfico que comprende el área en estudio presenta variadas geoformas que son el resultado de la interacción de factores tectónicos, climáticos, así como procesos hidroerosivos que han actuado sobre ellos. El modelado de la superficie permite la diferenciación de dos paisajes perfectamente definidos: el aluvial y el colinoso.

El primero, el paisaje aluvial está constituido tanto por la acumulación de materiales aluviónicos recientes como antiguos depositados por causas fluviales mayores y menores que discurren a través del área de influencia, su relieve topográfico es predominantemente plano y las tierras de nivel más bajo con respecto a los cauces fluviales principales están sujetas generalmente a problemas de inundación, se trata de los bajíos y quebradas. Se encuentra ubicado en la cuenca del río moche.

El paisaje colinoso tiene escasa representatividad en el área y está constituido mayormente por sedimentos arcillosos del terciario continental.

Los rasgos topográficos se encuentran caracterizados por relieves planos predominantes que presentan ondulaciones suaves de convexidades más o menos amplias, que alternan con superficies onduladas más pronunciadas, representadas por quebradas bajas, ligera a moderadamente disectadas.

El distrito presenta la siguiente topografía en relación al total distrital:

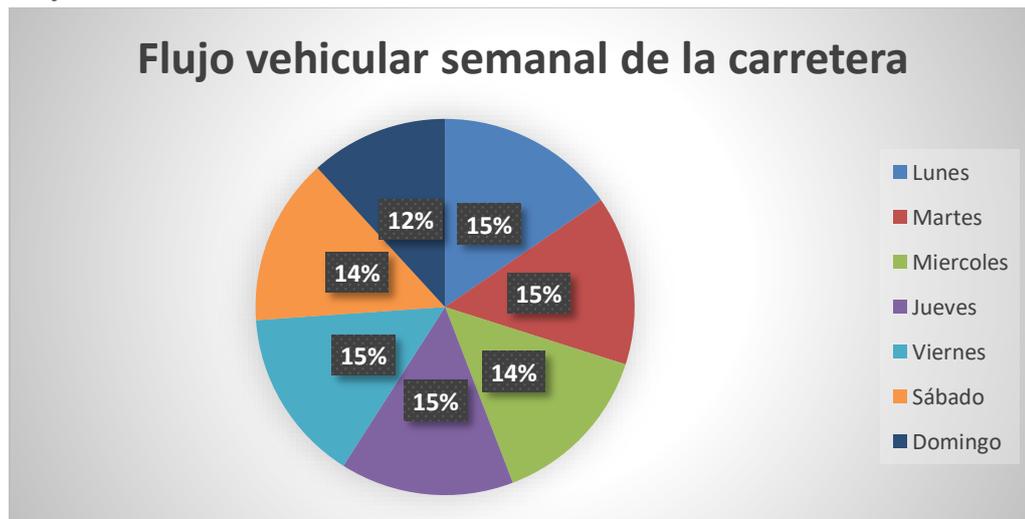
- a) Llana : 15 %
- b) Ondulada : 35 %
- c) Accidentada : 50 %

Tabla 3
Aforo de la vía en estudio durante los 7 días: lunes, martes y miércoles. jueves, viernes, sábado y domingo.

Día	Total	Porcentaje	
Lunes	395	15.38	%
Martes	374	14.56	%
Miercoles	366	14.25	%
Jueves	381	14.83	%
Viernes	382	14.87	%
Sábado	369	14.36	%
Domingo	302	11.76	%
TOTAL	2569	100.00	%

Nota. El formato de guía de aforo vehicular se adjunta en Anexos desde la tabla N° 17 hasta la tabla N° 23, predominando el día martes con mayor porcentaje de vehículos “Hatch Back”.

Figura 7
Flujo vehicular semanal de la carretera.



Nota. Flujo vehicular semanal que transita por la vía en estudio, siendo el lunes, martes, jueves y viernes con mayor tránsito vial de un 15%.

OE2: Conocer las características físicas y mecánicas de la subrasante.

Se realizaron 6 calicatas en la capa de la subrasante a tajo abierto distribuidos adecuadamente que permita evaluar equitativamente el área de estudio de 3 km, fueron elaboradas a una profundidad de 1.5 m y de distancia a cada 500 m, según el manual de carreteras, 2014.

Tabla 4
Profundidad de excavación de las 6 calicatas de la capa subrasante.

Nº	CALICATA	PROFUNDIDAD (m)
1	CALICATA 01	1.5
2	CALICATA 02	1.5
3	CALICATA 03	1.5
4	CALICATA 04	1.5
5	CALICATA 05	1.5
6	CALICATA 06	1.5

Nota. Elaboración propia

Se observó un pavimento flexible en mal estado con la presencia de subbase de 0.15 m y base de 0.20 m, para conocer las características física y mecánicas del suelo de la capa subrasante se tubo que realizar 6 calicatas de 1.5 m de profundidad, se evidencia la presencia de materia orgánica, suelo arenoso fino de color marrón claro, conformado principalmente por arenas con finos clasificados SC, posee consistencia. El proceso de excavación es sencillo para los ensayos realizados en laboratorio para determinar las características físicas y mecánicas de la subrasante y fueron las siguientes:

Tabla 5
Ensayos de laboratorio realizados

ENSAYOS	NORMA
Humedad Natural	NTP 339.127
Granulometría por Tamizado	NTP 339.128
Límites de Atterberg	ASTM D423
Clasificación de suelos	SUCS/AASHTO
Proctor modificado	ASTM D 1557
Índice de CBR	ASTM D 1883

Nota. Ensayos realizados para determinar las características físicas y mecánicas de la subrasante de la zona en estudio.

Tabla 6
Resumen de los resultados de los ensayos de laboratorio

Descripción	Granulometría			Límites de consistencia			Proctor modificado		CBR	
	Grava	Arena	Finos	L.L.	L.P.	I.P.	Máxima densidad seca	Humedad óptima	al 95%	al 95% con geomalla
Calicata N° 01	3.90%	66.40%	29.80%	22.3	13.7	8.6	1.58	4.4	5	29.3
Calicata N° 02	3.20%	67%	29.80%	25.8	12.1	13.7	1.57	4.5	4.9	32
Calicata N° 03	3.30%	67.40%	29.30%	25.6	12.7	13	1.58	4.5	5	29.6
Calicata N° 04	3.90%	67%	11.70%	22.5	12.4	10.1	1.58	4.5	4.9	31.8
Calicata N° 05	3.90%	67.50%	28.60%	28.5	15.7	12.8	1.57	5	5	31.8
Calicata N° 06	4.00%	67.60%	28.40%	26.1	13.9	12.2	1.58	4.5	4.8	31.8

Nota. Tabla resumen de los ensayos realizados a las muestras de las 6 calicatas.

Tabla 7
Perfil estratificado de la Calicata N°01

GRANULOMETRIA			SUCS	DIAMETRO MAXIMO	LIMITES CONSISTENCIA			w (%)
GRAVA	ARENA	FINOS			L.L.	L.P.	I.P.	
3.90%	66.40%	29.80%	SC	12.5 mm	22.3	13.7	8.6	6.7%

Nota. Se evidencia la presencia de suelo arenoso fino color marrón claro, conformado principalmente por arenas con finos clasificados SC, posee consistencia.

Tabla 8
Perfil estratificado de la calicata N°02

CALICATA: C – 2								
GRANULOMETRIA			SUCS	DIAMETRO MAXIMO	LIMITES CONSISTENCIA			w (%)
GRAVA	ARENA	FINOS			L.L.	L.P.	I.P.	
3.20%	67.00%	29.80%	SC	12.5 mm	25.8	12.1	13.7	7.20%

Nota. Se evidencia la presencia de suelo arenoso fino color marrón claro, conformado principalmente por arenas con finos clasificados SC, posee consistencia.

Tabla 9
Perfil estratificado de la calicata N°03

CALICATA: C – 3								
GRANULOMETRIA			SUCS	DIAMETRO MAXIMO	LIMITES CONSISTENCIA			w (%)
GRAVA	ARENA	FINOS			L.L.	L.P.	I.P.	
3.30%	67.40%	29.30%	SC	12.50 mm	25.6	12.7	13	7.30%

Nota. Se evidencia la presencia de suelo arenoso fino color marrón claro, conformado principalmente por arenas con finos clasificados SC, posee consistencia.

Tabla 10
Perfil estratificado de la calicata N°4

CALICATA: C – 4								
GRANULOMETRIA			SUCS	DIAMETRO MAXIMO	LIMITES CONSISTENCIA			w (%)
GRAVA	ARENA	FINOS			L.L.	L.P.	I.P.	
3.90%	67.00%	11.70%	SC	12.5 mm	22.5	12.4	10.1	7.10%

Nota. Se evidencia la presencia de suelo arenoso fino color marrón claro, conformado principalmente por arenas con finos clasificados SC, posee consistencia.

Tabla 11
Perfil estratificado de la calicata N°05

CALICATA: C – 5								
GRANULOMETRIA			SUCS	DIAMETRO MAXIMO	LIMITES CONSISTENCIA			w (%)
GRAVA	ARENA	FINOS			L.L.	L.P.	I.P.	
3.90%	67.50%	28.60%	SC	12.5 mm	28.5	15.7	12.8	7.20%

Nota. Se evidencia la presencia de suelo arenoso fino color marrón claro, conformado principalmente por arenas con finos clasificados SC, posee consistencia.

 Tabla 12
Perfil estratificado de la calicata N°6

CALICATA: C – 6								
GRANULOMETRIA			SUCS	DIAMETRO MAXIMO	LIMITES CONSISTENCIA			w (%)
GRAVA	ARENA	FINOS			L.L.	L.P.	I.P.	
4.00%	67.60%	28.40%	SC	12.5 mm	26.1	13.9	12.2	7.10%

Nota. Se evidencia la presencia de suelo arenoso fino color marrón claro, conformado principalmente por arenas con finos clasificados SC, posee consistencia.

 Tabla 13
Resultados del ensayo de compactación (Proctor modificado)

MUESTRA	MÁXIMA DENSIDAD SECA	HÚMEDAD OPTIMA
	(kg/cm ³)	(%)
CALICATA N°01	1.58	4.4
CALICATA N°02	1.57	4.5
CALICATA N°03	1.58	4.5
CALICATA N°04	1.58	4.5
CALICATA N°05	1.57	5
CALICATA N°06	1.58	4.5

Nota. El ensayo de compactación permite la estabilización del suelo mejorando y aumentando las propiedades físicas del suelo, para obtener resistencia al corte y relación de vacíos deseados.

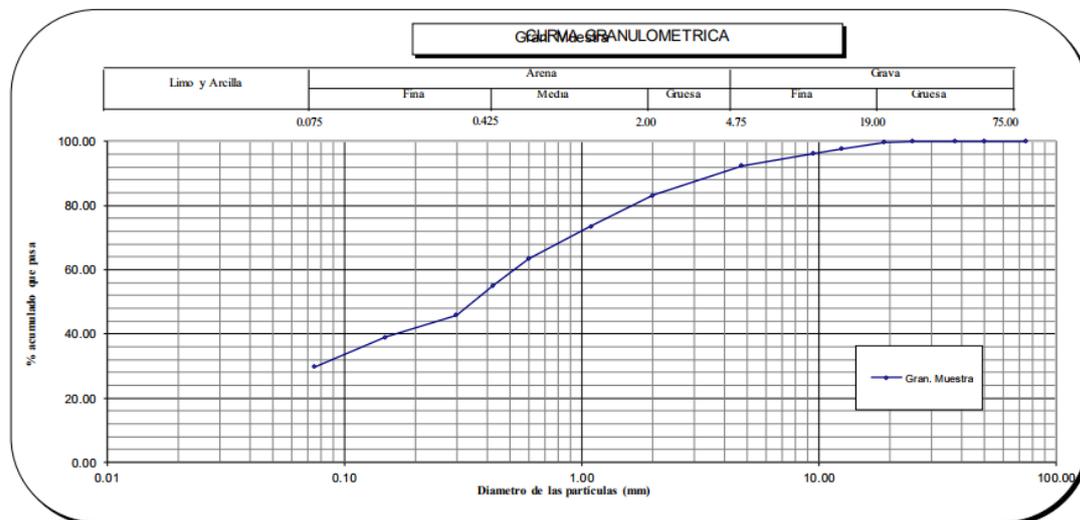
Tabla 14
Resultados del ensayo de Índice de CBR de la subrasante

MUESTRA	CBR al 95% PATRON (%)	CBR al 95% CON GEOMALLA
		(%)
CALICATA N°01	5	29.3
CALICATA N°02	4.9	32
CALICATA N°03	5	29.6
CALICATA N°04	4.9	31.8
CALICATA N°05	5	31.8
CALICATA N°06	4.8	31.8

Nota. El ensayo de CBR es un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como subrasante, sub base y base en el diseño de pavimentos, en el presente ensayo se obtuvo que el cbr al 95% es de 5% para la calicata N° 1, 4.9% para la calicata N°2, 5% para la calicata N°3, 4.9 para la calicata N°4, 5% para la calicata N°5 y 4.8% para la calicata N°6; mientras que el CBR al 95% con geomalla se obtuvo que 29.3% para la calicata N° 1, 32% para la calicata N°2, 29.6% para la calicata N°3, 31.8 para la calicata N°4, 31.8% para la calicata N°5 y 31.8% para la calicata N°6.

Figura 8

Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N°01

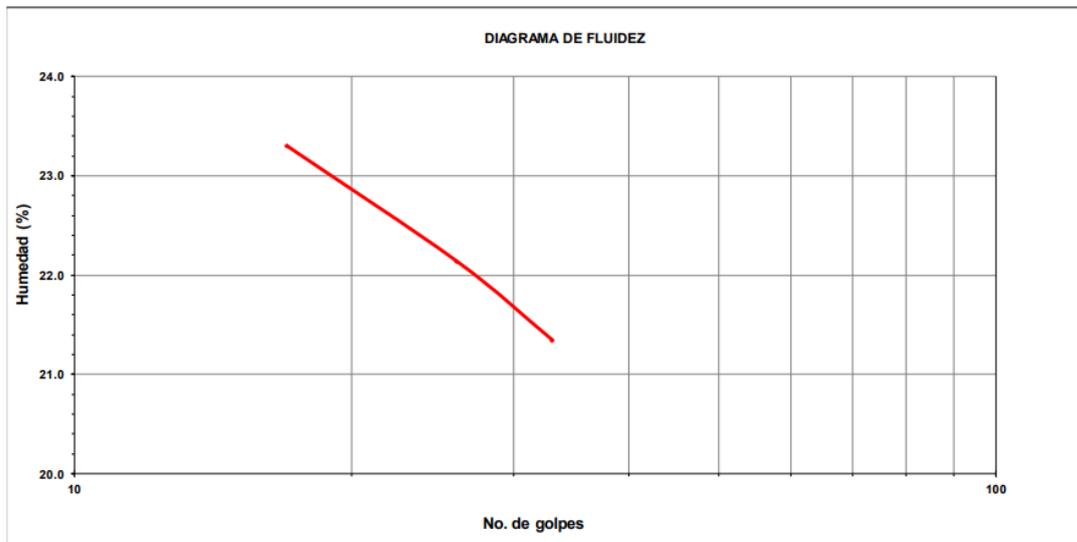


Nota. Se visualiza que la muestra no tiene presencia de gravas y es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico, además tiene una humedad natural de 6.7. Donde el límite de consistencia es grado de cohesión de partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

A) Limite plástico: Es el contenido de humedad que corresponde a una frontera convencional entre los estados semi-líquido y plástico, en el cual el suelo fluiría suficientemente como para cerrar una ranura de ancho determinado.

Figura 9

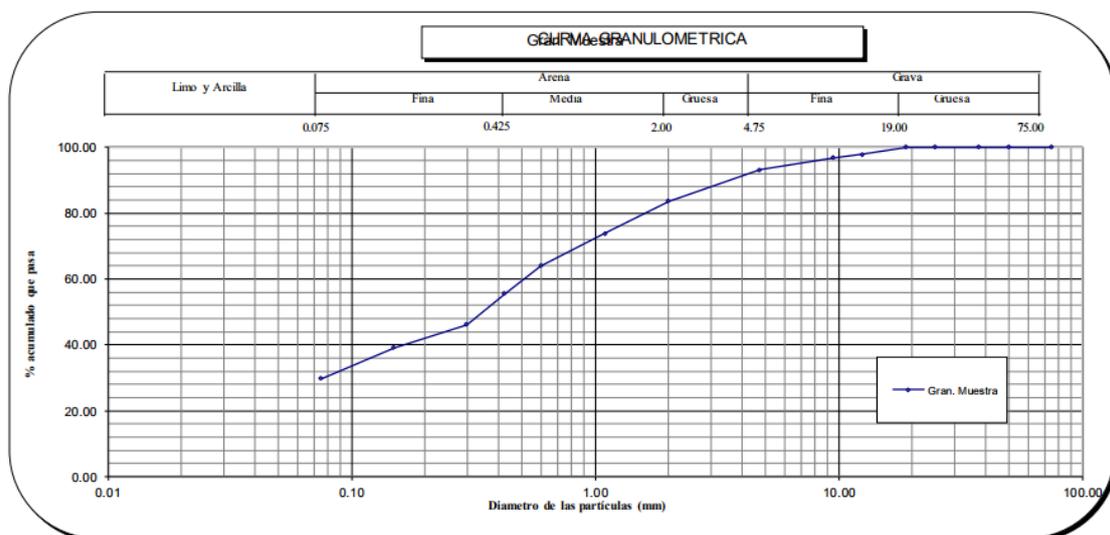
Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 1



Nota. Se visualiza que no tiene presencia de gravas, es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico y alta cantidad de finos con mediana plasticidad.

Figura 10

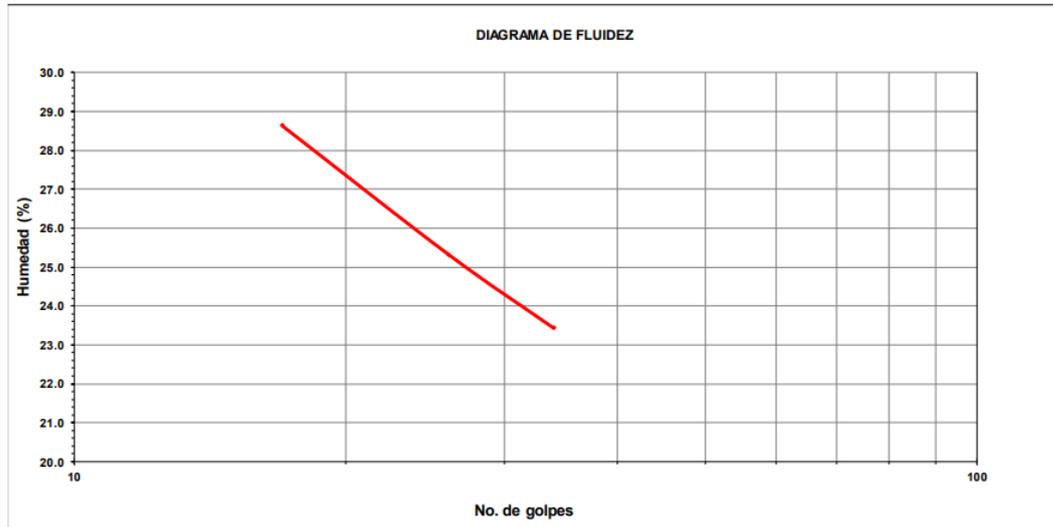
Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N° 02



Nota. Se visualiza que la muestra no tiene presencia de gravas y es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico además tiene una humedad natural de 7.2%.

Figura 11

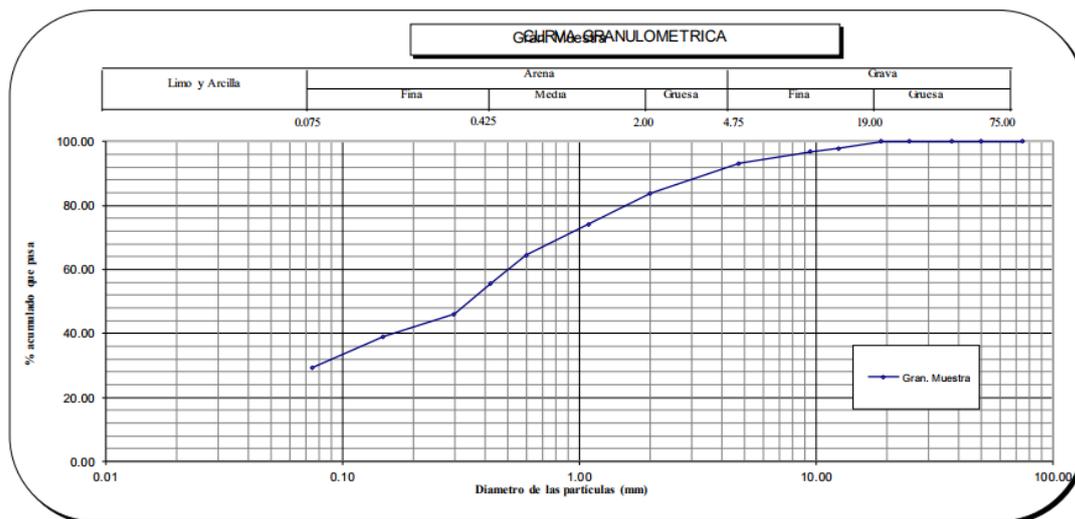
Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 02



Nota. Se visualiza que no tiene presencia de gravas, es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico y alta cantidad de finos con mediana plasticidad.

Figura 12

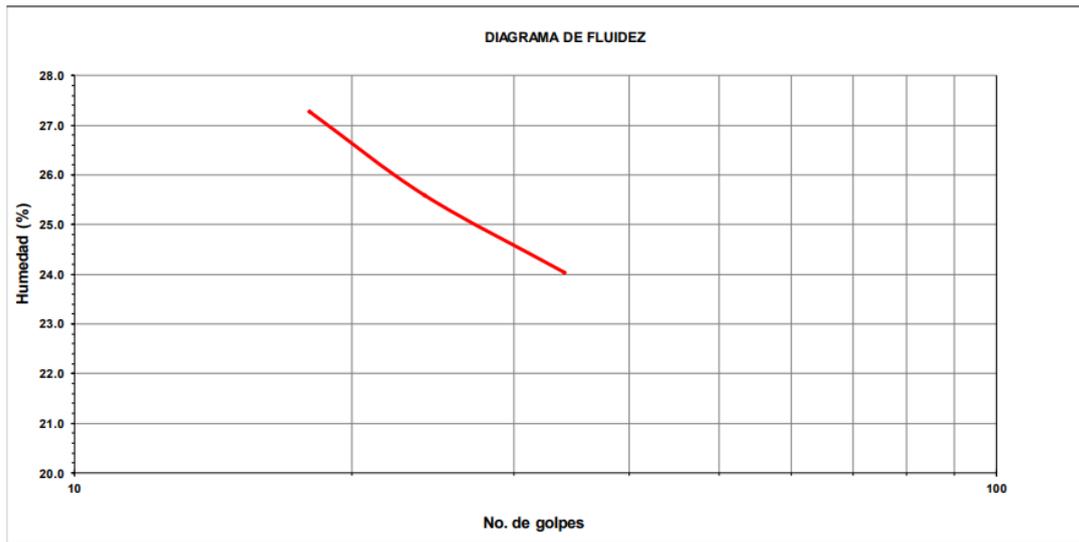
Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N°03



Nota. Se visualiza que la muestra no tiene presencia de gravas y es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico además tiene una humedad natural de 7.3%.

Figura 13

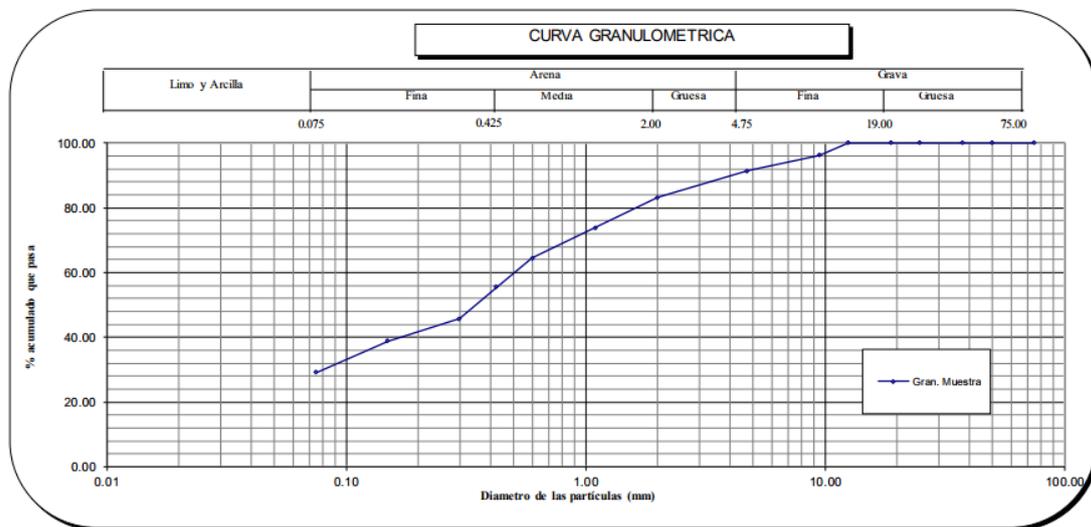
Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 03



Nota. Se visualiza que no tiene presencia de gravas, es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico y alta cantidad de finos con mediana plasticidad.

Figura 14

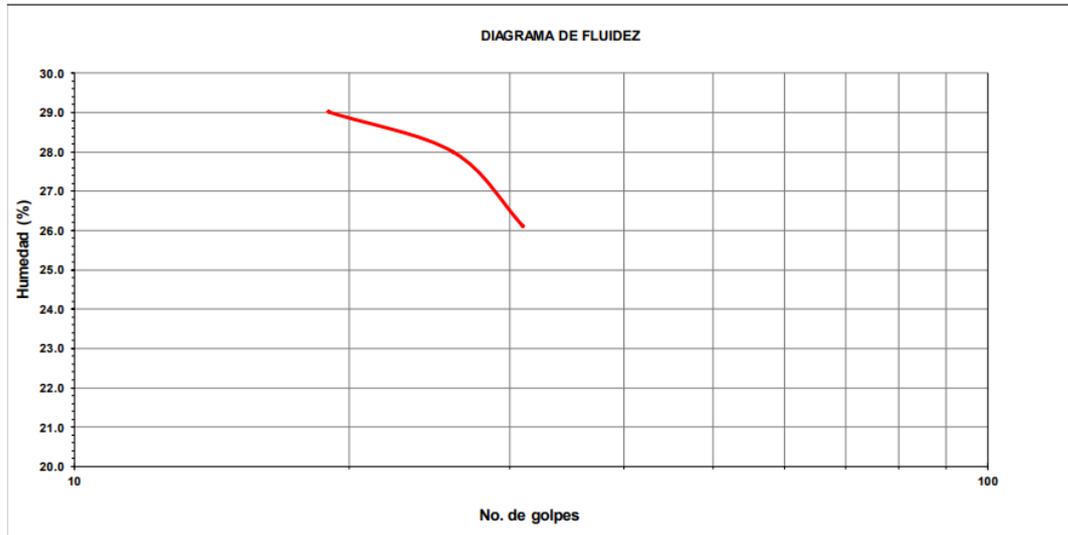
Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N°04.



Nota. Se visualiza que la muestra no tiene presencia de gravas y es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico además tiene una humedad natural de 7.7%.

Figura 15

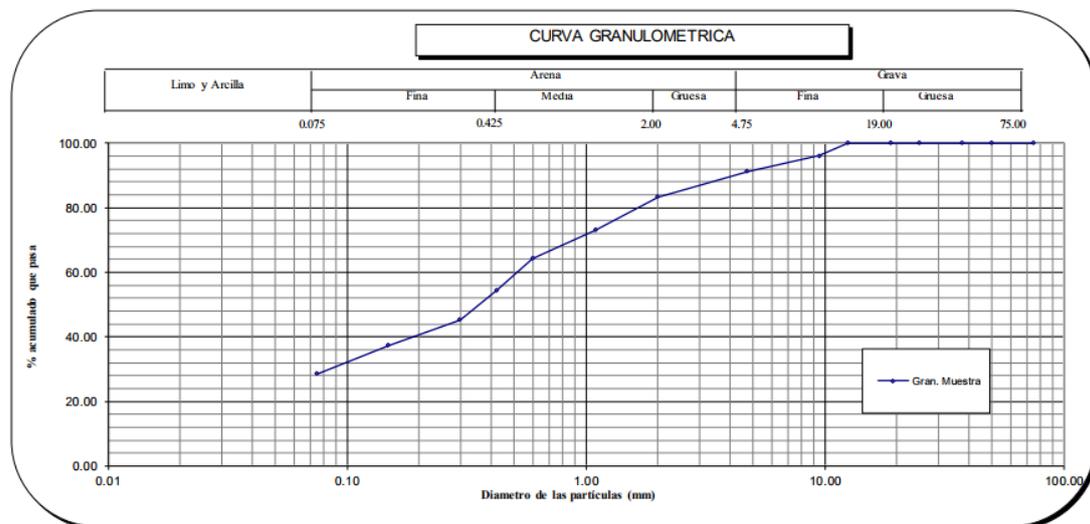
Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 04



Nota. Se visualiza que no tiene presencia de gravas, es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico y alta cantidad de finos con mediana plasticidad.

Figura 16

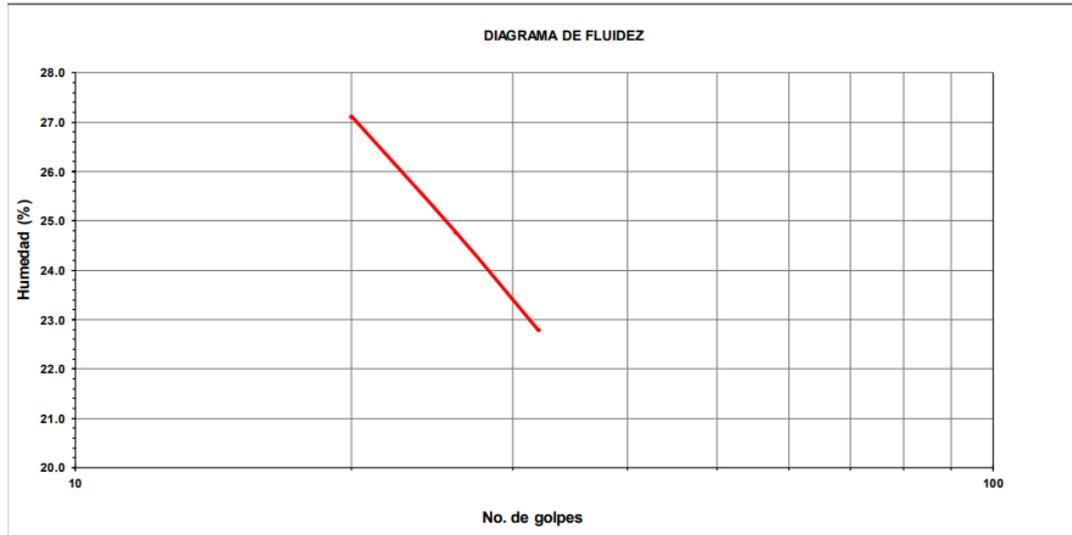
Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N°05



Nota. Se visualiza que la muestra no tiene presencia de gravas y es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico además tiene una humedad natural de 7.2%.

Figura 17

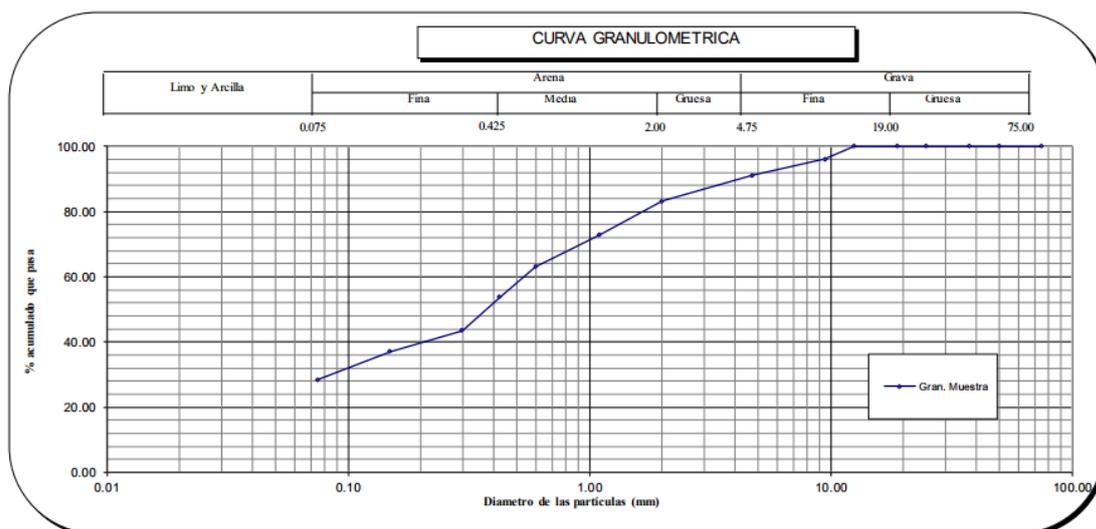
Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 05



Nota. Se visualiza que no tiene presencia de gravas, es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico y alta cantidad de finos con mediana plasticidad.

Figura 18

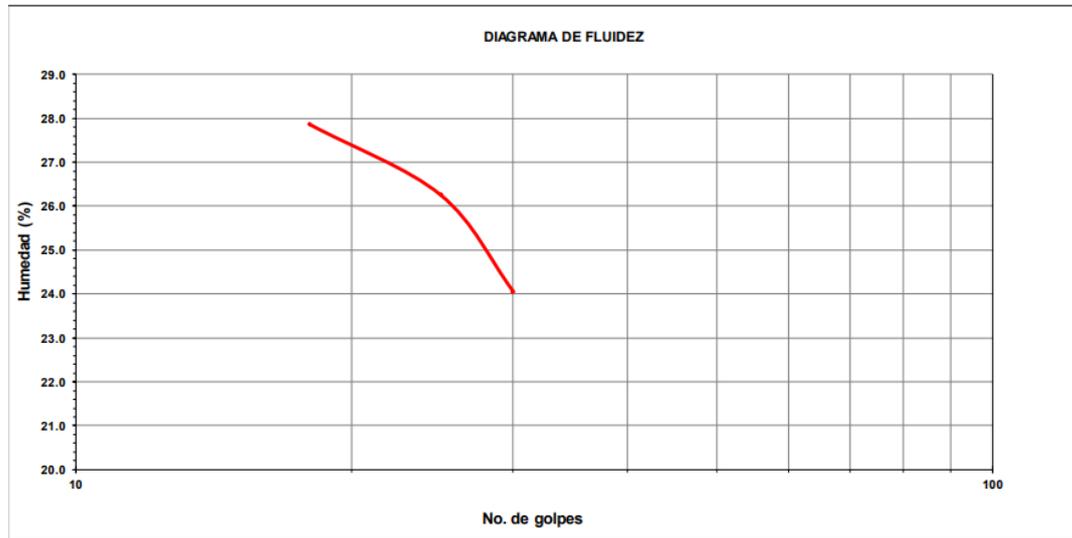
Curva granulométrica del análisis granulométrico por tamizado ASTM D 422 de la Calicata N° 06



Nota. Se visualiza que la muestra no tiene presencia de gravas y es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico además tiene una humedad natural de 7.1%.

Figura 19

Determinación de los límites de consistencia de la calicata N° 06

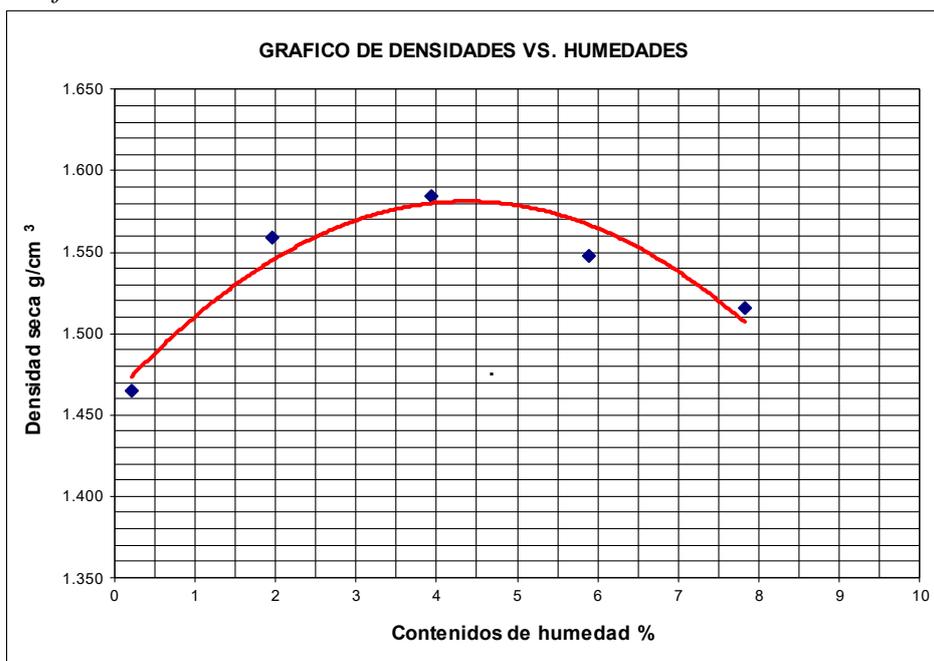


Nota. Se visualiza que no tiene presencia de gravas, es parcialmente seca sin una gran presencia de material orgánico y alta cantidad de finos con mediana plasticidad.

OE3: Determinar los espesores de capas y carpeta asfáltica del pavimento incorporando la geomalla triaxial.

Figura 20

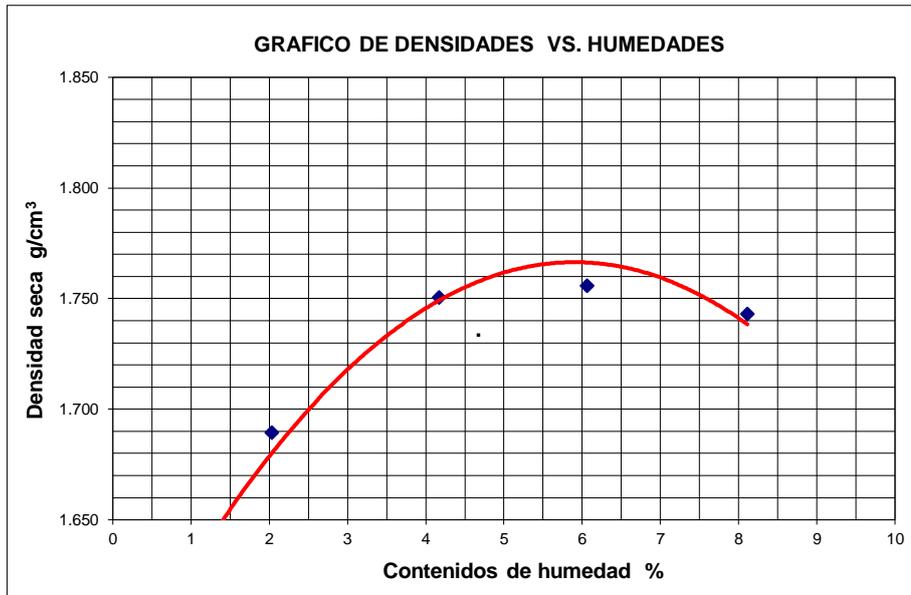
Gráfico de densidades vs humedades



Nota. Gráfico de densidades vs humedades, según el ensayo de compactación Proctor modificado (Normas: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115) sin incorporación de geomalla triaxial.

Figura 21

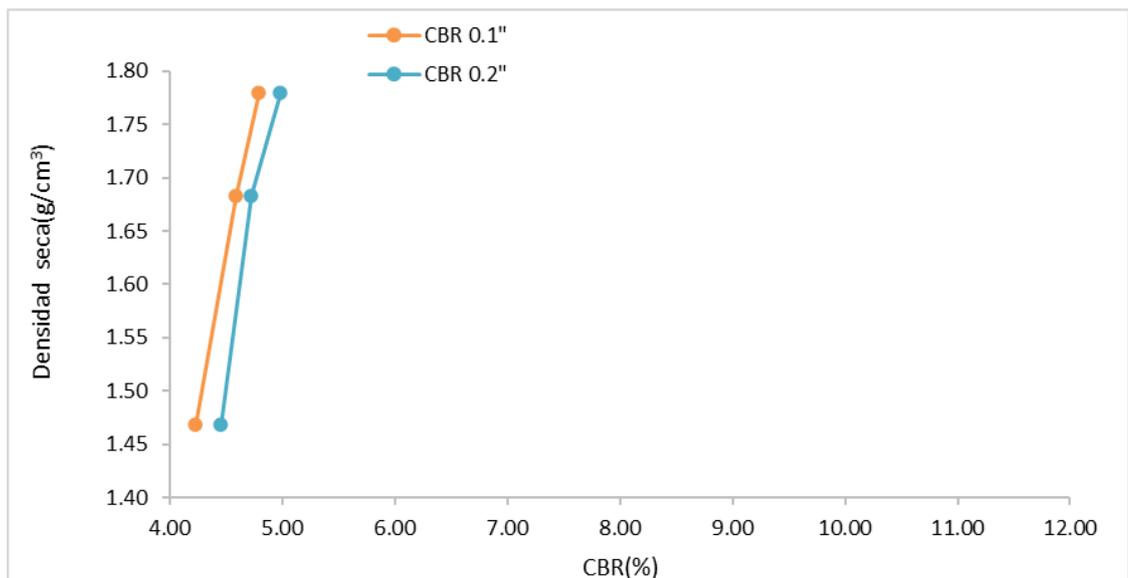
Gráfico de densidades vs humedades



Nota. Gráfico de densidades vs humedades según el ensayo de compactación Proctor modificado (Normas: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115) con incorporación de geomalla triaxial.

Figura 22

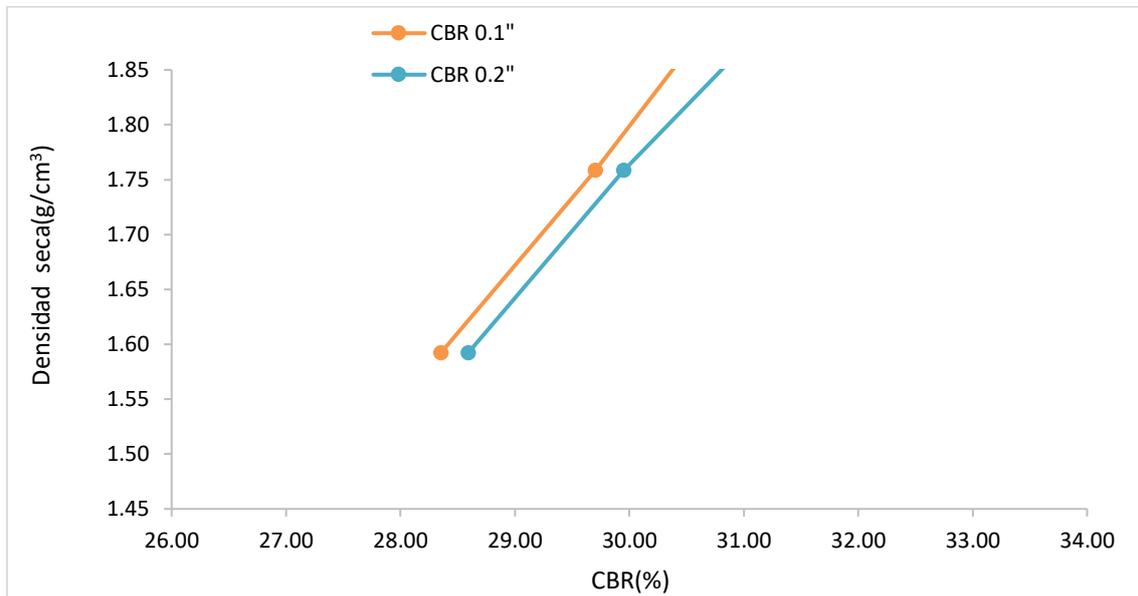
Gráfico de densidades y el CBR(%)



Nota. Gráfico de densidades y el CBR(%) según el ensayo de Índice de CBR de suelos sin incorporación de geomalla triaxial, el más deficiente fue en la Calicata N°01. Anexo, figura 58.

Figura 23

Gráfico de densidades y el CBR(%)



Nota. Gráfico de densidades y el CBR(%) según el ensayo de Índice de CBR de suelos con incorporación de geomalla triaxial.

Diseño de pavimentación:

A. Requisitos del diseño:

- a. Periodo de años : 20
- b. Número de ejes equivalentes total (W18) : 3.22E+05
- c. Serviciabilidad inicial (pi): 3.8
- d. Serviciabilidad final (pt): 2.0
- e. Factor de confiabilidad (R): 75%
- f. Estándar Normal (Zr): -0.674
- g. Overall Standard Deviation (So): 0.45

B. Propiedades de materiales:

- a. Modulo de resiliencia de la base granular (KIP/IN2): 42.21
- b. Modulo de resiliencia de la sub-base: 27.08

c. Modulo de resiliencia de la subrasante (M_r, ksi): 17.38

Figura 24

Ecuación AASHTO 93 para obtener el SN (Número estructural)

Nota. Se colocan los valores correspondientes a los datos obtenidos en los ensayos de laboratorio para el diseño.

A. Estructuración del pavimento

- a. Coeficientes estructurales de capa
 - i. Concreto Asfáltico (a_1): 0.43 pulg.
 - ii. Base Granular (a_2): 0.13 pulg
 - iii. Subbase (a_3): 0.12 pulg
- b. Coeficientes de drenaje de capa
 - i. Base granular (m_2): 1.00

ii. Subbase (m3): 1.00

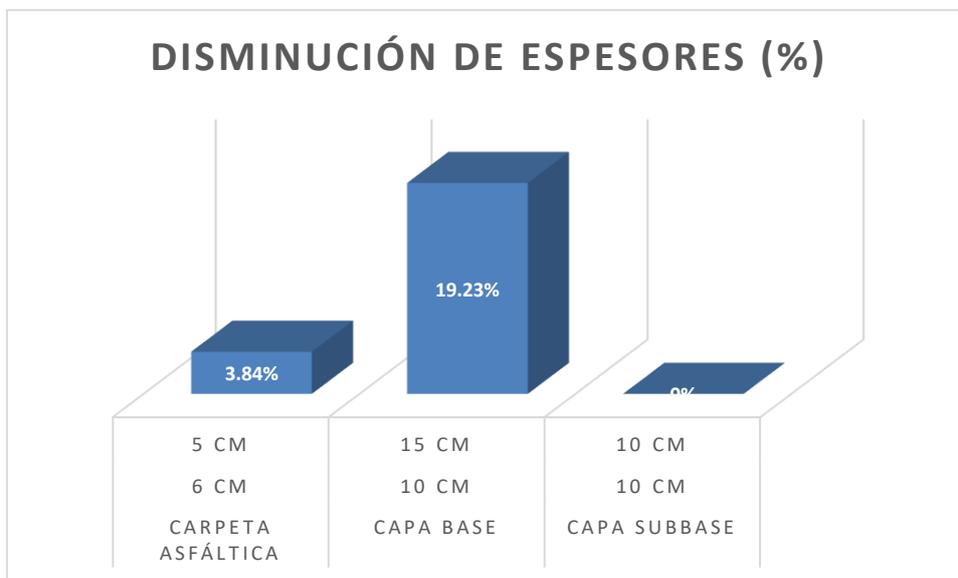
Tabla 15
Espesores de pavimento flexible

Capa	Espesor Pavimento Flexible con Geomalla Triaxial	Espesor pavimento flexible	Disminución de espesores (%)
Carpeta asfáltica	6 cm	5 cm	3.84%
Capa Base	10 cm	15 cm	19.23%
Capa Subbase	10 cm	10 cm	0%

Nota. En la tabla se puede observar los espesores del pavimento flexible con y sin geomalla triaxial.

Figura 25

Análisis de disminución de espesores del pavimento flexible con y sin geomalla triaxial



Nota. En el grafico se puede deducir de la capa base con el método AASHTO93 es de 15 cm y la capa base con la aplicación de geomalla triaxial es de 10 cm de la cual tuvimos una reducción de 19.23%, y con respecto a la carpeta asfáltica con el método AASHTO93 fue de 5 cm mientras que con la geomalla triaxial fue de 6 cm con una reducción del 3.84%.

OE4: Comparar el soporte de carga mediante compresión utilizando geomalla y sin geomalla triaxial en la subrasante.

Según el diseño de pavimento flexible (AASHTO 93) una carretera de Tercera clase: carrteras con un IMDA (400-201) veh/día, con una calzada de dos carriles, la profundidad respecto al nivel de la subrasante del proyecto es de 1.5 m. Y 2 calicatas por km, colocándose éstas longitudinalmente y en forma alternada. Cada 0.5 km se realizará un CBR.

Es así que, mediante el estudio de mecánica de suelos realizadas en el laboratorio se obtuvieron los resultados de plasticidad, granulometría, clasificación de suelos, ensayo de Proctor modificado, así como también los resultados del ensayo de CBR de 6 calicatas, los resultados obtenidos se mostraron anteriormente.

Tabla 16

Comparación con y sin incorporación de geomalla triaxial.

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	1.87	2	6	10	10
2	1.87	2.09	5	15	10

Figura 26

Comparación de CBR sin incorporación de geomalla triaxial

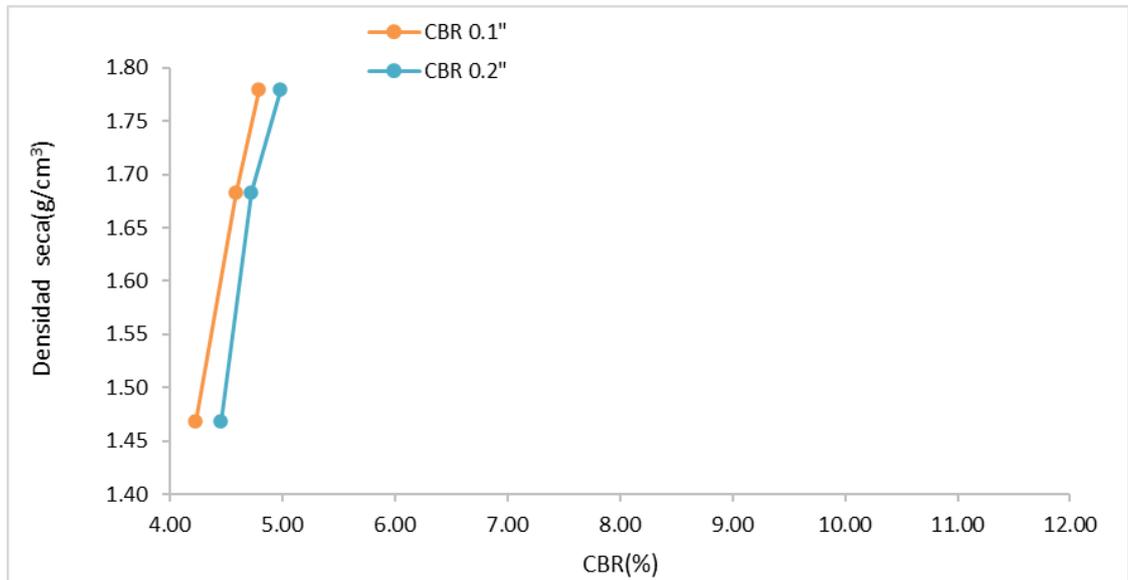
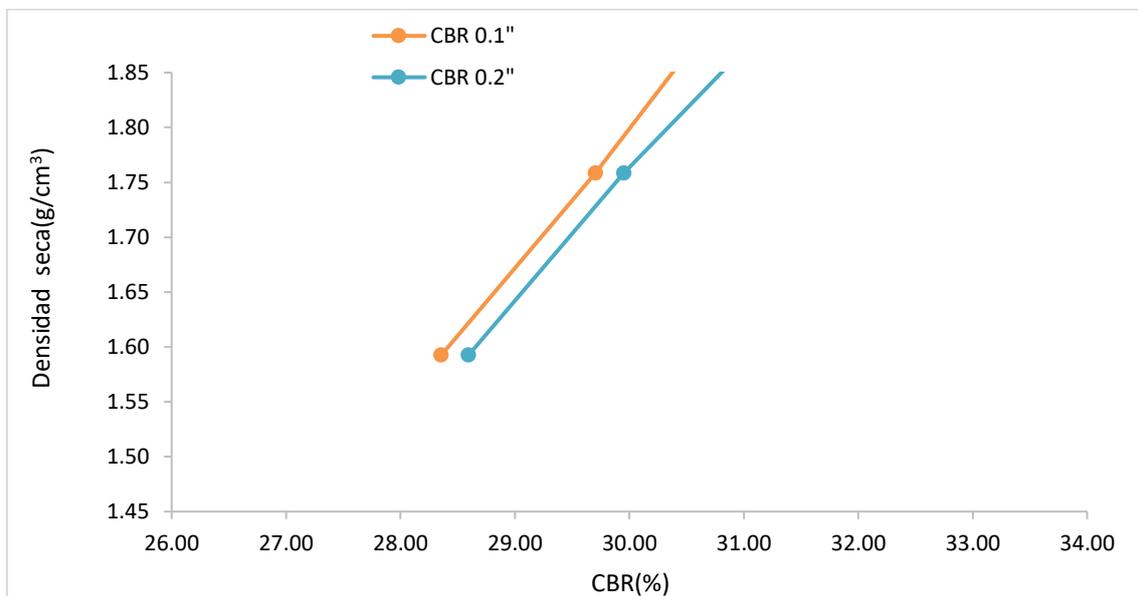


Figura 27

Comparación de CBR con incorporación de geomalla triaxial



CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con relación al primer objetivo específico que es realizar el estudio de tráfico de la carretera Parcoy-Llacuabamba, se procedió a realizar el aforo vehicular de la carretera en estudio para poder determinar el tipo la clase de vía en este caso la vía arterial en estudio que se llevará a cabo en Lacuabamba, Departamento La Libertad, Provincia de Pataz, Distrito de Parcoy tiene una extensión de 3 KM, además se tiene un aforo vehicular semanas de lunes a domingo de 2569 vehículos por día y un promedio de 367 vehículos por día son los que transitan, cabe resaltar que el día con más flujo vehicular fue el lunes con 395 veh/día y el día viernes con 382 veh/día el día con menos flujo vehicular según la semana que se realizó el aforo, por todo lo mencionado anteriormente la carretera es de clase terciaria ya que según AASHTO 93 estos resultados son similares a los obtenidos por (Kari Benites & Olortegui Herrera, 2019) en su tesis titulada “Propuesta técnica económica para mejorar resistencia de subrasante mediante aplicación de geomallas en Av. Mesones muro 0+000 -2+066.025 km Chiclayo”, precisa que se realizó un conteo vehicular por 7 días de la semana, en las cuales se clasificaron los vehículos, según la hora de paso, sentido y tipo. Donde se registró un IMD de 342.22 vehículos diarios en tres estaciones de la vía, el tipo de vehículos que mayormente transitan por la vía son camionetas, combis, microbuses donde se visualizó 13.70 de vehículos de carga pesada que transitan por la zona.

En el segundo objetivo que es conocer las características físicas y mecánicas de la subrasante, se procedió a realizar los estudios de laboratorio como son humedad natural según la norma NTP 339.127, granulometría por tamizado según la norma NTP 339.128, límites de atterberg según la norma ASTM D423, clasificación de suelos, según

SUCS/AASHTO, Proctor modificado según ASTM D 1557 e índice de CBR según ASTM D 1883 para estos ensayos se realizaron 6 calicatas a una profundidad de 1.5 m. Donde el promedio de la granulometría de grava es 3.9%, arena 66.4% y finos 29.8%; los límites de consistencia es Límite líquido 22.3 y límite plástico 13.7; la densidad seca promedio fue de 1.58 (kg/cm³), humedad óptima 4.50% y el CBR (California Bearing Ratio) 95 % fue de 5.0%. Las muestras obtenidas de la calicata, fueron del tipo Mab (muestras alteradas contenidas en bolsa de plástico), que llegaron al laboratorio, debidamente selladas e identificadas, y se proceda a realizar las determinaciones necesarias para poder determinar la clasificación del suelo, por el Sistema SUCS, a saber: límite líquido, límite plástico, y porcentaje mediante análisis granulométrico por lavado de partículas menores que las mallas de los tamices número 12.5 mm y 0.075mm. Así como lo expuesto por (Rodríguez Aranda , 2021) en su tesis “Diseño Técnico Aplicando la Geomalla Biaxial Como Refuerzo de la Subrasante en Pavimentos Flexibles Tramo Tinco-Ataquero; Carhuaz 2021” en la cual se procedió a la realización de una calicata obteniendo una muestra de 20 kg requeridas para el estudio de mecánica de suelos en el laboratorio de la cual obtuvieron los siguientes resultados necesarios para el desarrollo del siguiente objetivo específico, obtuvimos en el ensayo de granulometría un 54.60% de grava y un 27.77% de arena, posteriormente en los ensayos de límites de consistencia se obtuvo como límite líquido un 26.30 y un límite plástico de 20.27, también se logró obtener un contenido de humedad promedio de 8.16; con respecto al ensayo de compactación de Proctor modificado se obtuvieron los siguientes resultados, un contenido de humedad óptimo de 6.19% y un peso volumétrico máximo de 2.17 T/m³ y finalmente el ensayo de CBR (California Bearing Ratio), en el presente ensayo se obtuvo que el cbr al 100% es de 23.22 %, mientras que al 95% presenta 20.15% de la cual se puede decir que es un tipo de suelo regular.

En el tercer objetivo específico donde señala determinar los espesores de capas y carpeta asfáltica del pavimento incorporando la geomalla triaxial, si bien es cierto que la capa sub base (o mejoramiento de suelo) en los pavimentos, tiene como principal función abaratar el costo del pavimento, cabe resaltar que en la presente investigación se determino que en los sectores de vías donde se apruebe utilizar los rellenos como subrasante, se deberán recompactar estos materiales hasta alcanzar una densidad mayor al 95% de la máxima obtenida y los espesores del pavimento flexible con incorporación de geomalla triaxial son 6 cm, 10 cm y 10 cm respectivamente. (Ames Macedo & Bustos Abad, 2020) en su tesis denominada “Diseño comparativo entre pavimento flexible y pavimento con geomalla en el centro poblado de Huanchac, Huaraz, Áncash-2019.” tuvieron como objetivo la semejanza entre el diseño y aplicación de un pavimento flexible convencional utilizando la metodología AASHTO y un pavimento flexible diseñado y reforzado con geomalla, desarrollado en la localidad de Huanchac. La recopilación de información se efectuó realizando el conteo vehicular y los estudios de tráfico respectivos y calculando su número estructural (SN), también se efectuó la metodología AASHTO para localizar el estructuramiento primario en las cuales está incluida la capa subbase, la carpeta de rodadura y la carpeta base, posteriormente el actual grosor del revestimiento granular (subbase, base) empleando el reforzamiento de la geomalla biaxial B-X 1100, finalmente se realizó un análisis comparativo de la reducción de grosores de capas de pavimento. Identificando la minoración de grosores en los revestimientos granulares a nivel de revestimiento de capa subbase con 48.80% y a nivel de revestimiento de base con un 20.00% aplicando la utilización de geomalla.

Con respecto al cuarto objetivo de comparación del soporte de carga mediante compresión utilizando geomalla y sin geomalla triaxial en la subrasante, la subrasante sin geomalla triaxial tiene insuficiente soporte de carga, debido a que tiene un CBR de 5%, mientras con la aplicación de geomalla triaxial hay un mejoramiento de CBR de 31%, es por ello que es considerado con calidad excelente y con mayor soporte, con la aplicación de geomalla triaxial es de 10 cm de la cual tuvimos una reducción de 5 cm, y con respecto a la carpeta asfáltica con el método AASHTO93 fue de 5 cm mientras que con la geomalla triaxial fue de 6 cm. Sicha, Gino (2018), en su investigación “Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles” con aplicación de geotextil en la subrasante obtuvo un 3.4% y con geotextil mejoró en un 18%.

Como parte del presente estudio, uno de los componentes más importantes fue el diseño del pavimento flexible con la aplicación de la geomalla triaxial en la que muestran que efectivamente hay una reducción de los espesores de acuerdo a los objetivos específicos propuestos en la investigación Diseño de un pavimento flexible utilizando geomalla como refuerzo en la subrasante para la infraestructura vial Parcoy-Llacuabamba, Pataz, 2022.

Limitaciones: Las limitaciones del presente estudio fueron

- La pandemia del COVID 19 nos limito a realizar los ensayos presentados en esta investigación ya que no se nos permitió realizarlos en los laboratorios de la Universidad por lo cual se procedio a ejecutarlos en un laboratorio privado.
- En la toma de muestras (calicatas) hubo un paro lo que retraso el trabajo que ya estaba planificado.

Implicancias

- A raíz de los ensayos presentados en la siguiente investigación nos implico poder ver si los resultados obtenidos se encuentran dentro de la norma.

4.2. Conclusiones

- Se realizó el estudio de tráfico de la carretera Parcoy-Llacubamba, donde se mediante el aforo vehicular durante 7 días de la semana (Lunes-Domingo), por lo que se obtuvo un IMDA de la zona de estudio en la cual se obtuvo un total de 2569 vehículos al día, por consiguiente, se obtuvo como resultado del índice medio semanal que fue de 395 Veh/día. El periodo de Diseño de la proyección vehicular es de 20 años, para el posterior diseño de pavimento flexible de la carretera antes mencionada.
- Se logró conocer las características físicas y mecánicas de la subrasante, donde el promedio de la granulometría de grava es 3.9%, arena 66.4% y finos 29.8%; los límites de consistencia es Límite líquido 22.3 y límite plástico 13.7; la densidad seca promedio fue de 1.58 (kg/cm³), humedad óptima 4.50% y el CBR (California Bearing Ratio) 95 % fue de 5.0%. Lo que indica que no se presenta problemas de suelos expansivos, suelos colapsables y licuefacción debido a que presenta suelos granulares de compactación media sin presencia de nivel freático elevado, además se tiene que el sub suelo de la zona del proyecto; presenta estratigrafía relativamente homogénea, de comportamiento isotrópico, compuesta por un suelo color beige. En estado natural presenta baja consistencia, y condición poco húmeda, se advierte que al entrar en contacto suelo durante la excavación no tiende a desmoronarse.
- Se determinaron los espesores de capas y carpeta asfáltica del pavimento incorporando la geomalla triaxial. Ya que la zona en estudio es una zona 4 con un tipo de suelo S3, la capa base con el método AASHTO93 es de 15 cm y la capa base con la aplicación de geomalla triaxial es de 10 cm de la cual tuvimos una

reducción de 5 cm, y con respecto a la carpeta asfáltica con el método AASHTO93 fue de 5 cm mientras que con la geomalla triaxial fue de 6 cm.

- Se logró comparar el soporte de carga mediante compresión utilizando geomalla y sin geomalla triaxial en la subrasante, la subrasante sin geomalla triaxial tiene insuficiente soporte de carga, debido a que tiene un CBR de 5%, mientras con la aplicación de geomalla triaxial hay un mejoramiento de CBR de 31%, es por ello que es considerado con calidad excelente y con mayor soporte. Aplicando la geomalla triaxial se determinó una mejora considerable pues se obtuvo un 10 cm en la sub-base y 10 cm de base, obteniendo una reducción de 5 cm en la sub-base con un porcentaje de reducción con respecto al capas de 19.23 % de base y 3.84 % en la carpeta asfáltica. Según lo mencionado anteriormente, las geomallas triaxiales funcionan como material de refuerzo, en este caso su aporte a la estructura generó una reducción en los espesores de material granular.

4.3. Recomendaciones

- Se recomienda la geomalla triaxial porque reduce considerablemente la necesidad de material granular y además tiene mejoras debido a la capacidad de absorber el esfuerzo por la carga del vehículo.
- Para realizar los ensayos de laboratorio es recomendable previo a la ejecución de los trabajos acondicionar el terreno, eliminando cualquier material inapropiado como suelos orgánicos (o capa vegetal), suelos muy plásticos, maleza o similares, esto para que no exista ningún tipo de alteración en los resultados.
- El presente estudio puede servir como fuente bibliográfica para investigaciones con similares o iguales características a la carretera Parcoy-Llacuabamba.

REFERENCIAS

- Almendarez, L., Reyes, J. & López, R. (2017). Diseño de Pavimentos Flexibles con Refuerzo de Geomalla Triaxial Utilizando la Metodología Giroud-Han: Caso de Aplicación en Honduras Recuperado de http://www.laccei.org/LACCEI2017-BocaRaton/student_Papers/SP495.pdf.
- Alvarez, A. (2020). *Justificación de la Investigación*. Lima: Repositorio de la Universidad de Lima. Obtenido de <https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10821/Nota%20Acad%C3%A9mica%205%20%2818.04.2021%29%20%20Justificaci%C3%B3n%20de%20la%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=Justificaci%C3%B3n%20pr%C3%A1ctica%20Implica%20desc>
- Ames Macedo, R., & Bustos Abad, K. (2020). *Diseño Comparativo Entre Pavimento Flexible y Pavimento Con Geomalla En El Centro Poblado De Huanchac, Huaraz, Áncash-2019*. Huaraz: Repositorio de la Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48295/Ames_MR-O-Bustos_AKD-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- EIRL. Obtenido de <https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- Ayala Salvador, S. (2021). *PROPUESTA TÉCNICO-ECONOMICA DE UN DISEÑO CON PAVIMENTO REFORZADO CON GEOMALLA PARA GARANTIZAR ESTABILIDAD Y TRANSITABILIDAD VEHICULAR EN SUELOS TROPICALES TRAMO VILLA EL PESCADOR MASISEA-CORONEL PORTILLO- UCAYALI*. Lima: Repositorio de la Universidad San Ignacio de Loyola. Obtenido de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/420935bb-2b01-47d5-a6eb-84b398561542/content>
- Balbin, R. y Chochon, V. (2019). *Diseño de mezcla asfáltica con material reciclado para la mejora del comportamiento mecánico del pavimento en el tramo KM 90+000 al KM 95+000 de la carretera canta a Huayllay ubicado en el distrito y provincia*

- de Canta en el departamento de Lima 2019*. [Tesis de Licenciatura, Universidad San Martín de Porres]. Obtenido de https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6001/balbin_archochon_gvh.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barrios, B., Bacca, E. y Nope, S. (2017). E2CAV, Pavement layer thickness estimation system based on image texture operators. *Revista Tecnura*, 21(51), 81-95. doi:10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.1.a06
- Bermúdez, W. y Alvarez, L. (2020). Análisis comparativo del uso de geomallas biaxiales como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. *Repositorio de la Universidad Pilota de Colombia*. Obtenido de <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9344>
- Bustamante, A. (2016) “Evaluación en el nivel de resistencia de una subrasante con el uso combinado de una Geomalla y un Geotextil” [Recuperada de]: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/25429>
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la investigación científica. Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L. LTDA. Obtenido de https://www.academia.edu/26909781/Metodologia_de_La_Investigacion_Cientifica_Carrasco_Diaz_1_
- Fernández, R. y Del Rocio, T. (2020). Análisis de la condición de transitabilidad y nivel de intervención de las carreteras del distrito de Chota: Analysis of the passability condition and level of intervention of the roads of the Chota district. *Revista Ciencia Norandina*, 3(1). doi:10.37518/2663-6360X2020v3n1p24
- Hernandez, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. México: MC Graw Hill. Obtenido de <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Hernandez, R. y Mendoza, C. (2019). *Metodología de la investigación*. México: MC Graw Hill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Kari Benites, M., & Olortegui Herera, J. (2019). *Propuesta de diseño de pavimento flexible reforzado con Geomalla en la interfaz subrasante - subbase utilizando la metodología Giroud – Han, para mejorar el tramo de la carretera(vía)*. Lima: Repositorio de la Universidad de Ciencias Aplicadas. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/626363/Kari_B_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Koro-Ljungberg, M. (2021). *Reconceptualizing Qualitative Research: Methodologies without Methodology*. SAGE Publications.
- Miranda, R. (2010). *Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Austral de Chile], [Tesis de pregrado]. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>
- Morales, M. (2019). *Comparación de los métodos PCI y VIZIR en la evaluación de fallas del pavimento flexible de la avenida Aviación de la ciudad de Juliaca*. [Tesis de Licenciatura, Universidad Peruana Unión]. Obtenido de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1956/Mayuj_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Orrego, D. (2014). *Análisis técnico-económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles*. [Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5419/ORREGO_DANIEL_ANALISIS_GEOMALLAS_BASES_GRANULARES_PAVIMENTOS_FLEXIBLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rodriguez Aranda , L. (2021). *“Diseño Técnico Aplicando la Geomalla Biaxial Como Refuerzo de la Subrasante en Pavimentos Flexibles Tramo Tinco-Ataquero; Carhuaz 2021”*. Huaraz: Repositorio de la Universidad César Vallejo. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/79580/Rodriguez_ALA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sicha, G. (2016) “*Diseño con geosintéticos para la función de separación, filtración y refuerzo en pavimentos flexibles*” [Recuperada de]:

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/11730>

Silva, M. (2016) “*Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo tx140 y tx160, aplicado a un tramo de la calle Alemania-La molina-Cajamarca 2016*”

[Recuperada de]: <https://hdl.handle.net/11537/10543>

Ulloa, A. y Munera, J. (2020). *Guía de diseño para materiales estabilizados con asfalto*. Universidad de Costa Rica. Obtenido de https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/bitstream/handle/50625112500/2063/Guia_diseno_materiales_asfalto_estabilizado.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXO

Tabla 17

Aforo vehicular día Lunes

HOJA DE CAMPO - CONTEO VEHICULAR

UBICACIÓN: PARCOY-LLACUABAMBA, PATAZ, 2022

FECHA: 11/07/2022

DÍA: LUNES

HORA DE INICIO: 7:00 a.m

HORA DE TERMINO: 7:00 p.m

AFORADOR: Tesistas

SENTIDO DE FLUJO: Derecha

TURNO: Mañana_Tarde

ITEM	HORA	HATCHBACK	SUV	PICK UP	MICROBUS	MINIBUS	TOTAL
1	07:00-07:15	3	4	3	0	0	10
2	07:15-07:30	0	0	1	1	1	3
3	07:30-7.45	3	0	0	1	1	5
4	07.45-8.00	5	1	4	0	1	11
5	08.00-8.15	6	3	1	1	0	11
6	08.15-8.30	4	0	3	1	1	9
7	08.30-8.45	4	4	0	1	1	10
8	08.45-9.00	0	3	2	0	1	6
9	09.00-9.15	0	2	2	1	1	6
10	09.15-9.30	6	0	3	0	0	9
11	09.30-9.45	6	2	4	0	0	12
12	09.45-10.00	0	4	3	0	1	8
13	10.00-10.15	0	2	1	1	1	5
14	10.15-10.30	0	2	0	0	0	2
15	10.30-10.45	3	2	1	0	1	7
16	10.45-11.00	5	4	4	0	0	13
17	11.00-11.15	2	1	2	1	1	7
18	11.15-11.30	6	1	3	1	0	11
19	11.30-11.45	1	3	1	1	1	7
20	11.45-12.00	5	3	3	0	0	11
21	12.00-12.15	6	2	4	1	1	14
22	12.15-12.30	6	3	0	0	0	9
23	12.30-12.45	3	4	2	1	0	10
24	12.45-13.00	0	0	3	1	1	5
25	13.00-13.15	4	2	2	0	0	8
26	13.15-13.30	0	0	4	1	1	6
27	13.30-13.45	5	1	0	0	1	7
28	13.45-14.00	6	3	4	1	0	14
29	14.00-14.15	0	3	2	0	1	6
30	14.15-14.30	4	2	1	0	1	8
31	14.30-14.45	4	0	4	0	1	9
32	14.45-15.00	0	0	1	1	1	3
33	15.00-15.15	0	3	0	0	1	4
34	15.15-15.30	1	3	2	1	0	7
35	15.30-15.45	5	4	4	1	0	14
36	15.45-16.00	5	1	4	0	1	11
37	16.00-16.15	4	1	1	1	1	8
38	16.15-16.30	0	2	3	1	0	6
39	16.30-16.45	4	2	0	0	1	7
40	16.45-17.00	4	1	1	0	1	7
41	17.00-17.15	5	4	1	0	1	11
42	17.15-17.30	1	0	1	0	1	3
43	17.30-17.45	5	2	4	0	1	12
44	17.45-18.00	6	1	3	1	1	12
45	18.00-18.15	1	2	3	1	0	7
46	18.15-18.30	3	4	0	0	0	7
47	18.30-18.45	5	2	4	0	0	11
48	18.45-19.00	2	2	0	1	1	6
TOTAL							395

Nota: Elaboración propia

Tabla 18.

Aforo vehicular día Martes

HOJA DE CAMPO - CONTEO VEHICULAR

UBICACIÓN: PARCOY-LLACUABAMBA, PATAZ, 2022

FECHA: 12/07/2022

DÍA: Martes

HORA DE INICIO: 7:00 a.m

HORA DE TERMINO: 7:00 p.m

AFORADOR:

SENTIDO DE FLUJO: Derecha

TURNO: Mañana_Tarde

ITEM	HORA	HATCHBACK	SUV	PICK UP	MICROBUS	MINIBUS	TOTAL
1	07:00-07:15	2	1	3	0	1	7
2	07:15-07:30	0	4	1	1	1	7
3	07:30-7.45	0	2	3	1	1	7
4	07.45-8.00	1	0	3	1	0	5
5	08.00-8.15	2	0	3	0	1	6
6	08.15-8.30	1	1	2	0	1	5
7	08.30-8.45	0	3	1	1	0	5
8	08.45-9.00	0	4	2	0	1	7
9	09.00-9.15	0	3	3	1	1	8
10	09.15-9.30	3	1	4	1	0	9
11	09.30-9.45	3	1	1	1	0	6
12	09.45-10.00	5	0	2	1	0	8
13	10.00-10.15	5	3	2	1	0	11
14	10.15-10.30	4	2	0	0	0	6
15	10.30-10.45	0	1	1	1	0	3
16	10.45-11.00	6	2	3	0	0	11
17	11.00-11.15	6	2	2	0	0	10
18	11.15-11.30	1	4	1	1	1	8
19	11.30-11.45	5	0	4	0	0	9
20	11.45-12.00	2	2	1	1	0	6
21	12.00-12.15	4	4	4	1	0	13
22	12.15-12.30	6	1	2	0	1	10
23	12.30-12.45	4	1	1	0	1	7
24	12.45-13.00	0	4	1	1	0	6
25	13.00-13.15	2	3	0	0	1	6
26	13.15-13.30	0	3	2	0	0	5
27	13.30-13.45	0	3	3	1	1	8
28	13.45-14.00	5	1	3	1	0	10
29	14.00-14.15	2	3	4	1	1	11
30	14.15-14.30	5	0	4	1	1	11
31	14.30-14.45	2	2	1	0	0	5
32	14.45-15.00	3	0	2	0	0	5
33	15.00-15.15	3	1	3	0	1	8
34	15.15-15.30	2	2	4	0	0	8
35	15.30-15.45	4	2	4	0	1	11
36	15.45-16.00	6	3	3	1	1	14
37	16.00-16.15	3	1	2	1	1	8
38	16.15-16.30	3	0	1	0	1	5
39	16.30-16.45	5	4	1	1	0	11
40	16.45-17.00	4	2	2	0	1	9
41	17.00-17.15	2	4	0	0	0	6
42	17.15-17.30	0	3	1	1	0	5
43	17.30-17.45	3	2	2	0	1	8
44	17.45-18.00	2	1	3	1	1	8
45	18.00-18.15	6	0	2	0	0	8
46	18.15-18.30	1	2	0	1	1	5
47	18.30-18.45	1	3	2	0	1	7
48	18.45-19.00	6	4	0	1	1	12
TOTAL							374

Nota: Elaboración propia

Tabla 19.

Aforo vehicular día Miércoles

HOJA DE CAMPO - CONTEO VEHICULAR

UBICACIÓN: PARCOY-LLACUBAMBA, PATAZ, 2022

FECHA: 13/07/2022

DÍA: Miércoles

HORA DE INICIO: 7:00 a.m

HORA DE TERMINO: 7:00 p.m

AFORADOR: Tesistas

SENTIDO DE FLUJO: Derecha

TURNO: Mañana_Tarde

ITEM	HORA	HATCHBACK	SUV	PICK UP	MICROBUS	MINIBUS	TOTAL
1	07:00-07:15	3	0	3	0	0	6
2	07:15-07:30	6	0	4	1	1	12
3	07:30-7.45	0	0	2	0	0	2
4	07.45-8.00	5	4	4	0	1	14
5	08.00-8.15	5	4	4	1	0	14
6	08.15-8.30	0	0	4	1	0	5
7	08.30-8.45	4	3	3	0	1	11
8	08.45-9.00	1	1	0	0	1	3
9	09.00-9.15	2	2	4	0	1	9
10	09.15-9.30	5	3	3	1	0	12
11	09.30-9.45	5	1	1	1	0	8
12	09.45-10.00	1	4	1	0	1	7
13	10.00-10.15	0	0	2	0	0	2
14	10.15-10.30	6	2	1	1	1	11
15	10.30-10.45	1	0	2	0	0	3
16	10.45-11.00	1	0	2	0	0	3
17	11.00-11.15	1	4	1	0	0	6
18	11.15-11.30	2	3	2	0	1	8
19	11.30-11.45	2	3	0	1	0	6
20	11.45-12.00	2	3	0	1	1	7
21	12.00-12.15	6	2	1	1	0	10
22	12.15-12.30	0	1	0	0	0	1
23	12.30-12.45	4	2	3	0	1	10
24	12.45-13.00	4	3	3	1	1	12
25	13.00-13.15	3	3	4	0	1	11
26	13.15-13.30	1	3	3	0	1	8
27	13.30-13.45	0	1	0	0	0	1
28	13.45-14.00	0	4	3	0	1	8
29	14.00-14.15	3	2	4	1	1	11
30	14.15-14.30	6	1	0	1	0	8
31	14.30-14.45	1	3	1	1	0	6
32	14.45-15.00	6	3	1	0	0	10
33	15.00-15.15	3	2	3	0	1	9
34	15.15-15.30	2	2	2	0	0	6
35	15.30-15.45	2	1	3	1	1	8
36	15.45-16.00	2	2	1	1	0	6
37	16.00-16.15	6	1	2	1	1	11
38	16.15-16.30	6	0	3	1	0	10
39	16.30-16.45	4	1	1	1	0	7
40	16.45-17.00	4	0	0	0	0	4
41	17.00-17.15	4	4	0	0	0	8
42	17.15-17.30	2	4	2	0	1	9
43	17.30-17.45	3	2	3	1	1	10
44	17.45-18.00	4	4	0	1	0	9
45	18.00-18.15	6	2	0	0	1	9
46	18.15-18.30	5	4	0	0	0	9
47	18.30-18.45	2	0	0	0	0	2
48	18.45-19.00	1	0	1	1	1	4
TOTAL							366

Nota: Elaboración propia

Tabla 20.

Aforo vehicular día Jueves

HOJA DE CAMPO - CONTEO VEHICULAR

UBICACIÓN: PARCOY-LLACUABAMBA, PATAZ, 2022

FECHA: 14/07/2022

DIA: Jueves

HORA DE INICIO: 7:00 a.m

HORA DE TERMINO: 7:00 p.m

AFORADOR: Tesistas

SENTIDO DE FLUJO: Derecha

TURNO: Mañana_Tarde

ITEM	HORA	HATCHBACK	SUV	PICK UP	MICROBUS	MINIBUS	TOTAL
1	07:00-07:15	2	3	1	0	2	8
2	07:15-07:30	3	2	0	1	3	9
3	07:30-7.45	1	0	0	0	2	3
4	07.45-8.00	2	0	4	0	1	7
5	08.00-8.15	2	3	0	0	0	5
6	08.15-8.30	3	1	2	1	2	9
7	08.30-8.45	3	0	4	1	1	9
8	08.45-9.00	1	0	3	0	0	4
9	09.00-9.15	1	2	5	0	0	8
10	09.15-9.30	1	3	5	0	0	9
11	09.30-9.45	1	2	4	0	3	10
12	09.45-10.00	1	1	2	0	2	6
13	10.00-10.15	3	1	2	1	0	7
14	10.15-10.30	2	1	0	1	0	4
15	10.30-10.45	0	0	1	1	3	5
16	10.45-11.00	3	0	2	1	2	8
17	11.00-11.15	1	2	3	0	0	6
18	11.15-11.30	3	2	1	1	1	8
19	11.30-11.45	0	3	3	0	3	9
20	11.45-12.00	2	1	5	0	2	10
21	12.00-12.15	3	3	5	1	1	13
22	12.15-12.30	3	2	5	0	3	13
23	12.30-12.45	1	2	4	0	0	7
24	12.45-13.00	1	0	1	0	2	4
25	13.00-13.15	2	1	3	0	2	8
26	13.15-13.30	2	3	3	0	2	10
27	13.30-13.45	0	0	2	1	0	3
28	13.45-14.00	3	2	3	1	0	9
29	14.00-14.15	1	2	2	1	0	6
30	14.15-14.30	2	0	3	1	3	9
31	14.30-14.45	2	1	5	0	1	9
32	14.45-15.00	1	2	5	0	3	11
33	15.00-15.15	1	1	3	0	1	6
34	15.15-15.30	3	2	5	1	0	11
35	15.30-15.45	2	3	1	0	3	9
36	15.45-16.00	1	1	0	1	2	5
37	16.00-16.15	1	1	5	1	0	8
38	16.15-16.30	1	0	5	1	2	9
39	16.30-16.45	2	0	4	1	2	9
40	16.45-17.00	2	0	3	1	0	6
41	17.00-17.15	3	2	2	1	3	11
42	17.15-17.30	3	1	3	1	1	9
43	17.30-17.45	1	1	5	0	1	8
44	17.45-18.00	0	0	5	1	0	6
45	18.00-18.15	1	3	4	1	1	10
46	18.15-18.30	1	3	3	1	3	11
47	18.30-18.45	3	3	1	1	0	8
48	18.45-19.00	1	1	5	0	2	9
TOTAL							381

Nota: Elaboración propia

Tabla 21.

Aforo vehicular día Viernes

HOJA DE CAMPO - CONTEO VEHICULAR

UBICACIÓN: PARCOY-LLACUABAMBA, PATAZ, 2022

FECHA: 15/07/2022

DÍA: Viernes

HORA DE INICIO: 7:00 a.m

HORA DE TERMINO: 7:00 p.m

AFORADOR: Tesistas

SENTIDO DE FLUJO: Derecha

TURNO: Mañana_Tarde

ITEM	HORA	HATCHBACK	SUV	PICK UP	MICROBUS	MINIBUS	TOTAL
1	07:00-07:15	1	3	5	0	0	9
2	07:15-07:30	1	2	0	0	3	6
3	07.30-7.45	2	3	4	1	2	12
4	07.45-8.00	2	2	4	1	0	9
5	08.00-8.15	3	0	3	0	1	7
6	08.15-8.30	0	3	4	0	2	9
7	08.30-8.45	1	1	4	1	0	7
8	08.45-9.00	3	0	0	1	0	4
9	09.00-9.15	2	2	0	0	2	6
10	09.15-9.30	3	0	1	0	2	6
11	09.30-9.45	1	1	2	0	0	4
12	09.45-10.00	3	2	4	0	1	10
13	10.00-10.15	0	1	2	0	3	6
14	10.15-10.30	0	3	4	1	1	9
15	10.30-10.45	3	1	2	1	3	10
16	10.45-11.00	1	1	5	0	2	9
17	11.00-11.15	1	1	4	1	0	7
18	11.15-11.30	2	2	4	0	0	8
19	11.30-11.45	3	2	1	1	1	8
20	11.45-12.00	3	0	3	0	2	8
21	12.00-12.15	2	3	0	1	2	8
22	12.15-12.30	3	2	4	1	1	11
23	12.30-12.45	2	0	3	1	1	7
24	12.45-13.00	1	2	5	1	0	9
25	13.00-13.15	3	3	1	1	0	8
26	13.15-13.30	1	1	0	1	3	6
27	13.30-13.45	1	1	0	1	2	5
28	13.45-14.00	3	1	5	0	0	9
29	14.00-14.15	1	1	5	1	3	11
30	14.15-14.30	0	1	0	1	2	4
31	14.30-14.45	3	3	3	1	2	12
32	14.45-15.00	2	1	4	1	3	11
33	15.00-15.15	3	1	5	0	0	9
34	15.15-15.30	2	2	5	0	0	9
35	15.30-15.45	2	0	0	0	3	5
36	15.45-16.00	3	2	3	0	3	11
37	16.00-16.15	0	2	5	0	0	7
38	16.15-16.30	0	1	3	1	2	7
39	16.30-16.45	1	1	2	0	0	4
40	16.45-17.00	1	1	4	0	0	6
41	17.00-17.15	3	1	3	1	3	11
42	17.15-17.30	3	3	5	0	1	12
43	17.30-17.45	1	1	4	1	0	7
44	17.45-18.00	0	1	2	0	3	6
45	18.00-18.15	1	0	2	0	1	4
46	18.15-18.30	3	3	5	1	0	12
47	18.30-18.45	3	0	5	1	1	10
48	18.45-19.00	3	3	0	1	0	7
TOTAL							382

Nota: Elaboración propia

Tabla 22.

Aforo vehicular día Sabado

HOJA DE CAMPO - CONTEO VEHICULAR

UBICACIÓN: PARCOY-LLACUABAMBA, PATAZ, 2022

FECHA: 16/07/2022

DIA: Sabado

HORA DE INICIO: 7:00 a.m

HORA DE TERMINO: 7:00 p.m

AFORADOR: Tesistas

SENTIDO DE FLUJO: Derecha

TURNO: Mañana_Tarde

ITEM	HORA	HATCHBACK	SUV	PICK UP	MICROBUS	MINIBUS	TOTAL
1	07:00-07:15	2	2	0	0	1	5
2	07:15-07:30	1	0	0	0	3	4
3	07:30-7.45	1	2	1	1	2	7
4	07.45-8.00	1	3	3	0	0	7
5	08.00-8.15	0	2	3	1	1	7
6	08.15-8.30	2	1	5	0	3	11
7	08.30-8.45	0	2	1	0	0	3
8	08.45-9.00	3	0	0	1	1	5
9	09.00-9.15	3	0	0	1	1	5
10	09.15-9.30	3	3	0	1	3	10
11	09.30-9.45	3	1	2	1	0	7
12	09.45-10.00	3	1	5	1	1	11
13	10.00-10.15	1	1	4	0	2	8
14	10.15-10.30	2	2	2	0	2	8
15	10.30-10.45	2	3	4	1	1	11
16	10.45-11.00	3	1	1	0	1	6
17	11.00-11.15	1	0	3	1	3	8
18	11.15-11.30	1	1	2	0	1	5
19	11.30-11.45	2	1	0	0	0	3
20	11.45-12.00	1	2	2	1	0	6
21	12.00-12.15	0	1	1	0	3	5
22	12.15-12.30	0	1	5	0	3	9
23	12.30-12.45	0	3	0	0	3	6
24	12.45-13.00	0	1	1	0	2	4
25	13.00-13.15	3	2	2	0	1	8
26	13.15-13.30	3	2	5	0	2	12
27	13.30-13.45	0	0	5	1	0	6
28	13.45-14.00	1	3	5	1	0	10
29	14.00-14.15	3	1	3	1	0	8
30	14.15-14.30	2	3	4	0	3	12
31	14.30-14.45	1	1	4	1	0	7
32	14.45-15.00	2	1	2	1	2	8
33	15.00-15.15	3	1	5	0	3	12
34	15.15-15.30	1	2	3	1	0	7
35	15.30-15.45	1	2	3	1	0	7
36	15.45-16.00	2	0	5	1	0	8
37	16.00-16.15	3	0	5	1	1	10
38	16.15-16.30	0	1	1	1	3	6
39	16.30-16.45	1	1	2	0	0	4
40	16.45-17.00	3	3	1	1	2	10
41	17.00-17.15	0	1	3	0	3	7
42	17.15-17.30	2	3	5	1	3	14
43	17.30-17.45	2	2	2	1	2	9
44	17.45-18.00	2	1	1	0	3	7
45	18.00-18.15	3	0	0	1	3	7
46	18.15-18.30	1	2	5	0	0	8
47	18.30-18.45	1	3	5	1	3	13
48	18.45-19.00	0	3	4	1	0	8
TOTAL							369

Nota: Elaboración propia

Tabla 23.

Aforo vehicular día Domingo

HOJA DE CAMPO - CONTEO VEHICULAR

UBICACIÓN: PARCOY-LLACUABAMBA, PATAZ, 2022

FECHA: 17/07/2022

DÍA: Domingo

HORA DE INICIO: 7:00 a.m

HORA DE TERMINO: 7:00 p.m

AFORADOR: Tesistas

SENTIDO DE FLUJO: Derecha

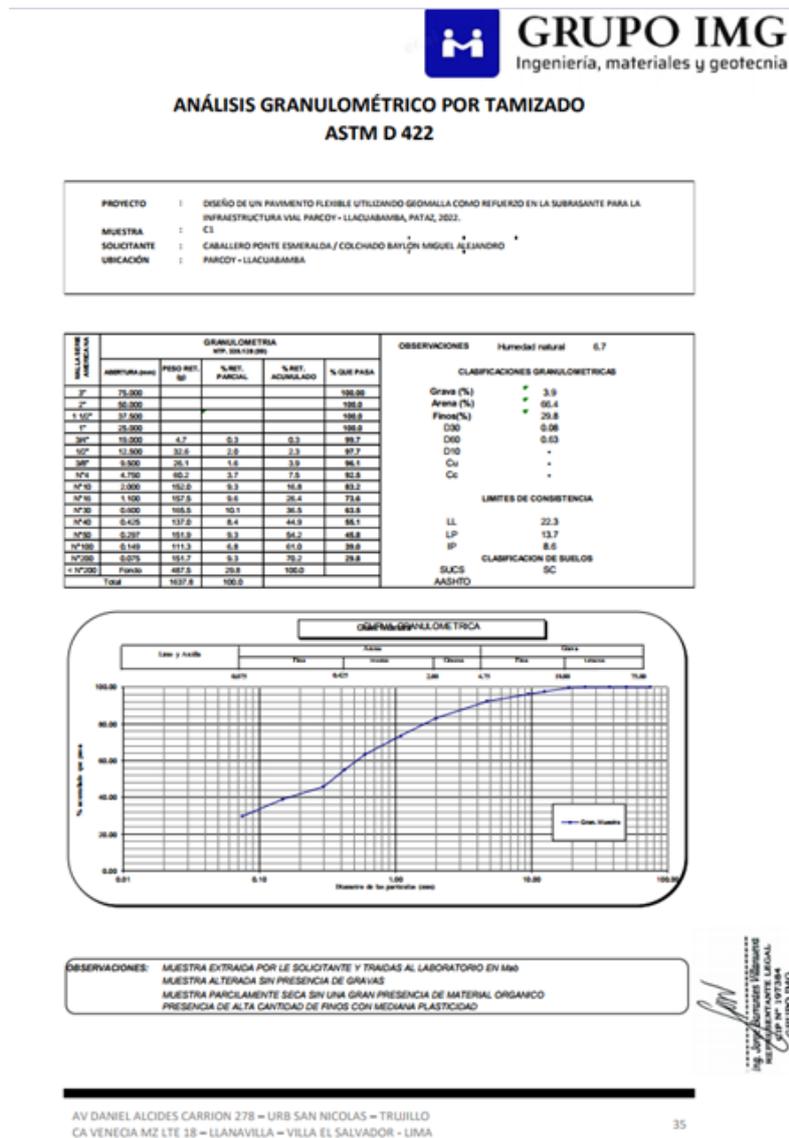
TURNO: Mañana_Tarde

ITEM	HORA	HATCHBACK	SUV	PICK UP	MICROBUS	MINIBUS	TOTAL
1	07:00-07:15	3	0	5	0	0	8
2	07:15-07:30	2	3	4	1	1	11
3	07:30-7.45	0	1	5	0	0	6
4	07.45-8.00	1	2	5	0	0	8
5	08.00-8.15	0	3	3	0	0	6
6	08.15-8.30	0	1	0	0	1	2
7	08.30-8.45	0	0	2	1	1	4
8	08.45-9.00	1	0	3	1	0	5
9	09.00-9.15	1	0	1	0	0	2
10	09.15-9.30	0	3	2	0	1	6
11	09.30-9.45	0	0	2	0	0	2
12	09.45-10.00	0	3	4	1	1	9
13	10.00-10.15	1	0	0	0	1	2
14	10.15-10.30	0	3	0	1	1	5
15	10.30-10.45	3	2	0	0	1	6
16	10.45-11.00	1	3	5	1	0	10
17	11.00-11.15	3	2	2	1	1	9
18	11.15-11.30	3	3	4	0	0	10
19	11.30-11.45	0	3	1	1	0	5
20	11.45-12.00	1	1	2	1	0	5
21	12.00-12.15	2	1	3	1	1	8
22	12.15-12.30	0	2	5	1	1	9
23	12.30-12.45	0	3	4	1	0	8
24	12.45-13.00	1	0	4	1	0	6
25	13.00-13.15	3	1	2	1	1	8
26	13.15-13.30	1	2	3	1	1	8
27	13.30-13.45	0	0	4	1	0	5
28	13.45-14.00	0	0	4	0	0	4
29	14.00-14.15	3	3	0	1	1	8
30	14.15-14.30	2	3	5	1	1	12
31	14.30-14.45	0	2	5	0	1	8
32	14.45-15.00	0	3	3	1	1	8
33	15.00-15.15	3	0	5	1	1	10
34	15.15-15.30	1	0	2	0	1	4
35	15.30-15.45	1	0	5	1	0	7
36	15.45-16.00	0	0	1	1	0	2
37	16.00-16.15	1	1	0	1	0	3
38	16.15-16.30	2	3	1	0	0	6
39	16.30-16.45	3	0	1	1	1	6
40	16.45-17.00	2	1	4	1	1	9
41	17.00-17.15	3	0	0	1	0	4
42	17.15-17.30	0	1	2	1	1	5
43	17.30-17.45	3	0	0	0	0	3
44	17.45-18.00	1	2	4	0	1	8
45	18.00-18.15	3	1	3	1	1	9
46	18.15-18.30	3	0	0	0	0	3
47	18.30-18.45	3	1	0	1	0	5
48	18.45-19.00	0	1	4	0	0	5
TOTAL							302

Nota: Elaboración propia

Figura 28

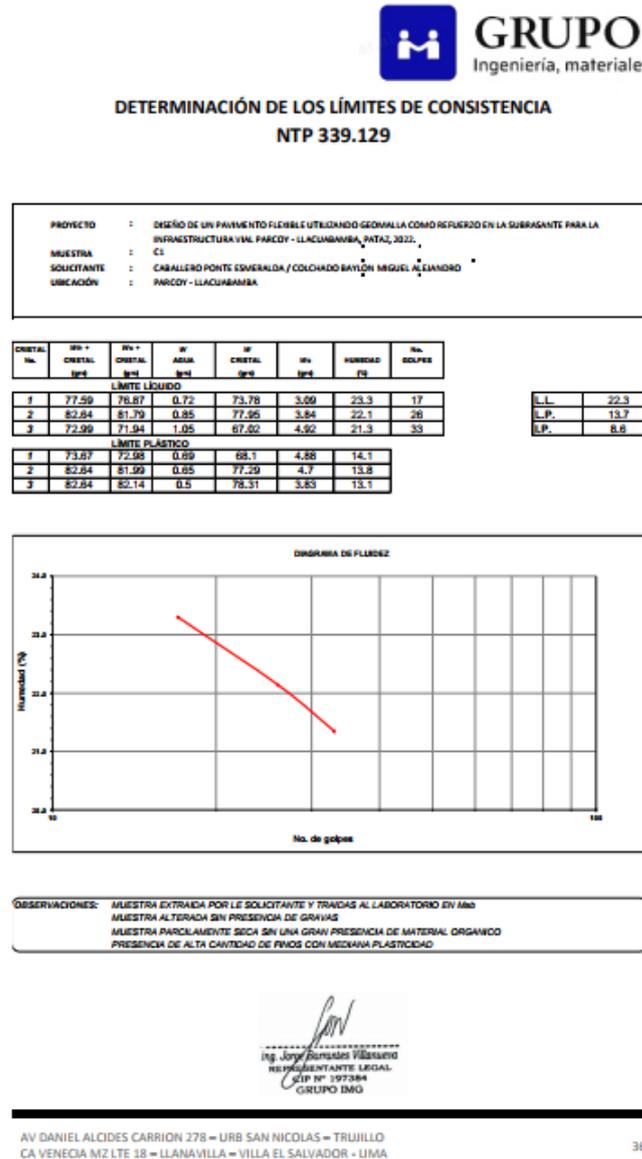
Analisis granulométrico por tamizado C1



Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 29

Determinación de los límites de consistencia C1



Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 30

Contenido de humedad natural CI



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.			
MUESTRA	CS			
SOLICITANTE	CABALLERO PONTE ESTERAGUA / COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO			
UBICACIÓN	PARCOY - LLACUABAMBA			

Recipiente	1	2	3
W suelo húmedo + tara (g)	28	28	28
W suelo seco + tara (g)	28	28	28
W tara (g)	17	17	17
W agua (g)	1	1	1
W suelo seco (g)	16	16	16
Humedad (%)	6.7	6.7	6.7
Humedad (%)		6.7	

RESERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAMIS AL LABORATORIO EN MAS
MUESTRA ALTERNADA SIN PRESENCIA DE GRAVILS
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO
PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE PVCIS CON MEDIANA PLASTICIDAD


 Ing. Jorge Cortés Villacuro
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 31

Análisis granulométrico por tamizado C2



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

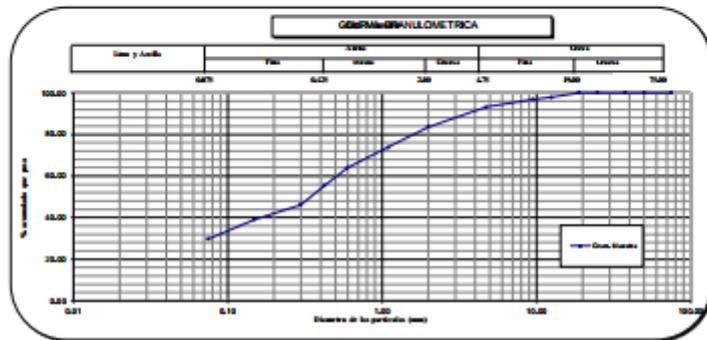
PROYECTO :	DESIGNO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA :	C2
SOLICITANTE :	CABALLERO PONTE EMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN :	PARCOY - LLACUABAMBA

MALLAS (ASTM)	GRANULOMETRÍA (MÉTRICA)					OBSERVACIONES	Humedad natural 7.2
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA		
2"	50.800				100.00		
1.181"	30.000				100.0		
1"	25.400				100.0		
3/4"	19.000				100.0		
1/2"	12.500	26.4	2.2	2.2	97.8		
3/8"	9.500	17.7	1.1	3.3	96.8		
Nº1	4.750	60.3	3.7	6.9	93.1		
Nº10	2.000	156.2	9.5	16.4	83.6		
Nº15	1.180	181.4	9.9	26.3	73.8		
Nº20	0.850	199.0	9.8	36.0	64.0		
Nº30	0.600	236.7	8.5	44.5	55.5		
Nº40	0.425	258.9	9.6	53.9	46.1		
Nº60	0.250	216.1	7.0	60.9	39.1		
Nº75	0.200	158.3	8.6	79.5	20.5		
Nº100	0.150	97.5	5.8	100.0			
Total		1000.0	100.0				

CLASIFICACIONES GRANULOMÉTRICAS	
Grava (%)	3.2
Aréola (%)	67.0
Fines (%)	29.8
D30	0.63
D60	-
D10	-
Cu	-
Cc	-

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	25.8
LP	12.1
IP	13.7

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
USCS	SC
AASHTO	A-3-4



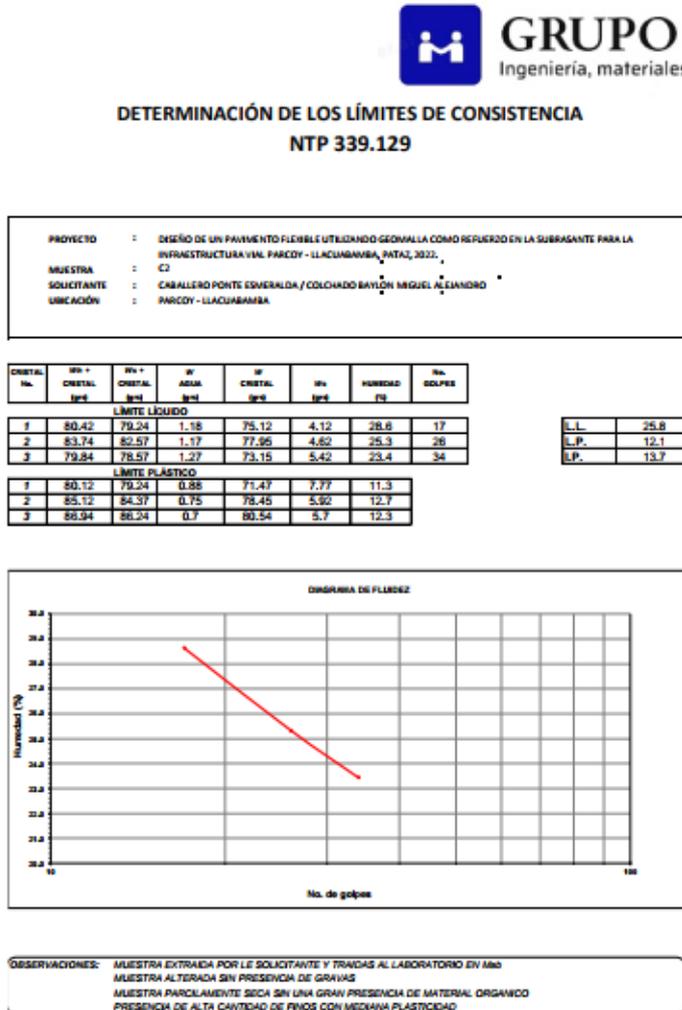
ING. JOSE ANTONIO BAYLÓN MORALES
TAMIZADO Y ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
C2/P/19/2022
GRUPO IMG

OBSERVACIONES:	MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDA AL LABORATORIO EN MO MUESTRA AL TERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD
----------------	---

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 32

Determinación de los límites de consistencia C2




 Ing. Jony Serrano FERRERO
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 33

Contenido humedad natural C2




 Ing. Jorge Esteban Villacayo
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 34

Análisis granulométrico por tamizado C3



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

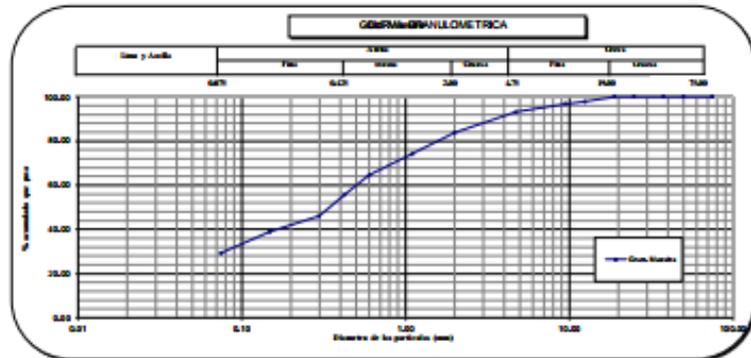
PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA	:	C3
SOLICITANTE	:	CABALLERO PONTE EMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	:	PARCOY - LLACUABAMBA

MALLA (mm)	GRANULOMETRÍA (g)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural	7.3
	AMBITO (mm)	PESO NETO (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO				
2"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.0			
1.181"	37.500				100.0			
1"	25.000				100.0			
3/4"	18.750				100.0			
1/2"	12.500	36.4	2.1	2.1	97.9			
3/8"	9.375	26.1	1.2	3.3	96.7			
1/4"	6.250	83.3	3.8	7.1	92.9			
1/8"	3.125	154.3	6.3	13.4	86.6			
Nº10	1.750	181.4	6.7	20.1	79.9			
Nº20	0.850	190.0	6.8	26.9	73.1			
Nº40	0.425	149.0	6.8	44.3	55.7			
Nº60	0.250	100.0	6.7	61.0	39.0			
Nº100	0.150	116.1	7.0	68.0	32.0			
Nº200	0.075	181.1	6.7	74.7	25.3			
< Nº200	Fino	687.5	28.3	100.0				
Total		1980.0	100.0					

CLASIFICACIONES GRANULOMÉTRICAS	
Grava (%)	3.3
Arena (%)	67.4
Fino (%)	29.3
D30	0.08
D60	0.03
D10	-
Cu	-
Cc	-

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	25.6
LP	12.7
IP	13.0

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUJCS	SC
AASHTO	A-3-4



[Firma]
ING. MIGUEL ALEJANDRO BAYLÓN COLCHADO
PROFESOR ASISTENTE LEGAL
C.I.P. Nº. 107284
GRUPO IMG

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAÍDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDA AL LABORATORIO EN MO
MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO
PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 35

Determinación de los límites de consistencia C3

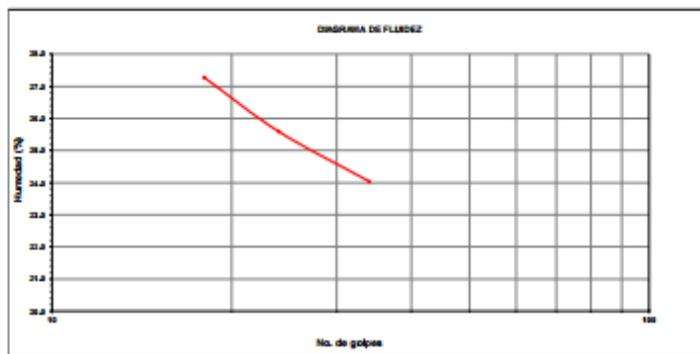


DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129

PROYECTO	: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATATE, 2022.
MUESTRA	: C3
SOLICITANTE	: CABALLERO PONTE EMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	: PARCOY - LLACUABAMBA

CRISTAL No.	Nº + CRISTAL	Nº + CRISTAL	Nº + ADJ. MCI	Nº CRISTAL	Nº	MOJUREO (%)	Nº. GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	78.42	77.31	1.11	73.24	4.07	27.3	18
2	78.11	77.24	0.87	73.84	3.4	25.6	24
3	82.05	81.05	1	76.89	4.16	24.0	34
LÍMITE PLÁSTICO							
1	79.41	75.84	0.57	74.15	4.89	12.2	
2	80.45	80	0.45	76.48	3.52	12.8	
3	81.24	80.52	0.72	75.01	5.51	13.1	

L.L.	25.6
L.P.	12.7
I.P.	13.0



OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAÍDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDA AL LABORATORIO EN MOJUREO
MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAV PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO
PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD

Ing. Jorge Sotomayor Villacura
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 36

Contenido de humedad C3



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.			
MUESTRA	C3			
SOLICITANTE	CABALLERO PONTE ENRIQUETA / COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO			
UBICACIÓN	PARCOY - LLACUABAMBA			

Recipiente	1	2	3
M ^h suelo húmedo + tara (g)	65.88	71.62	68.85
M ^h suelo seco + tara (g)	62.88	68.65	66.27
M ^h tara (g)	27.84	25.28	25.84
M ^h agua (g)	2	2.87	2.18
W _u suelo seco (g)	25.84	43.36	40.43
Humedad (%)	7.8	6.9	7.2
Humedad (%)		7.3	

Observaciones:	MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAMISÉ AL LABORATORIO EN ABB MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGÁNICO PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD
-----------------------	---


 Ing. Jorge Román Vilasaca
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 37

Análisis granulométrico por tamizado C4

ASTM D 422

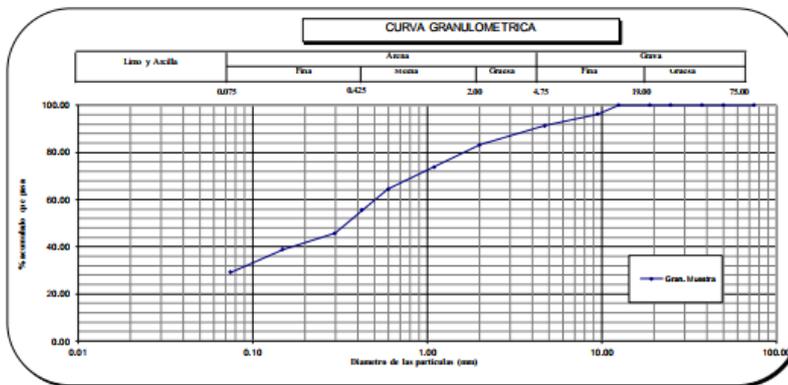
PROYECTO	: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA	: C4
SOLICITANTE	: CABALLERO PONTE ESMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	: PARCOY - LLACUABAMBA

MALLA SIEVE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP: 339.128 (99)				OBSERVACIONES	Humedad natural 7.7
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO		
3"	75.000				100.00	
2"	50.000				100.00	
1 1/2"	37.500				100.00	
1"	25.000				100.00	
3/4"	19.000				100.00	
1/2"	12.500				100.00	
3/8"	9.500	83.1	3.9	3.9	96.1	
Nº4	4.750	78.2	4.8	8.6	91.4	
Nº10	2.000	135.0	8.3	16.9	83.1	
Nº15	1.100	152.1	9.3	26.2	73.8	
Nº30	0.600	154.3	9.4	35.6	64.4	
Nº40	0.425	145.9	8.9	44.6	55.4	
Nº50	0.297	158.9	9.7	54.3	45.7	
Nº100	0.149	113.2	6.9	61.2	38.8	
Nº200	0.075	158.6	9.7	70.9	29.1	
< Nº200	Fondo	476.2	29.1	100.0		
Total		1635.4	100.0			

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	3.9
Arena (%)	67.0
Finos (%)	29.1
D30	0.12
D60	0.68
D10	-
Cu	-
Cc	-

LIMITE DE CONSISTENCIA	
LL	27.7
LP	14.9
IP	12.8

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	SC
AASHTO	A-2-4



OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN MAB
MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO
PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD

Fig. Jorge Barrueto Villanueva
INGENIERO EN MATERIALES
GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 38

Determinación de los límites de consistencia C3

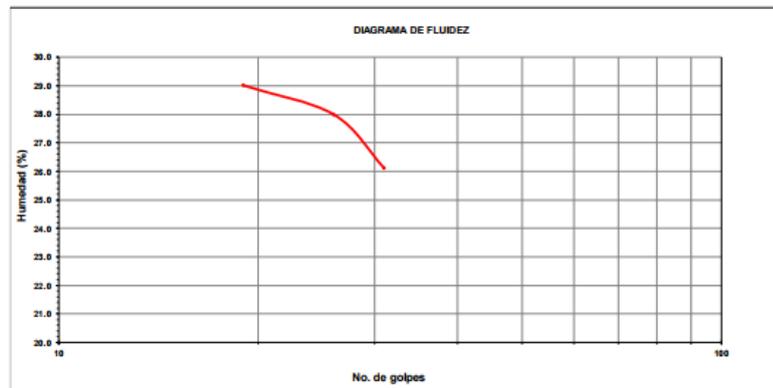


**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129**

PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA	:	C4
SOLICITANTE	:	CABALLERO PONTE ESMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	:	PARCOY - LLACUABAMBA

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (grs)	W _s + CRISTAL (grs)	W AGUA (grs)	W CRISTAL (grs)	W _s (grs)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	85.84	85.01	0.83	82.15	2.86	29.0	19
2	82.94	82.24	0.7	79.74	2.5	28.0	26
3	82.05	81.05	1	77.22	3.83	26.1	31
LÍMITE PLÁSTICO							
1	86.47	85.12	1.35	75.24	9.88	13.7	
2	87.24	85.74	1.5	75.84	9.9	15.2	
3	82.09	80.52	1.57	70.68	9.84	16.0	

L.L.	27.7
L.P.	14.9
I.P.	12.8



OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mbb
MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO
PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD

Handwritten signature

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 40

Análisis granulométrico por tamizado

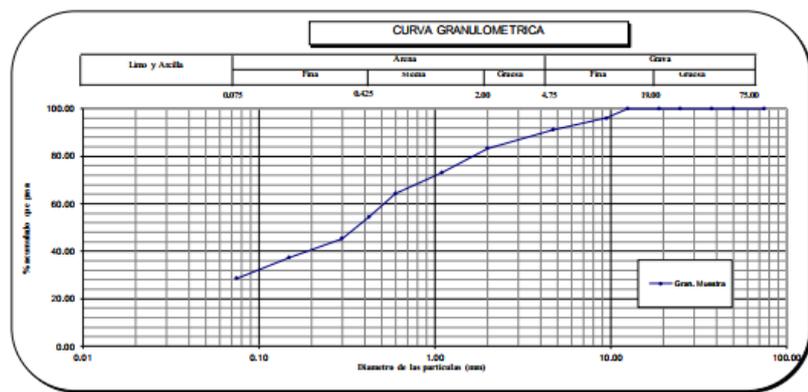


**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422**

PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA	:	C5
SOLICITANTE	:	CABALLERO PONTE ESMERALDA / COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	:	PARCOY - LLACUABAMBA

MALLAS AMERICANAS	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (99)					OBSERVACIONES	Humedad natural	7.2
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA			
3"	75.000				100.00			
2"	50.000				100.00			
1 1/2"	37.500				100.00			
1"	25.000				100.00			
3/4"	19.000				100.00			
1/2"	12.500				100.00			
3/8"	9.500	62.8	3.9	3.9	96.1			
N°4	4.750	78.2	4.8	8.7	91.3			
N°10	2.000	129.7	8.0	16.7	83.3			
N°16	1.100	165.9	10.3	27.0	73.0			
N°30	0.600	142.1	8.8	35.8	64.2			
N°40	0.425	156.8	9.7	45.5	54.5			
N°60	0.297	149.6	9.2	54.7	45.3			
N°100	0.149	127.5	7.9	62.6	37.4			
N°200	0.075	142.3	8.8	71.4	28.6			
< N°200	Fondo	462.8	28.6	100.0				
Total		1617.7	100.0					

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	3.9
Arena (%)	67.5
Finos (%)	28.6
D30	0.12
D60	0.68
D10	-
Cu	-
Cc	-
LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	28.6
LP	15.7
IP	12.8
CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	SC
AASHTO	A-2-4



Ing. Jorge Barrueto Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
C.I.P. N° 197384
GRUPO IMG

Fuente: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 41

Determinación de los límites de consistencia C4



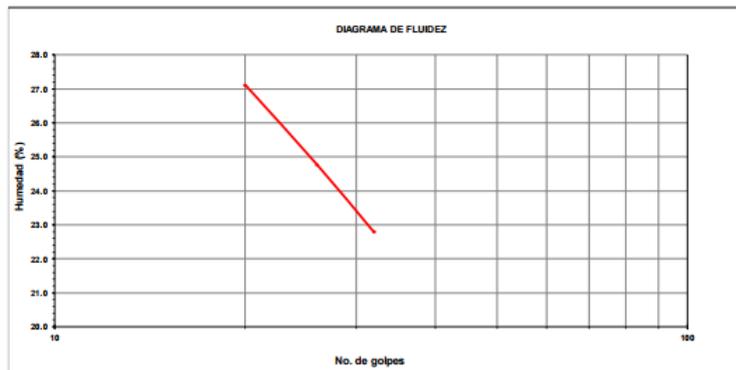
GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129**

PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA	:	C4
SOLICITANTE	:	CABALLERO PONTE ESMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	:	PARCOY - LLACUABAMBA

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (%)	W _h + CRISTAL (%)	W AGUA (%)	W CRISTAL (%)	W _h (%)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	90.54	89.45	1.09	85.43	4.02	27.1	20
2	85.27	83.94	1.33	78.57	5.37	24.8	26
3	87.64	86.15	1.49	79.61	6.54	22.8	32
LÍMITE PLÁSTICO							
1	94.51	92.57	1.94	76.83	15.74	12.3	
2	92.64	90.89	1.75	77.72	13.17	13.3	
3	91.37	89.93	1.44	79.49	10.44	13.8	

L.L.	24.9
L.P.	13.1
L.P.	11.8



Jorge
ing. Jorge Barrientes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 42

Contenido de humedad natural C5



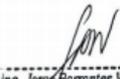
GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
NPT 339.127

PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA	:	C5
SOLICITANTE	:	CABALLERO PONTE ESMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	:	PARCOY - LLACUABAMBA

Recipiente	1	2	3
<i>W suelo humedo + tara (g)</i>	84.51	88.75	89.47
<i>W suelo seco + tara (g)</i>	83.54	87.29	88.18
<i>W tara (g)</i>	69.51	68.49	69.71
<i>W agua (g)</i>	0.97	1.46	1.29
<i>W suelo seco (g)</i>	14.03	18.8	18.47
<i>Humedad (%)</i>	6.9	7.8	7.0
<i>Humedad (%)</i>		7.2	

OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN MoB
MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS
MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO
PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD


 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 43

Analisis granulométrico por tamizado C6



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422

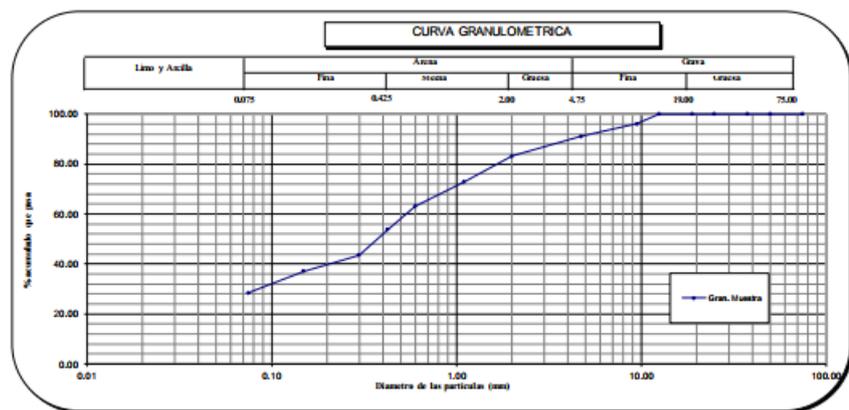
PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA	:	C6
SOLICITANTE	:	CABALLERO PONTE ESMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	:	PARCOY - LLACUABAMBA

MALLA SERIE AMERICANA	GRANULOMETRIA NTP. 339.128 (29)				% QUE PASA	OBSERVACIONES	Humedad natural 7.1
	ABERTURA (mm)	PESO RET. (g)	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO			
3"	75.000				100.00		
2"	50.000				100.00		
1 1/2"	37.500				100.00		
1"	25.000				100.00		
3/4"	19.000				100.00		
1/2"	12.500				100.00		
3/8"	9.500	85.4	4.0	4.0	96.0		
N°4	4.750	79.4	4.9	8.9	91.1		
N°10	2.000	128.6	7.9	16.8	83.2		
N°16	1.100	169.7	10.4	27.2	72.8		
N°30	0.600	158.2	9.7	36.9	63.1		
N°40	0.425	152.8	9.4	46.3	53.7		
N°50	0.297	165.9	10.2	56.4	43.6		
N°100	0.149	105.5	6.5	62.9	37.1		
N°200	0.075	142.1	8.7	71.6	28.4		
< N°200	Fondo	462.6	28.4	100.0			
	Total	1630.2	100.0				

CLASIFICACIONES GRANULOMETRICAS	
Grava (%)	4.0
Arena (%)	67.6
Finos (%)	28.4
D30	0.12
D60	0.68
D10	-
Cu	-
Cc	-

LIMITES DE CONSISTENCIA	
LL	26.1
LP	13.9
IP	12.2

CLASIFICACION DE SUELOS	
SUCS	SC
AASHTO	A-2-4



Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 44

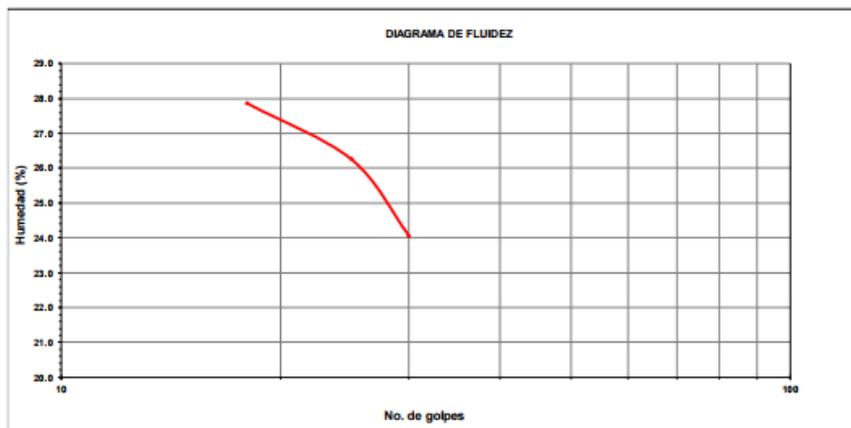
Determinación de los límites de consistencia C6

**DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA
NTP 339.129**

PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.
MUESTRA	:	C6
SOLICITANTE	:	CABALLERO PONTE ESMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN	:	PARCOY - LLACUABAMBA

CRISTAL No.	W _h + CRISTAL (gr%)	W _a + CRISTAL (gr%)	W AGUA (gr%)	W CRISTAL (gr%)	W _a (gr%)	HUMEDAD (%)	No. GOLPES
LÍMITE LÍQUIDO							
1	87.46	84.22	3.24	72.59	11.63	27.9	18
2	89.57	86.22	3.35	73.46	12.76	26.3	25
3	87.62	84.49	3.13	71.48	13.01	24.1	30
LÍMITE PLÁSTICO							
1	89.15	87.48	1.67	75.62	11.86	14.1	
2	85.69	84.29	1.4	73.82	10.47	13.4	
3	83.72	82.62	1.1	74.91	7.71	14.3	

L.L.	26.1
L.P.	13.9
L.P.	12.2



OBSERVACIONES: MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN M_{ab}
 MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS
 MUESTRA PARCIALMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO
 PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 45

Contenido de humedad natural C6

CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL NPT 339.127				
PROYECTO	:	DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022.		
MUESTRA	:	C6		
SOLICITANTE	:	CABALLERO PONTE ESMERALDA / COLCHADO BAYLÓN MIGUEL ALÉJANDRO		
UBICACIÓN	:	PARCOY - LLACUABAMBA		
<i>Recipiente</i>		1	2	3
<i>W suelo humedo + tara (g)</i>		85.27	89.46	84.73
<i>W suelo seco + tara (g)</i>		83.71	87.97	83.75
<i>W tara (g)</i>		62.58	67.19	69.43
<i>W agua (g)</i>		1.56	1.49	0.98
<i>W suelo seco (g)</i>		21.13	20.78	14.32
<i>Humedad (%)</i>		7.4	7.2	6.8
<i>Humedad (%)</i>		7.1		
OBSERVACIONES:		MUESTRA EXTRAIDA POR LE SOLICITANTE Y TRAJIDAS AL LABORATORIO EN Mtb		
		MUESTRA ALTERADA SIN PRESENCIA DE GRAVAS		
		MUESTRA PARCILAMENTE SECA SIN UNA GRAN PRESENCIA DE MATERIAL ORGANICO		
		PRESENCIA DE ALTA CANTIDAD DE FINOS CON MEDIANA PLASTICIDAD		


 ing. Jorge Barantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 46

Ensayos de compactación Proctor C1



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
MATERIAL: C-1

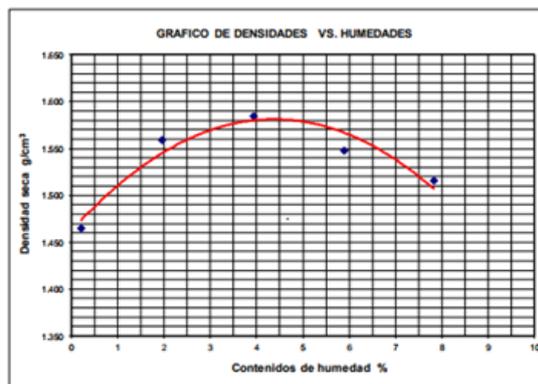
Volumen molde: 940.42 cm³
Peso molde: 3726 g
Peso del martillo: 4.5 kg
Altura de caída: 450 mm
de capas: 5
Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5106.30	5221.00	5275.00	5267.30	5263.00
Peso del suelo húmedo g	1380.30	1495.00	1549.00	1541.30	1537.00
Humedad calculada %	0.20	1.97	3.94	5.90	7.82
Densidad Húmeda g/cm ³	1.468	1.590	1.647	1.639	1.634
Densidad seca g/cm ³	1.465	1.559	1.585	1.548	1.516

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	121.8 152.00	168.7 163.4	128.6 159.2	172.4 196.3	156.7 152.4
Rec + suelo seco g	121.7 151.81	166.8 161.3	126.25 155.8	166.6 189.9	150.3 146.5
Peso del recipiente g	68.31 64.54	68.47 56.23	64.54 72.56	67.21 82.63	66.82 72.56
Peso del suelo seco g	53.39 87.27	98.33 105.07	61.71 83.24	99.39 107.27	83.48 73.94
Peso del agua g	0.10 0.19	1.90 2.10	2.35 3.40	5.80 6.40	6.40 5.90
Contenido de Humedad %	0.19 0.22	1.93 2.00	3.80 4.08	5.84 5.97	7.67 7.98
Humedad promedio %	0.20	1.97	3.94	5.90	7.82



Densidad Máxima:
1.581 g/cm³
Humedad óptima:
4.40 %

Juan
Ing. Juan Barrios Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 47

Ensayos de compactación Proctor CI+ Geomalla



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
 MATERIAL: C-1 + geomalla

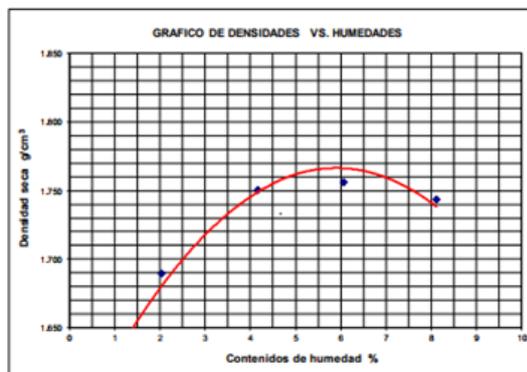
Volumen molde: 940.42 cm³
 Peso molde: 3726 g
 Peso del martillo: 4.5 kg
 Altura de caída: 450 mm
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5206.32	5347.23	5441.00	5477.32	5498.36
Peso del suelo húmedo g	1480.32	1621.23	1715.00	1751.32	1772.36
Humedad calculada %	0.16	2.04	4.17	6.07	8.11
Densidad Húmeda g/cm ³	1.574	1.724	1.824	1.862	1.885
Densidad seca g/cm ³	1.572	1.690	1.751	1.756	1.743

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	150.23	129.41	155.32	130.45	150.74
Rec + suelo seco g	150.09	129.31	153.55	129.00	147.36
Peso del recipiente g	68.31	64.54	68.47	56.23	64.54
Peso del suelo seco g	81.78	64.77	85.08	72.77	82.82
Peso del agua g	0.14	0.10	1.77	1.45	3.38
Contenido de Humedad %	0.17	0.15	2.08	1.99	4.08
Humedad promedio %	0.16	2.04	4.17	6.07	8.11



Densidad Máxima:
1.762 g/cm³
 Humedad óptima:
6.00 %

JMV
 Ing. Jorge Barrientes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP Nº 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 48

Ensayos de compactación Proctor C2



**ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASHTO T-180/MTC E-115)**

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
 MATERIAL: C-2

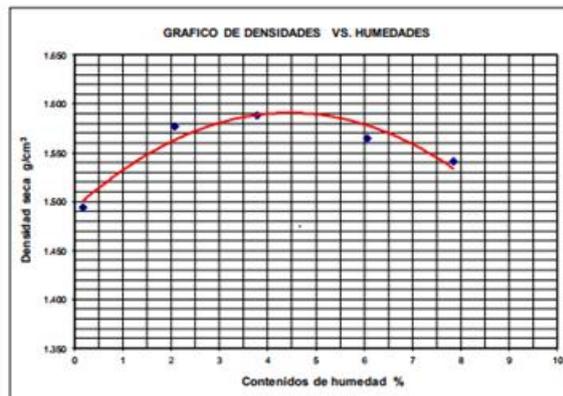
Volumen molde: 940.42 cm³
 Peso molde: 3726 g
 Peso del martillo: 4.5 kg
 Altura de caída: 450 mm
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5132.89	5239.44	5276.02	5286.30	5289.06
Peso del suelo húmedo g	1406.89	1513.44	1550.02	1560.30	1563.06
Humedad calculada %	0.17	2.07	3.78	6.07	7.86
Densidad Húmeda g/cm ³	1.496	1.609	1.648	1.659	1.662
Densidad seca g/cm ³	1.494	1.577	1.588	1.564	1.541

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	133.56	138.72	157.42	156.85	154.23
Rec + suelo seco g	133.43	138.59	155.64	155.00	150.81
Peso del recipiente g	52.41	62.53	71.42	63.52	62.89
Peso del suelo seco g	81.02	76.06	84.22	91.48	87.92
Peso del agua g	0.13	0.13	1.78	1.85	3.42
Contenido de Humedad %	0.16	0.17	2.11	2.02	3.89
Humedad promedio %	0.17	2.07	3.78	6.07	7.86



Densidad Máxima:
1.591 g/cm³
 Humedad óptima:
4.50 %

Ing. Jorge Bermúdez Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 O.R.P. N° 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 49

Ensayos de compactación Proctor C2+ Geomalla



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
MATERIAL: C-2 + geomalla

Volumen molde: 940.42 cm³
Peso molde: 3726 g

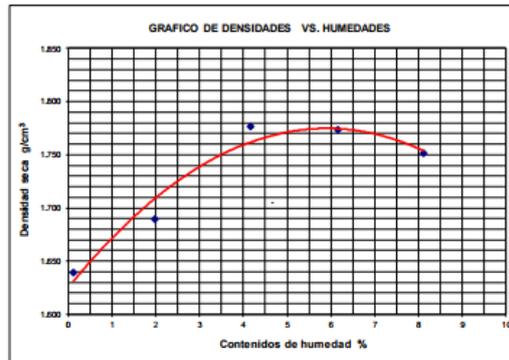
Peso del martillo: 4.5 kg
Altura de caída: 450 mm
de capas: 5
Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5269.00	5346.63	5406.12	5496.36	5506.99
Peso del suelo húmedo g	1543.00	1620.63	1740.12	1770.36	1780.99
Humedad calculada %	0.12	1.99	4.17	6.16	8.12
Densidad Húmeda g/cm ³	1.641	1.723	1.850	1.883	1.894
Densidad seca g/cm ³	1.639	1.690	1.776	1.773	1.752

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5					
Recipiente #										
Rec + suelo húmedo g	134.75	142.85	165.85	146.23	139.75	166.23	132.45	152.34	147.63	157.86
Rec + suelo seco g	134.68	142.73	164.00	144.63	136.63	162.54	128.42	146.57	141.00	149.34
Peso del recipiente g	62.41	62.63	71.42	63.52	62.89	72.56	61.23	65.41	58.23	45.72
Peso del suelo seco g	82.27	80.20	92.58	81.11	73.74	89.98	67.19	91.16	82.77	103.62
Peso del agua g	0.07	0.12	1.85	1.60	3.12	3.69	4.03	5.77	6.63	8.52
Contenido de Humedad %	0.09	0.15	2.00	1.97	4.23	4.10	6.00	6.33	8.01	8.22
Humedad promedio %	0.12		1.99		4.17		6.16		8.12	



Densidad Máxima:
1.779 g/cm³

Humedad óptima:
5.90 %

J. V.
Ing. Jorge Damianes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 50

Ensayos de compactación Proctor C3



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
MATERIAL: C-3

Volumen molde: 940.42 cm³
Peso molde: 3726 g

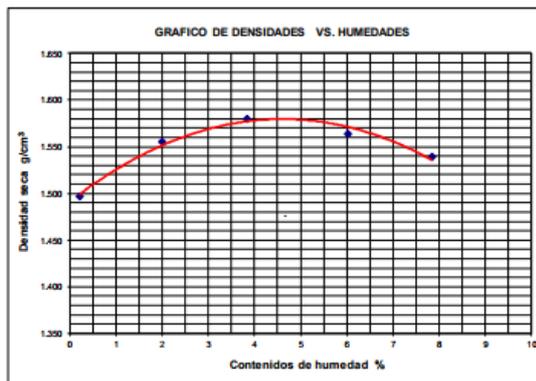
Peso del martillo: 4.5 kg
Altura de caída: 450 mm
de capas: 5
Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5136.45	5217.63	5268.66	5285.45	5287.00
Peso del suelo húmedo g	1410.45	1491.63	1542.66	1559.45	1561.00
Humedad calculada %	0.21	2.00	3.84	6.02	7.85
Densidad Húmeda g/cm ³	1.500	1.586	1.640	1.658	1.660
Densidad seca g/cm ³	1.497	1.565	1.580	1.564	1.539

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	145.23	155.63	138.96	144.10	149.63
Rec + suelo seco g	145.03	155.42	137.09	142.30	145.80
Peso del recipiente g	48.75	53.63	45.72	50.01	48.77
Peso del suelo seco g	96.28	101.79	91.37	92.29	97.03
Peso del agua g	0.20	0.21	1.87	1.80	3.83
Contenido de Humedad %	0.21	0.21	2.05	1.95	3.95
Humedad promedio %	0.21	2.00	3.84	6.02	7.85



Densidad Máxima:
1.580 g/cm³

Humedad óptima:
4.50 %

[Signature]
Ing. Jorge Esmeraldas Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 51

Ensayos de compactación Proctor C3+ Geomalla



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
 MATERIAL: C-3 + geomalla

Volumen molde: 940.42 cm³
 Peso molde: 3726 g

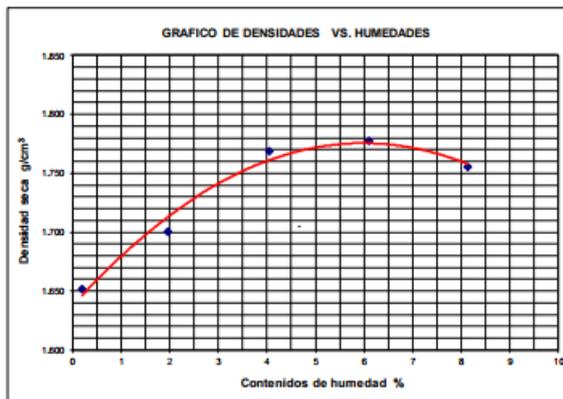
Peso del martillo: 4.5 kg
 Altura de caída: 450 mm
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5282.65	5356.32	5456.48	5499.69	5511.06
Peso del suelo húmedo g	1566.65	1630.32	1730.48	1773.69	1785.06
Humedad calculada %	0.20	1.96	4.05	6.10	8.13
Densidad Húmeda g/cm ³	1.655	1.734	1.840	1.886	1.898
Densidad seca g/cm ³	1.652	1.700	1.768	1.778	1.755

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	123.63 135.26	132.49 122.85	144.23 136.24	124.75 133.66	140.63 137.88
Rec + suelo seco g	123.50 135.08	130.84 121.43	140.53 132.63	119.63 129.36	134.63 131.67
Peso del recipiente g	48.75 53.63	45.72 50.01	48.77 43.96	35.89 58.82	60.01 56.12
Peso del suelo seco g	74.75 81.45	85.12 71.42	91.76 88.67	83.74 70.54	74.62 75.55
Peso del agua g	0.13 0.18	1.65 1.42	3.70 3.61	5.12 4.30	6.00 6.21
Contenido de Humedad %	0.17 0.22	1.94 1.99	4.03 4.07	6.11 6.10	8.04 8.22
Humedad promedio %	0.20	1.96	4.05	6.10	8.13



Densidad Máxima:
1.780 g/cm³

Humedad óptima:
5.90 %

Jov
 Ing. Jorge Barrientes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 RUP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 52

Ensayos de compactación Proctor C4



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
MATERIAL: C-4

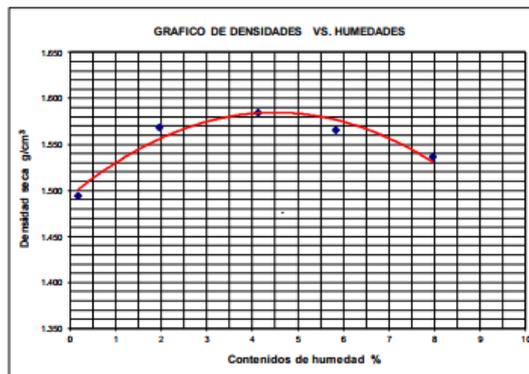
Volumen molde: 940.42 cm³
Peso molde: 3726 g
Peso del martillo: 4.5 kg
Altura de caída: 450 mm
de capas: 5
Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5133.74	5229.63	5277.46	5284.02	5285.64
Peso del suelo húmedo g	1407.74	1503.63	1551.46	1558.02	1559.64
Humedad calculada %	0.17	1.97	4.12	5.84	7.97
Densidad Húmeda g/cm ³	1.497	1.599	1.650	1.657	1.658
Densidad seca g/cm ³	1.494	1.568	1.584	1.565	1.536

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	163.25	158.74	148.96	136.85	155.55
Rec + suelo seco g	163.00	158.63	147.00	135.20	151.17
Peso del recipiente g	56.41	48.75	46.32	52.13	45.89
Peso del suelo seco g	106.59	109.88	100.68	83.07	105.28
Peso del agua g	0.25	0.11	1.96	1.65	4.38
Contenido de Humedad %	0.23	0.10	1.95	1.99	4.16
Humedad promedio %	0.17	1.97	4.12	5.84	7.97



Densidad Máxima:
1.585 g/cm³
Humedad óptima:
4.50 %

[Signature]
Ing. Jorge Fuentes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 53

Ensayos de compactación Proctor C4+ Geomalla



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLOHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
MATERIAL: C-4 + geomalla

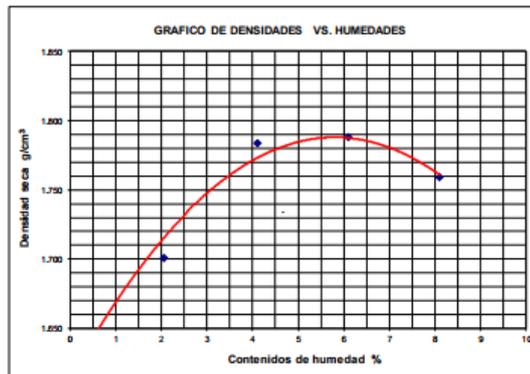
Volumen molde: 940.42 cm³
Peso molde: 3726 g
Peso del martillo: 4.5 kg
Altura de caída: 450 mm
de capas: 5
Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5261.02	5358.22	5472.23	5510.01	5514.01
Peso del suelo húmedo g	1535.02	1632.22	1746.23	1784.01	1788.01
Humedad calculada %	0.16	2.05	4.11	6.10	8.09
Densidad Húmeda g/cm ³	1.632	1.736	1.857	1.897	1.901
Densidad seca g/cm ³	1.630	1.701	1.783	1.788	1.759

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	136.58	145.23	152.24	131.96	142.30
Rec + suelo seco g	136.50	145.02	150.03	130.42	138.55
Peso del recipiente g	56.41	48.75	46.32	52.13	45.89
Peso del suelo seco g	80.09	96.27	103.71	78.29	92.66
Peso del agua g	0.08	0.21	2.21	1.54	3.75
Contenido de Humedad %	0.10	0.22	2.13	1.97	4.05
Humedad promedio %	0.16	2.05	4.11	6.10	8.09



Densidad Máxima:
1.788 g/cm³

Humedad óptima:
5.80 %

Jorge
Ing. Jorge Barruete Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 54

Ensayos de compactación Proctor C5



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
 MATERIAL: C-5

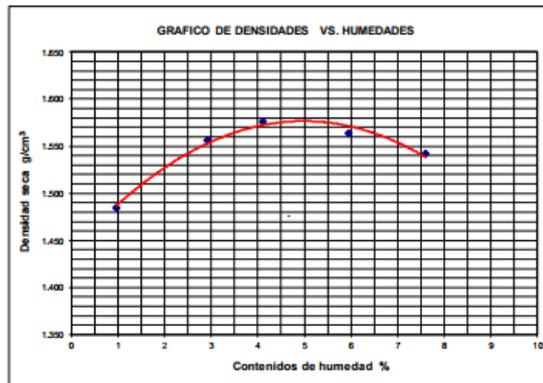
Volumen molde: 940.42 cm³
 Peso molde: 3726 g
 Peso del martillo: 4.5 kg
 Altura de caída: 450 mm
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5135.49	5231.71	5268.53	5284.14	5286.17
Peso del suelo húmedo g	1409.49	1505.71	1542.53	1558.14	1560.17
Humedad calculada %	0.96	2.91	4.11	5.95	7.59
Densidad Húmeda g/cm ³	1.499	1.601	1.640	1.657	1.659
Densidad seca g/cm ³	1.485	1.566	1.575	1.564	1.542

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	165.27	169.82	163.47	171.24	173.42
Rec + suelo seco g	164.42	168.61	160.59	167.92	168.93
Peso del recipiente g	58.42	59.62	58.28	57.45	56.62
Peso del suelo seco g	106.00	108.99	102.31	110.47	112.31
Peso del agua g	0.85	1.21	2.88	3.32	4.49
Contenido de Humedad %	0.80	1.11	2.81	3.01	4.00
Humedad promedio %	0.96	2.91	4.11	5.95	7.59



Densidad Máxima:
1.575 g/cm³
 Humedad óptima:
5.00 %

Jorge
 Ing. Jorge Burnantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 157284
 GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 55

Ensayos de compactación Proctor C5+ Geomalla



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
 MATERIAL: C-5 + geomalla

Volumen molde: 940.42 cm³
 Peso molde: 3726 g

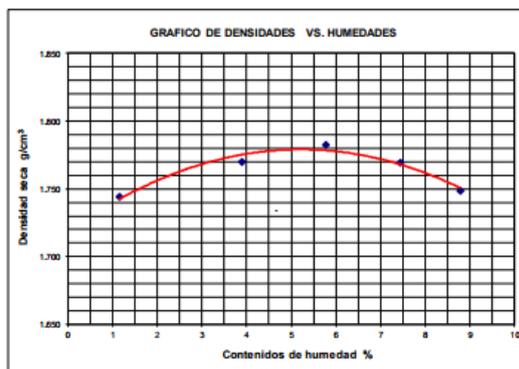
Peso del martillo: 4.5 kg
 Altura de caída: 450 mm
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5385.02	5455.22	5499.23	5514.01	5515.01
Peso del suelo húmedo g	1659.02	1729.22	1773.23	1788.01	1789.01
Humedad calculada %	1.15	3.89	5.78	7.45	8.78
Densidad Húmeda g/cm ³	1.764	1.839	1.886	1.901	1.902
Densidad seca g/cm ³	1.744	1.770	1.783	1.770	1.749

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5					
Recipiente #										
Rec + suelo húmedo g	137.45	149.28	139.47	142.75	141.58	147.65	149.74	152.46	153.76	149.82
Rec + suelo seco g	136.59	148.18	136.51	139.37	137.16	142.42	143.65	145.54	145.82	141.94
Peso del recipiente g	58.16	57.42	59.68	53.48	57.25	55.72	58.47	56.18	53.29	54.21
Peso del suelo seco g	78.43	90.76	76.83	85.89	79.91	86.70	85.18	89.36	92.53	87.73
Peso del agua g	0.86	1.10	2.96	3.36	4.42	5.23	6.09	6.92	7.94	7.88
Contenido de Humedad %	1.10	1.21	3.85	3.94	5.53	6.03	7.15	7.74	8.58	8.98
Humedad promedio %	1.15	3.89	5.78	7.45	8.78					



Densidad Máxima:
1.782 g/cm³
 Humedad óptima:
5.60 %

Jorge
 Ing. Jorge Dumantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 157384
 GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 56

Ensayos de compactación Proctor C6



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
MATERIAL: C-6

Volumen molde: 940.42 cm³
Peso molde: 3726 g

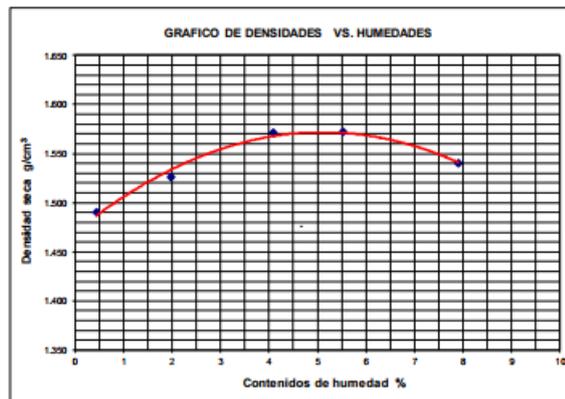
Peso del martillo: 4.5 kg
Altura de caída: 450 mm
de capas: 5
Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5133.74	5189.63	5264.46	5286.02	5288.64
Peso del suelo húmedo g	1407.74	1463.63	1538.46	1560.02	1562.64
Humedad calculada %	0.44	1.97	4.10	5.53	7.90
Densidad Húmeda g/cm ³	1.497	1.556	1.636	1.659	1.662
Densidad seca g/cm ³	1.490	1.526	1.572	1.572	1.540

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5					
Recipiente #										
Rec + suelo húmedo g	158.67	161.72	164.28	159.73	158.42	162.47	165.51	161.47	158.52	159.76
Rec + suelo seco g	158.27	161.22	161.99	157.95	154.52	158.41	159.87	155.77	150.76	152.34
Peso del recipiente g	58.29	57.42	55.61	58.73	59.84	58.71	56.27	54.12	53.55	57.43
Peso del suelo seco g	99.98	103.80	106.38	99.22	94.68	99.70	103.60	101.65	97.21	94.91
Peso del agua g	0.40	0.50	2.29	1.78	3.90	4.06	5.64	5.70	7.76	7.42
Contenido de Humedad %	0.40	0.48	2.15	1.79	4.12	4.07	5.44	5.61	7.98	7.82
Humedad promedio %	0.44		1.97		4.10		5.53		7.90	



Densidad Máxima:
1.585 g/cm³
Humedad óptima:
4.50 %

Ing. Jorge Barantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 57

Ensayos de compactación Proctor C6+ Geomalla



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO
(NORMAS: NTP 339.141/ASTM D1557/ASSHTO T-180/MTC E-115)

PROYECTO: DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO: CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN: PARCOY - LLACUABAMBA
 MATERIAL: C-6 + geomalla

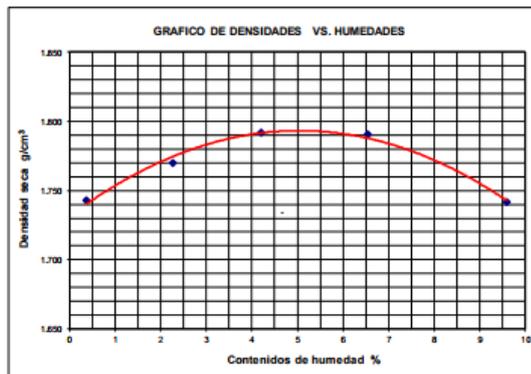
Volumen molde: 940.42 cm³
 Peso molde: 3726 g
 Peso del martillo: 4.5 kg
 Altura de caída: 450 mm
 # de capas: 5
 Golpes por capa: 25

DATOS PARA LA CURVA

Muestra #	1	2	3	4	5
Peso del molde + suelo húmedo g	5371.02	5428.22	5482.23	5520.01	5521.01
Peso del suelo húmedo g	1645.02	1702.22	1756.23	1794.01	1795.01
Humedad calculada %	0.37	2.27	4.21	6.54	9.60
Densidad Húmeda g/cm ³	1.749	1.810	1.867	1.908	1.909
Densidad seca g/cm ³	1.743	1.770	1.792	1.791	1.742

Contenidos de humedad

Muestra #	1	2	3	4	5
Recipiente #					
Rec + suelo húmedo g	139.86	141.25	142.41	138.75	144.75
Rec + suelo seco g	139.55	140.94	140.72	136.71	141.29
Peso del recipiente g	57.42	56.82	57.43	55.29	57.61
Peso del suelo seco g	82.13	84.12	83.29	81.42	83.68
Peso del agua g	0.31	0.31	1.69	2.04	3.46
Contenido de Humedad %	0.38	0.37	2.03	2.51	4.13
Humedad promedio %	0.37	2.27	4.21	6.54	9.60



Ing. Jorge Sarmiento Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 58

Indice de CBR de suelos C1



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
MUESTRA : C1

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7953	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11186	11658	11863
Peso suelo húmedo (g)	3253	3731	3942
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.53	1.76	1.86
Densidad seca(g/cm ³)	1.47	1.68	1.78
Contenido de humedad(%)	4.40	4.42	4.36

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	87.57	90.78	93.69	84.02	91.08	88.09
Rec + suelo seco g	86.72	89.75	92.59	83.33	90.1	87.15
Peso del recipiente g	67.76	65.88	67.22	68.02	67.29	65.89
Peso del suelo seco g	18.96	23.87	25.37	15.31	22.81	21.26
Peso del agua g	0.85	1.03	1.1	0.69	0.98	0.94
Contenido de Humedad %	4.48	4.32	4.34	4.51	4.30	4.42
Humedad promedio %	4.40		4.42		4.36	

Ensayo de CBR

12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.15	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.24	0.001932	0.12
0.075	1.91	0.41	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.55	0.001932	0.28
0.125	3.18	0.62	0.001932	0.32
0.150	3.81	0.69	0.001932	0.36
0.175	4.45	0.82	0.001932	0.42
0.200	5.08	0.94	0.001932	0.49
0.300	7.62	1.19	0.001932	0.62
0.400	10.16	1.25	0.001932	0.65
0.500	12.70	1.31	0.001932	0.68

Ensayo de CBR

25 golpes por capa

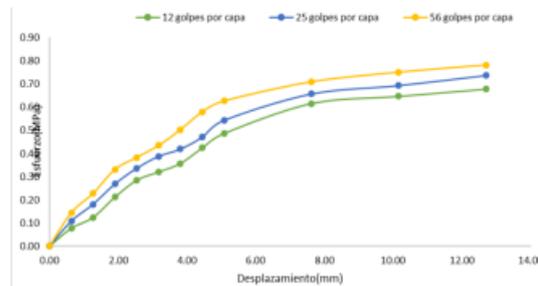
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.21	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.35	0.001932	0.18
0.075	1.91	0.52	0.001932	0.27
0.100	2.54	0.65	0.001932	0.34
0.125	3.18	0.75	0.001932	0.39
0.150	3.81	0.81	0.001932	0.42
0.175	4.45	0.91	0.001932	0.47
0.200	5.08	1.05	0.001932	0.54
0.300	7.62	1.27	0.001932	0.66
0.400	10.16	1.34	0.001932	0.69
0.500	12.70	1.42	0.001932	0.74


Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP Nº 197384
GRUPO IMG

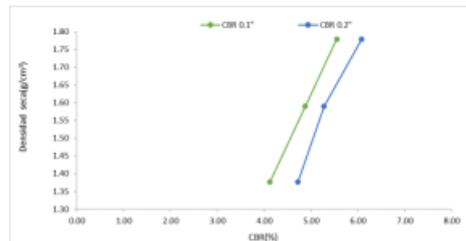
Nota: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia



Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (MPa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.28	0.001932	0.14
0.050	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.64	0.001932	0.33
0.100	2.54	0.74	0.001932	0.38
0.125	3.18	0.84	0.001932	0.43
0.150	3.81	0.97	0.001932	0.50
0.175	4.45	1.12	0.001932	0.58
0.200	5.08	1.21	0.001932	0.63
0.300	7.62	1.37	0.001932	0.71
0.400	10.16	1.45	0.001932	0.75
0.500	12.70	1.51	0.001932	0.78



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.28	6.9	4.13
12	0.2	0.49	10.3	4.72
25	0.1	0.34	6.9	4.88
25	0.2	0.54	10.3	5.28
56	0.1	0.38	6.9	5.55
56	0.2	0.63	10.3	6.08



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.38	4.13	4.72
25	1.59	4.88	5.28
56	1.78	5.55	6.08

M.D.S	1.581	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.502	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	4.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	5	%

JMV
Ing. Jorge Bustamante Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Fuente: Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 59

Indice de CBR de suelos CI + Geomalla



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
MUESTRA : CI + GEOMALLA

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11518	11881	12112
Peso suelo húmedo (g)	3583	3954	4191
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.69	1.86	1.97
Densidad seca(g/cm ³)	1.89	1.76	1.86
Contenido de humedad(%)	5.99	5.93	6.11

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	85.22	86.43	94.06
Rec + suelo seco g	84.10	85.26	92.46
Peso del recipiente g	65.22	65.94	65.03
Peso del suelo seco g	18.88	19.32	27.43
Peso del agua g	1.12	1.17	1.6
Contenido de Humedad %	5.93	6.06	6.03
Humedad promedio %	5.99		6.11

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.77	0.001932	0.40
0.050	1.27	1.78	0.001932	0.92
0.075	1.91	2.87	0.001932	1.49
0.100	2.54	3.78	0.001932	1.96
0.125	3.18	4.36	0.001932	2.26
0.150	3.81	4.82	0.001932	2.49
0.175	4.45	5.36	0.001932	2.77
0.200	5.08	5.69	0.001932	2.95
0.300	7.62	5.78	0.001932	2.99
0.400	10.16	5.86	0.001932	3.03
0.500	12.70	6.03	0.001932	3.12

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.96	0.001932	0.50
0.050	1.27	1.93	0.001932	1.00
0.075	1.91	2.97	0.001932	1.54
0.100	2.54	3.96	0.001932	2.05
0.125	3.18	4.52	0.001932	2.34
0.150	3.81	5.06	0.001932	2.62
0.175	4.45	5.56	0.001932	2.88
0.200	5.08	5.96	0.001932	3.08
0.300	7.62	6.20	0.001932	3.21
0.400	10.16	6.33	0.001932	3.28
0.500	12.70	6.54	0.001932	3.39


Ing. Jorge Barantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP Nº 197384
GRUPO IMG

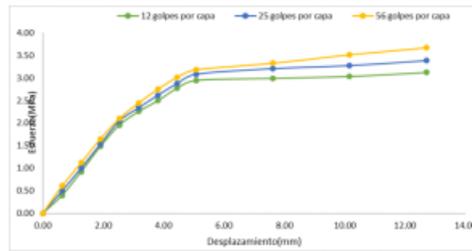
Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia



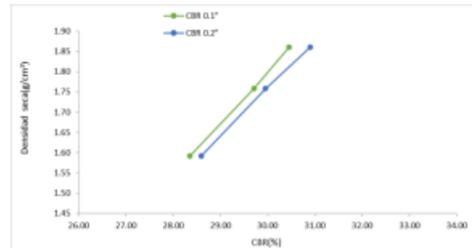
GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.17	0.001932	0.61
0.050	1.27	2.16	0.001932	1.12
0.075	1.91	3.19	0.001932	1.65
0.100	2.54	4.06	0.001932	2.10
0.125	3.18	4.73	0.001932	2.45
0.150	3.81	5.31	0.001932	2.75
0.175	4.45	5.82	0.001932	3.01
0.200	5.08	6.15	0.001932	3.18
0.300	7.62	6.43	0.001932	3.33
0.400	10.16	6.79	0.001932	3.51
0.500	12.70	7.09	0.001932	3.67



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.96	6.9	28.36
12	0.2	2.95	10.3	28.59
25	0.1	2.05	6.9	29.71
25	0.2	3.08	10.3	29.95
56	0.1	2.10	6.9	30.46
56	0.2	3.18	10.3	30.91



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\" (%)	CBR 0.2\" (%)
12	1.59	28.36	28.59
25	1.76	29.71	29.95
56	1.86	30.46	30.91

M.D.S	1.762	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.674	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1\"	29.1	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2\"	29.3	%

Jorge
Ing. Jorge Barrantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 60

Indice de CBR de suelos C2



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
UBICACIÓN : COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
MUESTRA : C2

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11141	11569	11726
Peso suelo húmedo (g)	3208	3698	3805
Volumen cm ³	2122,7	2122,7	2122,7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1,51	1,72	1,79
Densidad seca(g/cm ³)	1,48	1,48	1,72
Contenido de humedad(%)	4,50	4,50	4,52

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	93.87	94.6	98.06
Rec + suelo seco g	92.63	93.54	96.61
Peso del recipiente g	65.23	69.85	68.7
Peso del suelo seco g	27.4	23.69	28.92
Peso del agua g	1.24	1.06	1.31
Contenido de Humedad %	4.53	4.47	4.53
Humedad promedio %	4.50	4.50	4.52

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.28	0.001932	0.14
0.075	1.91	0.42	0.001932	0.22
0.100	2.54	0.56	0.001932	0.29
0.125	3.18	0.63	0.001932	0.33
0.150	3.81	0.72	0.001932	0.37
0.175	4.45	0.81	0.001932	0.42
0.200	5.08	0.94	0.001932	0.49
0.300	7.62	1.14	0.001932	0.59
0.400	10.16	1.22	0.001932	0.63
0.500	12.70	1.29	0.001932	0.67

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.22	0.001932	0.11
0.050	1.27	0.36	0.001932	0.19
0.075	1.91	0.51	0.001932	0.26
0.100	2.54	0.66	0.001932	0.34
0.125	3.18	0.76	0.001932	0.39
0.150	3.81	0.84	0.001932	0.43
0.175	4.45	0.94	0.001932	0.49
0.200	5.08	1.05	0.001932	0.54
0.300	7.62	1.24	0.001932	0.64
0.400	10.16	1.32	0.001932	0.68
0.500	12.70	1.41	0.001932	0.73

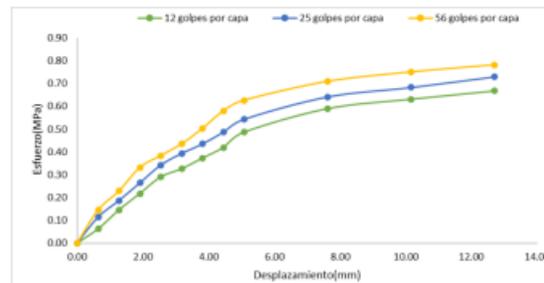

ing. Jorge Román Vilanova
REPRESENTANTE LEGAL
SIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

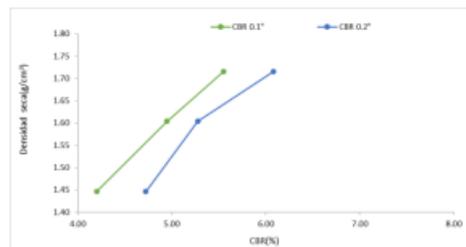


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.28	0.001932	0.14
0.050	1.27	0.44	0.001932	0.23
0.075	1.91	0.64	0.001932	0.33
0.100	2.54	0.74	0.001932	0.38
0.125	3.18	0.84	0.001932	0.43
0.150	3.81	0.97	0.001932	0.50
0.175	4.45	1.12	0.001932	0.58
0.200	5.08	1.21	0.001932	0.63
0.300	7.62	1.37	0.001932	0.71
0.400	10.16	1.45	0.001932	0.75
0.500	12.70	1.51	0.001932	0.78



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.29	6.9	4.20
12	0.2	0.49	10.3	4.72
25	0.1	0.34	6.9	4.95
25	0.2	0.54	10.3	5.28
56	0.1	0.38	6.9	5.55
56	0.2	0.63	10.3	6.08



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1* (%)	CBR 0.2* (%)
12	1.45	4.20	4.72
25	1.60	4.95	5.28
56	1.72	5.55	6.08

M.D.S	1.591	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.511	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1*	4.2	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2*	4.9	%

Jov
Ing. Jorge Barrientes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 61

Indice de CBR de suelos C2 + Geomalla



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
 MUESTRA : C2 + GEOMALLA

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11502	11913	12214
Peso suelo húmedo (g)	3569	3986	4293
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.68	1.88	2.02
Densidad seca(g/cm ³)	1.89	1.77	1.91
Contenido de humedad(%)	5.94	6.00	5.90

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	100.81	100.73	96.04
Rec + suelo seco g	99.17	98.8	94.12
Peso del recipiente g	71.68	66.18	62.44
Peso del suelo seco g	27.49	32.62	31.68
Peso del agua g	1.64	1.93	1.92
Contenido de Humedad %	5.97	5.92	6.06
Humedad promedio %	5.94	6.00	5.90

Ensayo de CBR

12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.04	0.001932	0.54
0.050	1.27	2.11	0.001932	1.09
0.075	1.91	3.15	0.001932	1.63
0.100	2.54	3.89	0.001932	2.01
0.125	3.18	4.71	0.001932	2.44
0.150	3.81	5.36	0.001932	2.77
0.175	4.45	5.81	0.001932	3.01
0.200	5.08	6.02	0.001932	3.12
0.300	7.62	7.09	0.001932	3.67
0.400	10.16	7.36	0.001932	3.81
0.500	12.70	7.70	0.001932	3.99

Ensayo de CBR

25 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.26	0.001932	0.65
0.050	1.27	2.41	0.001932	1.25
0.075	1.91	3.54	0.001932	1.83
0.100	2.54	4.38	0.001932	2.27
0.125	3.18	5.32	0.001932	2.75
0.150	3.81	6.03	0.001932	3.12
0.175	4.45	6.42	0.001932	3.32
0.200	5.08	6.71	0.001932	3.47
0.300	7.62	7.78	0.001932	4.03
0.400	10.16	8.06	0.001932	4.17
0.500	12.70	8.32	0.001932	4.31

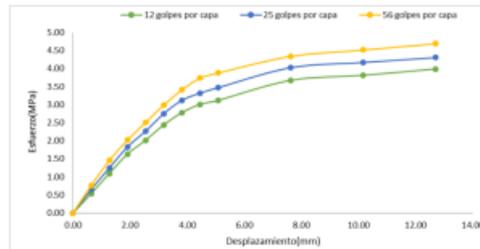

 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 157284
 GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

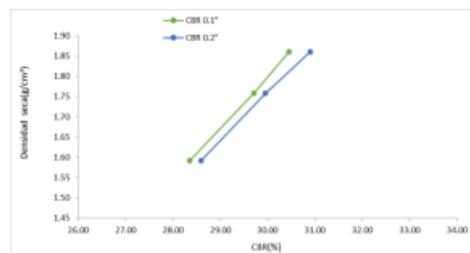


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.48	0.001932	0.77
0.050	1.27	2.81	0.001932	1.45
0.075	1.91	3.91	0.001932	2.02
0.100	2.54	4.85	0.001932	2.51
0.125	3.18	5.78	0.001932	2.99
0.150	3.81	6.59	0.001932	3.41
0.175	4.45	7.23	0.001932	3.74
0.200	5.08	7.50	0.001932	3.88
0.300	7.62	8.39	0.001932	4.34
0.400	10.16	8.73	0.001932	4.52
0.500	12.70	9.07	0.001932	4.69



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.01	6.9	29.18
12	0.2	3.12	10.3	30.25
25	0.1	2.27	6.9	32.86
25	0.2	3.47	10.3	33.72
56	0.1	2.51	6.9	36.38
56	0.2	3.88	10.3	37.69



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.59	29.18	30.25
25	1.77	32.86	33.72
56	1.91	36.38	37.69

M.D.S	1.779	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.690	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1\"	31	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2\"	32	%

Jorge
Ing. Jorge Fuentes Villaverde
RESPONSABLE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 62

Indice de CBR de suelos C3



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLABORADO POR: COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
 MUESTRA : C3

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
Nº de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11162	11672	11897
Peso suelo húmedo (g)	3229	3745	3976
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.52	1.76	1.87
Densidad seca(g/cm ³)	1.46	1.69	1.79
Contenido de humedad(%)	4.49	4.51	4.52

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	97.29	99.21	98.02
Rec + suelo seco g	95.7	97.68	96.4
Peso del recipiente g	60.17	63.76	60.59
Peso del suelo seco g	35.53	33.92	35.81
Peso del agua g	1.59	1.53	1.62
Contenido de Humedad %	4.48	4.51	4.52
Humedad promedio %	4.49	4.51	4.52

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.16	0.001932	0.08
0.050	1.27	0.34	0.001932	0.18
0.075	1.91	0.51	0.001932	0.26
0.100	2.54	0.52	0.001932	0.27
0.125	3.18	0.76	0.001932	0.39
0.150	3.81	0.85	0.001932	0.44
0.175	4.45	0.96	0.001932	0.50
0.200	5.08	0.87	0.001932	0.45
0.300	7.62	1.19	0.001932	0.62
0.400	10.16	1.28	0.001932	0.66
0.500	12.70	1.31	0.001932	0.68

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.28	0.001932	0.14
0.050	1.27	0.48	0.001932	0.25
0.075	1.91	0.67	0.001932	0.35
0.100	2.54	0.71	0.001932	0.37
0.125	3.18	0.96	0.001932	0.50
0.150	3.81	1.07	0.001932	0.55
0.175	4.45	1.19	0.001932	0.62
0.200	5.08	1.13	0.001932	0.58
0.300	7.62	1.45	0.001932	0.75
0.400	10.16	1.58	0.001932	0.82
0.500	12.70	1.65	0.001932	0.85

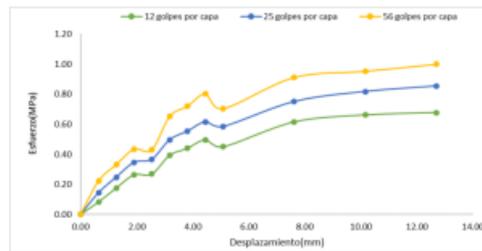

 Ing. Jorge Barrantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 197384
 GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

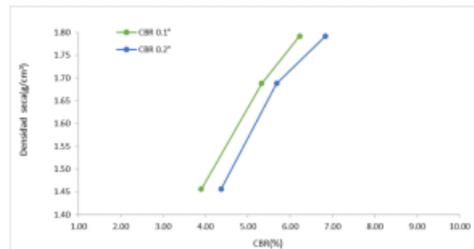


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.43	0.001932	0.22
0.050	1.27	0.64	0.001932	0.33
0.075	1.91	0.84	0.001932	0.43
0.100	2.54	0.83	0.001932	0.43
0.125	3.18	1.26	0.001932	0.65
0.150	3.81	1.39	0.001932	0.72
0.175	4.45	1.55	0.001932	0.80
0.200	5.08	1.36	0.001932	0.70
0.300	7.62	1.76	0.001932	0.91
0.400	10.16	1.84	0.001932	0.95
0.500	12.70	1.93	0.001932	1.00



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.27	6.9	3.90
12	0.2	0.45	10.3	4.37
25	0.1	0.37	6.9	5.33
25	0.2	0.58	10.3	5.68
56	0.1	0.43	6.9	6.23
56	0.2	0.70	10.3	6.83



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1* (%)	CBR 0.2* (%)
12	1.46	3.90	4.37
25	1.69	5.33	5.68
56	1.79	6.23	6.83

M.D.S	1.627	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.546	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1*	4.4	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2*	5	%

Jorge Bustantes Villanueva
Ing. Jorge Bustantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 63

Indice de CBR de suelos C1 + Geomalla



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO : CABALLERO PONTE EMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
 MUESTRA : C1 + GEOMALLA

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11499	11852	12116
Peso suelo húmedo (g)	3566	3925	4195
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.68	1.85	1.98
Densidad seca(g/cm ³)	1.60	1.76	1.88
Contenido de humedad(%)	5.07	5.07	4.96

Datos de humedad del ensayo

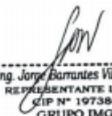
Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	96.52	94.75	98.63
Rec + suelo seco g	95.06	93.5	97.22
Peso del recipiente g	66.32	68.75	69.21
Peso del suelo seco g	28.74	24.75	28.01
Peso del agua g	1.46	1.25	1.41
Contenido de Humedad %	5.08	5.05	5.03
Humedad promedio %	5.07	5.07	4.96

Ensayo de CBR

12 golpes por capa		12 golpes por capa		Esfuerzo (Mpa)
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.69	0.001932	0.36
0.050	1.27	1.70	0.001932	0.88
0.075	1.91	2.85	0.001932	1.48
0.100	2.54	3.79	0.001932	1.96
0.125	3.18	4.39	0.001932	2.27
0.150	3.81	4.83	0.001932	2.50
0.175	4.45	5.41	0.001932	2.80
0.200	5.08	5.70	0.001932	2.95
0.300	7.62	5.81	0.001932	3.01
0.400	10.16	5.92	0.001932	3.06
0.500	12.70	6.12	0.001932	3.17

Ensayo de CBR

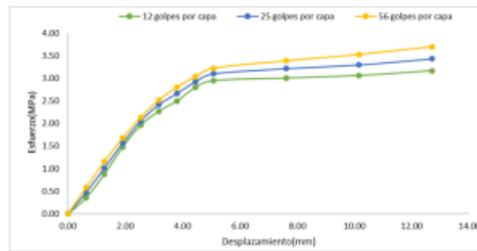
25 golpes por capa		25 golpes por capa		Esfuerzo (Mpa)
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.92	0.001932	0.48
0.050	1.27	1.96	0.001932	1.01
0.075	1.91	3.02	0.001932	1.56
0.100	2.54	3.98	0.001932	2.06
0.125	3.18	4.68	0.001932	2.42
0.150	3.81	5.16	0.001932	2.67
0.175	4.45	5.66	0.001932	2.93
0.200	5.08	6.00	0.001932	3.11
0.300	7.62	6.22	0.001932	3.22
0.400	10.16	6.38	0.001932	3.30
0.500	12.70	6.64	0.001932	3.44


 Ing. Jorge Barantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 RUP N° 197384
 GRUPO IMG

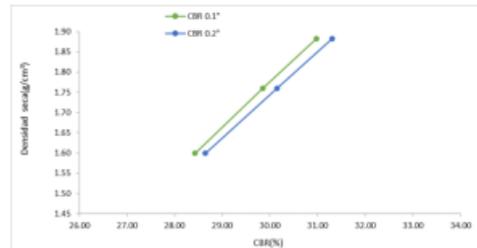
Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia



Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.13	0.001932	0.58
0.050	1.27	2.23	0.001932	1.15
0.075	1.91	3.24	0.001932	1.68
0.100	2.54	4.13	0.001932	2.14
0.125	3.18	4.87	0.001932	2.52
0.150	3.81	5.42	0.001932	2.81
0.175	4.45	5.87	0.001932	3.04
0.200	5.08	6.23	0.001932	3.22
0.300	7.62	6.55	0.001932	3.39
0.400	10.16	6.82	0.001932	3.53
0.500	12.70	7.15	0.001932	3.70



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.96	6.9	28.43
12	0.2	2.95	10.3	28.64
25	0.1	2.06	6.9	29.86
25	0.2	3.11	10.3	30.15
56	0.1	2.14	6.9	30.98
56	0.2	3.22	10.3	31.31



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.60	28.43	28.64
25	1.76	29.86	30.15
56	1.88	30.98	31.31

M.D.S	1.780	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.691	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1\"	29.4	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2\"	29.6	%

Jorge
Ing. Jorge Bunantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 64

Indice de CBR de suelos C4



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
MUESTRA : C4

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11109	11598	11914
Peso suelo húmedo (g)	3176	3671	3993
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.50	1.73	1.88
Densidad seca(g/cm ³)	1.43	1.65	1.80
Contenido de humedad(%)	4.48	4.50	4.53

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56			
Rec + suelo húmedo g	101.8	100.27	102.16	96.21	100.26	99.38
Rec + suelo seco g	99.87	98.1	100.57	94.66	98.41	97.83
Peso del recipiente g	56.23	50.28	65.23	60.28	57.41	63.78
Peso del suelo seco g	43.64	47.82	35.34	34.38	41	34.05
Peso del agua g	1.93	2.17	1.59	1.55	1.85	1.55
Contenido de Humedad %	4.42	4.54	4.50	4.51	4.51	4.55
Humedad promedio %	4.48		4.50		4.53	

Ensayo de CBR

12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.11	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.25	0.001932	0.13
0.075	1.91	0.37	0.001932	0.19
0.100	2.54	0.51	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.62	0.001932	0.32
0.150	3.81	0.74	0.001932	0.38
0.175	4.45	0.81	0.001932	0.42
0.200	5.08	0.86	0.001932	0.45
0.300	7.62	1.12	0.001932	0.58
0.400	10.16	1.24	0.001932	0.64
0.500	12.70	1.39	0.001932	0.72

Ensayo de CBR

25 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.24	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.41	0.001932	0.21
0.075	1.91	0.52	0.001932	0.27
0.100	2.54	0.68	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.79	0.001932	0.41
0.150	3.81	0.94	0.001932	0.49
0.175	4.45	1.04	0.001932	0.54
0.200	5.08	1.13	0.001932	0.58
0.300	7.62	1.46	0.001932	0.76
0.400	10.16	1.54	0.001932	0.80
0.500	12.70	1.62	0.001932	0.84

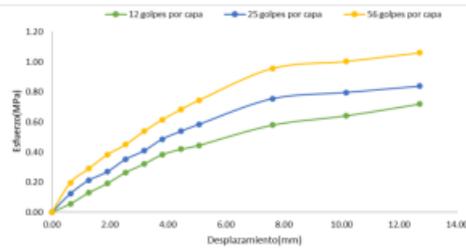
Jorge
ing. Jorge Bonantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

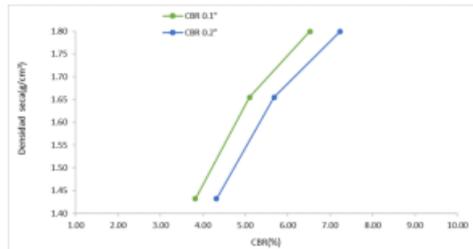


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.38	0.001932	0.20
0.050	1.27	0.56	0.001932	0.29
0.075	1.91	0.74	0.001932	0.38
0.100	2.54	0.87	0.001932	0.45
0.125	3.18	1.04	0.001932	0.54
0.150	3.81	1.19	0.001932	0.62
0.175	4.45	1.32	0.001932	0.68
0.200	5.08	1.44	0.001932	0.75
0.300	7.62	1.85	0.001932	0.96
0.400	10.16	1.94	0.001932	1.00
0.500	12.70	2.05	0.001932	1.06



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.26	6.9	3.83
12	0.2	0.45	10.3	4.32
25	0.1	0.35	6.9	5.10
25	0.2	0.58	10.3	5.68
56	0.1	0.45	6.9	6.53
56	0.2	0.75	10.3	7.24



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.43	3.83	4.32
25	1.65	5.10	5.68
56	1.80	6.53	7.24

M.D.S	1.631	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.549	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1\"	4.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2\"	4.9	%

JMV
Ing. Jorge Barantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
RUP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 65

Indice de CBR de suelos C4 + Geomalla



INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY-LACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
 MUESTRA : C4 + GEOMALLA

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11561	11762	11947
Peso suelo húmedo (g)	3628	3835	4026
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.71	1.81	1.90
Densidad seca(g/cm ³)	1.62	1.71	1.79
Contenido de humedad(%)	5.83	5.81	5.78

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	96.21	103.6	111.24
Rec + suelo seco g	94.45	101.32	108.81
Peso del recipiente g	63.97	62.52	67.09
Peso del suelo seco g	30.48	38.8	41.72
Peso del agua g	1.76	2.28	1.98
Contenido de Humedad %	5.77	5.88	5.82
Humedad promedio %	5.83	5.81	5.78

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.03	0.001932	0.53
0.050	1.27	2.11	0.001932	1.09
0.075	1.91	3.06	0.001932	1.58
0.100	2.54	3.90	0.001932	2.02
0.125	3.18	4.66	0.001932	2.41
0.150	3.81	5.24	0.001932	2.71
0.175	4.45	5.69	0.001932	2.95
0.200	5.08	5.91	0.001932	3.06
0.300	7.62	6.82	0.001932	3.53
0.400	10.16	7.25	0.001932	3.75
0.500	12.70	7.66	0.001932	3.96

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.31	0.001932	0.68
0.050	1.27	2.45	0.001932	1.27
0.075	1.91	3.36	0.001932	1.74
0.100	2.54	4.18	0.001932	2.16
0.125	3.18	5.08	0.001932	2.63
0.150	3.81	5.74	0.001932	2.97
0.175	4.45	6.17	0.001932	3.19
0.200	5.08	6.36	0.001932	3.29
0.300	7.62	7.48	0.001932	3.87
0.400	10.16	7.96	0.001932	4.12
0.500	12.70	8.35	0.001932	4.32

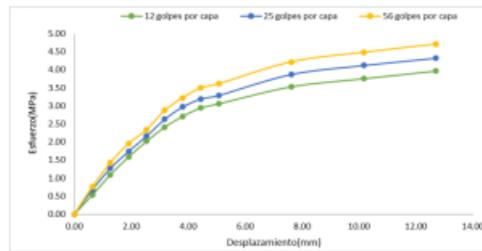

 Ing. Jorge Bustamante Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CIP N° 157384
 GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

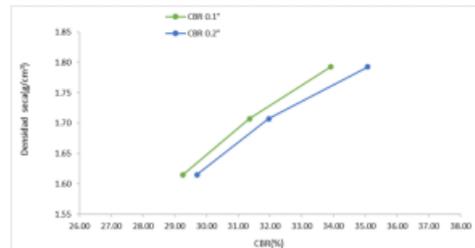


Ensayo de CBR **56 golpes por capa**

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.47	0.001932	0.76
0.050	1.27	2.75	0.001932	1.42
0.075	1.91	3.77	0.001932	1.95
0.100	2.54	4.52	0.001932	2.34
0.125	3.18	5.55	0.001932	2.87
0.150	3.81	6.23	0.001932	3.22
0.175	4.45	6.76	0.001932	3.50
0.200	5.08	6.98	0.001932	3.61
0.300	7.62	8.15	0.001932	4.22
0.400	10.16	8.66	0.001932	4.48
0.500	12.70	9.10	0.001932	4.71



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.02	6.9	29.26
12	0.2	3.06	10.3	29.70
25	0.1	2.16	6.9	31.36
25	0.2	3.29	10.3	31.96
56	0.1	2.34	6.9	33.91
56	0.2	3.61	10.3	35.08



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1 ^a (%)	CBR 0.2 ^a (%)
12	1.62	29.26	29.70
25	1.71	31.36	31.96
56	1.79	33.91	35.08

Jorge
Ing. Jorge Barrientes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

M.D.S	1.788	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.699	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1 ^a	31.1	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2 ^a	31.8	%

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 66

Indice de CBR de suelos C5



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY -
LLACUABAMBA, PATATZ, 2022
SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
MUESTRA : C5

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11109	11598	11914
Peso suelo húmedo (g)	3176	3671	3993
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.50	1.73	1.88
Densidad seca(g/cm ³)	1.43	1.65	1.80
Contenido de humedad(%)	4.41	4.67	4.70

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	102.31	99.47	103.62	101.51	99.48	103.35
Rec + suelo seco g	100.24	97.43	101.86	99.72	97.61	101.56
Peso del recipiente g	53.26	51.26	64.13	61.49	59.72	61.41
Peso del suelo seco g	46.98	46.17	37.73	38.23	37.89	40.15
Peso del agua g	2.07	2.04	1.76	1.79	1.87	1.79
Contenido de Humedad %	4.41	4.42	4.66	4.68	4.94	4.46
Humedad promedio %	4.41		4.67		4.70	

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.25	0.001932	0.13
0.075	1.91	0.41	0.001932	0.21
0.100	2.54	0.51	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.62	0.001932	0.32
0.150	3.81	0.69	0.001932	0.36
0.175	4.45	0.76	0.001932	0.39
0.200	5.08	0.86	0.001932	0.45
0.300	7.62	0.97	0.001932	0.50
0.400	10.16	1.08	0.001932	0.56
0.500	12.70	1.12	0.001932	0.58

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.23	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.39	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.58	0.001932	0.30
0.100	2.54	0.72	0.001932	0.37
0.125	3.18	0.84	0.001932	0.43
0.150	3.81	0.96	0.001932	0.50
0.175	4.45	1.09	0.001932	0.56
0.200	5.08	1.18	0.001932	0.61
0.300	7.62	1.31	0.001932	0.68
0.400	10.16	1.42	0.001932	0.73
0.500	12.70	1.45	0.001932	0.75

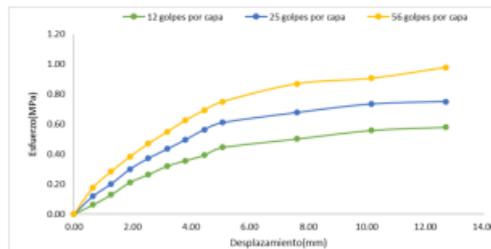

Ing. Jorge Domínguez Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

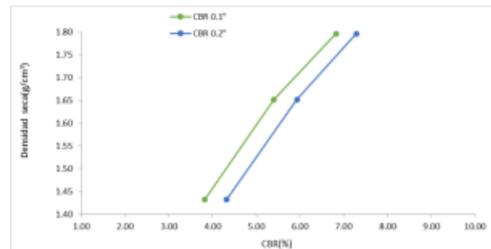


Ensayo de CBR

56 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.55	0.001932	0.28
0.075	1.91	0.74	0.001932	0.38
0.100	2.54	0.91	0.001932	0.47
0.125	3.18	1.06	0.001932	0.55
0.150	3.81	1.21	0.001932	0.63
0.175	4.45	1.34	0.001932	0.69
0.200	5.08	1.45	0.001932	0.75
0.300	7.62	1.68	0.001932	0.87
0.400	10.16	1.75	0.001932	0.91
0.500	12.70	1.89	0.001932	0.98



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.26	6.9	3.83
12	0.2	0.45	10.3	4.32
25	0.1	0.37	6.9	5.40
25	0.2	0.61	10.3	5.93
56	0.1	0.47	6.9	6.83
56	0.2	0.75	10.3	7.29



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1% (%)	CBR 0.2% (%)
12	1.43	3.83	4.32
25	1.65	5.40	5.93
56	1.80	6.83	7.29

M.D.S	1.628	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.547	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1*	4.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2*	5	%

Jorge
Ing. Jorge Barrios Villanueva
RESPONSABLE LEGAL
SIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 67

Indice de CBR de suelos C5 + Geomalla



GRUPO IMG
Ingeniería, materiales y geotecnia

**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
MUESTRA : C5 + GEOMALLA

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11561	11762	11947
Peso suelo húmedo (g)	3628	3835	4026
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.71	1.81	1.90
Densidad seca(g/cm ³)	1.62	1.71	1.79
Contenido de humedad(%)	5.83	5.81	5.78

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	102.64	102.58	99.76	104.52	101.46	99.54
Rec + suelo seco g	100.55	100.66	98.11	102.55	99.75	98.17
Peso del recipiente g	62.45	63.81	69.73	65.42	68.75	71.21
Peso del suelo seco g	38.1	36.85	28.38	37.13	31	26.96
Peso del agua g	2.09	1.92	1.65	1.97	1.71	1.37
Contenido de Humedad %	5.49	5.21	5.81	5.31	5.52	5.08
Humedad promedio %	5.35		5.56		5.30	

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.06	0.001932	0.55
0.050	1.27	2.13	0.001932	1.10
0.075	1.91	3.11	0.001932	1.61
0.100	2.54	3.95	0.001932	2.04
0.125	3.18	4.68	0.001932	2.42
0.150	3.81	5.28	0.001932	2.73
0.175	4.45	5.73	0.001932	2.97
0.200	5.08	5.99	0.001932	3.10
0.300	7.62	6.86	0.001932	3.55
0.400	10.16	7.28	0.001932	3.77
0.500	12.70	7.71	0.001932	3.99

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.35	0.001932	0.70
0.050	1.27	2.49	0.001932	1.29
0.075	1.91	3.41	0.001932	1.77
0.100	2.54	4.22	0.001932	2.18
0.125	3.18	5.15	0.001932	2.67
0.150	3.81	5.84	0.001932	3.02
0.175	4.45	6.24	0.001932	3.23
0.200	5.08	6.41	0.001932	3.32
0.300	7.62	7.52	0.001932	3.89
0.400	10.16	8.25	0.001932	4.27
0.500	12.70	8.48	0.001932	4.39

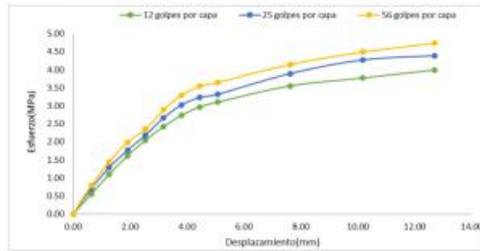

Ing. Jorge Burnos Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

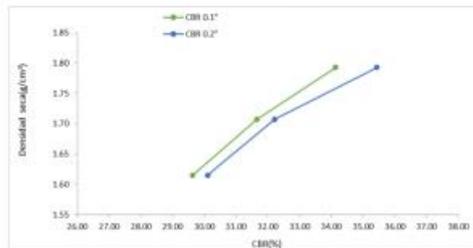


Ensayo de CBR 56 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.52	0.001932	0.79
0.050	1.27	2.79	0.001932	1.44
0.075	1.91	3.83	0.001932	1.98
0.100	2.54	4.55	0.001932	2.36
0.125	3.18	5.58	0.001932	2.89
0.150	3.81	6.37	0.001932	3.30
0.175	4.45	6.84	0.001932	3.54
0.200	5.08	7.05	0.001932	3.65
0.300	7.62	8.01	0.001932	4.15
0.400	10.16	8.68	0.001932	4.49
0.500	12.70	9.15	0.001932	4.74



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	2.04	6.9	29.63
12	0.2	3.10	10.3	30.10
25	0.1	2.18	6.9	31.66
25	0.2	3.32	10.3	32.21
56	0.1	2.36	6.9	34.13
56	0.2	3.65	10.3	35.43



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1\"	CBR 0.2\"
12	1.62	29.63	30.10
25	1.71	31.66	32.21
56	1.80	34.13	35.43

M.D.S	1.734	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.647	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1\"	30.3	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2\"	37.6	%

Jorge
Ing. Jorge Barantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 68

Indice de CBR de suelos C6



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
UBICACIÓN : PARCOY - LLACUABAMBA
MUESTRA : C6

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11109	11598	11914
Peso suelo húmedo (g)	3176	3671	3993
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.50	1.73	1.88
Densidad seca(g/cm ³)	1.43	1.65	1.80
Contenido de humedad(%)	4.48	4.50	4.53

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12	25	56
Rec + suelo húmedo g	101.8	100.27	102.16
Rec + suelo seco g	99.87	98.1	100.57
Peso del recipiente g	56.23	50.28	65.23
Peso del suelo seco g	43.64	47.82	35.34
Peso del agua g	1.93	2.17	1.59
Contenido de Humedad %	4.42	4.54	4.50
Humedad promedio %	4.48	4.50	4.53

Ensayo de CBR 12 golpes por capa

Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.12	0.001932	0.06
0.050	1.27	0.26	0.001932	0.13
0.075	1.91	0.37	0.001932	0.19
0.100	2.54	0.51	0.001932	0.26
0.125	3.18	0.61	0.001932	0.32
0.150	3.81	0.69	0.001932	0.36
0.175	4.45	0.75	0.001932	0.39
0.200	5.08	0.86	0.001932	0.45
0.300	7.62	1.08	0.001932	0.56
0.400	10.16	1.19	0.001932	0.62
0.500	12.70	1.24	0.001932	0.64

Ensayo de CBR 25 golpes por capa

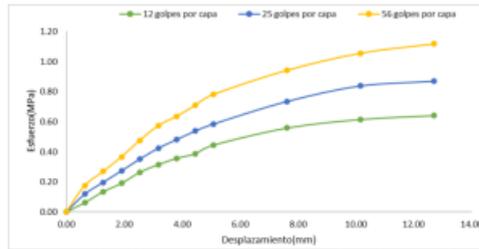
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.23	0.001932	0.12
0.050	1.27	0.38	0.001932	0.20
0.075	1.91	0.53	0.001932	0.27
0.100	2.54	0.68	0.001932	0.35
0.125	3.18	0.82	0.001932	0.42
0.150	3.81	0.93	0.001932	0.48
0.175	4.45	1.04	0.001932	0.54
0.200	5.08	1.13	0.001932	0.58
0.300	7.62	1.42	0.001932	0.73
0.400	10.16	1.62	0.001932	0.84
0.500	12.70	1.68	0.001932	0.87

Jorge
Ing. Jorge Barmanes Villanueva
REG. COLEGIANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

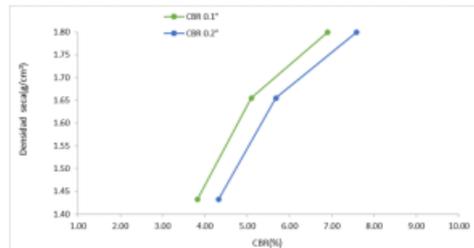
Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia



Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Área (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	0.34	0.001932	0.18
0.050	1.27	0.52	0.001932	0.27
0.075	1.91	0.71	0.001932	0.37
0.100	2.54	0.92	0.001932	0.48
0.125	3.18	1.11	0.001932	0.57
0.150	3.81	1.23	0.001932	0.64
0.175	4.45	1.37	0.001932	0.71
0.200	5.08	1.51	0.001932	0.78
0.300	7.62	1.82	0.001932	0.94
0.400	10.16	2.04	0.001932	1.06
0.500	12.70	2.16	0.001932	1.12



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	0.26	6.9	3.83
12	0.2	0.45	10.3	4.32
25	0.1	0.35	6.9	5.10
25	0.2	0.58	10.3	5.68
56	0.1	0.48	6.9	6.90
56	0.2	0.78	10.3	7.59



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1% (%)	CBR 0.2% (%)
12	1.43	3.83	4.32
25	1.65	5.10	5.68
56	1.80	6.90	7.59

M.D.S	1.627	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.546	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1*	4.5	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2*	4.8	%

Jov
Ing. Jorge Barantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 69

Indice de CBR de suelos C6 + Geomalla



**INDICE DE CBR DE SUELOS
ASTM D 1883**

PROYECTO : DISEÑO DE UN PAVIMENTO FLEXIBLE UTILIZANDO GEOMALLA COMO REFUERZO EN LA SUBRASANTE PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL PARCOY - LLACUABAMBA, PATAZ, 2022
 SOLICITADO : CABALLERO PONTE ESMERALDA
 COLCHADO BAYLON MIGUEL ALEJANDRO
 UBICACION : PARCOY - LLACUABAMBA
 MUESTRA : C6 + GEOMALLA

DATOS DEL ENSAYO

Muestra #	1	2	3
N° de golpes	12	25	56
Peso del molde (g)	7933	7927	7921
Peso del molde + suelo húmedo (g)	11561	11762	11947
Peso suelo húmedo (g)	3628	3835	4026
Volumen cm ³	2122.7	2122.7	2122.7
Densidad húmeda(g/cm ³)	1.71	1.81	1.90
Densidad seca(g/cm ³)	1.62	1.71	1.79
Contenido de humedad(%)	5.70	5.64	5.67

Datos de humedad del ensayo

Muestra #	12		25		56	
Rec + suelo húmedo g	99.48	101.57	103.62	105.25	99.62	103.54
Rec + suelo seco g	97.84	99.82	101.96	103.55	97.94	101.76
Peso del recipiente g	68.72	69.45	72.15	73.82	69.97	68.38
Peso del suelo seco g	29.12	30.37	29.81	29.73	27.97	33.38
Peso del agua g	1.64	1.75	1.66	1.7	1.68	1.78
Contenido de Humedad %	5.63	5.76	5.57	5.72	6.01	5.33
Humedad promedio %	5.70		5.64		5.67	

Ensayo de CBR

12 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.08	0.001932	0.56
0.050	1.27	2.15	0.001932	1.11
0.075	1.91	3.09	0.001932	1.60
0.100	2.54	3.84	0.001932	1.99
0.125	3.18	4.71	0.001932	2.44
0.150	3.81	5.28	0.001932	2.73
0.175	4.45	5.73	0.001932	2.97
0.200	5.08	5.96	0.001932	3.08
0.300	7.62	6.87	0.001932	3.56
0.400	10.16	7.32	0.001932	3.79
0.500	12.70	7.72	0.001932	4.00

Ensayo de CBR

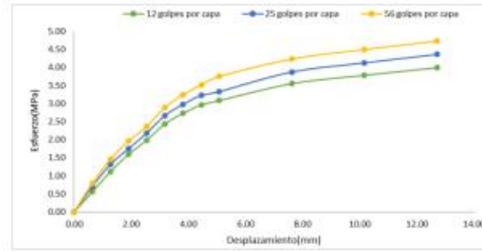
25 golpes por capa				
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (KN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.36	0.001932	0.70
0.050	1.27	2.55	0.001932	1.32
0.075	1.91	3.39	0.001932	1.75
0.100	2.54	4.22	0.001932	2.18
0.125	3.18	5.16	0.001932	2.67
0.150	3.81	5.75	0.001932	2.98
0.175	4.45	6.24	0.001932	3.23
0.200	5.08	6.44	0.001932	3.33
0.300	7.62	7.49	0.001932	3.88
0.400	10.16	7.98	0.001932	4.13
0.500	12.70	8.43	0.001932	4.36

Jov
 Ing. Jorge Bermantes Villanueva
 REPRESENTANTE LEGAL
 CEP N° 197384
 GRUPO IMG

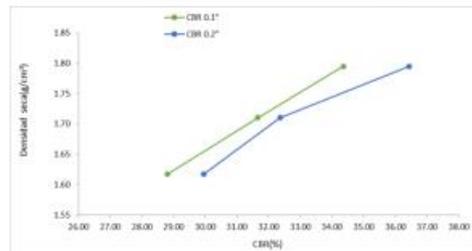
Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia



Ensayo de CBR		56 golpes por capa		
Penetración (pulg)	Penetración (mm)	Carga (kN)	Area (m ²)	Esfuerzo (Mpa)
0.000	0.00	0.00	0.001932	0.00
0.025	0.64	1.53	0.001932	0.79
0.050	1.27	2.81	0.001932	1.45
0.075	1.91	3.79	0.001932	1.96
0.100	2.54	4.58	0.001932	2.37
0.125	3.18	5.59	0.001932	2.89
0.150	3.81	6.27	0.001932	3.25
0.175	4.45	6.79	0.001932	3.51
0.200	5.08	7.25	0.001932	3.75
0.300	7.62	8.18	0.001932	4.23
0.400	10.16	8.89	0.001932	4.50
0.500	12.70	9.14	0.001932	4.73



GOLPES	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	1.99	6.9	28.81
12	0.2	3.08	10.3	29.95
25	0.1	2.18	6.9	31.66
25	0.2	3.33	10.3	32.36
56	0.1	2.37	6.9	34.36
56	0.2	3.75	10.3	36.43



GOLPES	DENSIDAD (g/cm ³)	CBR 0.1" (%)	CBR 0.2" (%)
12	1.62	28.81	29.95
25	1.71	31.66	32.36
56	1.79	34.36	36.43

Jorge
Ing. Jorge Barantes Villanueva
REPRESENTANTE LEGAL
CIP N° 197384
GRUPO IMG

M.D.S	1.713	g/cm ³
95%(M.D.S)	1.627	g/cm ³
C.B.R.(M.D.S) 0.1"	29.6	%
C.B.R.(M.D.S) 0.2"	30.7	%

Nota. Grupo IMC Ingeniería, materiales y geotecnia

Figura 70

Tesista realizando los ensayos



Figura 71

Tesista realizando los ensayos



Figura 72

Tesistas realizando los ensayos



Figura 73

Tesista realizando los ensayos de laboratorio



Figura 74

Tesista realizando los ensayos de laboratorio



Figura 75

Tesista realizando los ensayos de laboratorio



Figura 76

Tesista realizando los ensayos de laboratorio



Figura 77

Tesista realizando los ensayos de laboratorio



Figura 78

Ensayos de laboratorio



Figura 79

Toma de muestra de la calicata N°1



Figura 80

Toma de muestras de la calicata N°2



Figura 81

Toma de muestras de la calicata N° 3



Figura 82

Toma de muestras de la calicata N° 4



Figura 83

Toma de muestras de la calicata N°5



Figura 84

Toma de muestras de la calicata N°6

