



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Incidencia de la geomalla biaxial en el módulo resiliente de la subrasante de diseño para pavimentos flexibles Puno 2020”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniería Civil**

AUTORA:

Cahuapaza Condori, Cliritza Magna (ORCID: 000-0002-4306-9660)

ASESOR:

Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

LIMA — PERÚ

2020

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mi madre, quien me educo con responsabilidad, dedicación y sabiduría, integrando valores. A dios por haberme permitido alcanzar mis metas. y todo aquel que me impulso a seguir adelante, abriendo sus puertas para brindar conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme nuevos caminos
y acompañarme en los mismos.

A mi familia por haber estado en cada
etapa de mi realización profesional,
impulsando a ser una mejor persona.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	IV
INDICE DE FIGURAS	V
INDICE DE TABLAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGIA	39
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1.1. INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL.....	40
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION	41
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.3.1. POBLACIÓN	44
3.3.2. MUESTRA	44
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	44
3.4.1. TÉCNICAS	44
3.4.2. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	44
IV. RESULTADOS.....	46
V. DISCUSIÓN	68
VI. CONCLUSIÓN	70
VII.RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIAS	72
ANEXOS	72

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Uso de Geosintéticos en las Últimas Décadas.....	10
Figura 2: Uso de geosintéticos en las últimas décadas.....	10
Figura 3: distribución del mercado internacional de los geotextiles.....	11
Figura 4: Crecimiento del mercado de los geosintéticos en el mundo:.....	11
Figura 5: <i>Tipos de geomallas</i>	12
Figura 6: Geotextil	13
Figura 7: Láminas de geomembranas	13
Figura 8: Muestra varios tipos de geocompuestos.....	14
Figura 9: Se muestra varios tipos de geodrenes.....	14
Figura 10: Geocelda	15
Figura 11: mecanismos típicos de degradación en vías y respuesta ante las cargas reforzadas con geomalla.	16
Figura 12: comparación de geosintéticos en pavimento.	17
Figura 13: Función del geosintético.	17
Figura 14: función del geosintético en la capa.	17
Figura 15: vista del geosintético como refuerzo.....	18
Figura 16: Ahuellamiento con y sin geosintéticos.	18
Figura 17: Geomalla uniaxial	20
Figura 18: geomalla Biaxial	20
Figura 19: Geomalla biaxial.	21
Figura 20: Forma y textura de la Geomalla Triaxial	22
Figura 21: Restricción del desplazamiento lateral y confinamiento.	25
Figura 22: Mejora la Capacidad de Soporte del Suelo.....	25
Figura 23: Distribución de cargas con y sin geomalla.	26

Figura 24: Respuesta a cargas de trafico	26
Figura 25: Resiliencia de materiales granulares y suelos.	27
Figura 26: Deformaciones en respuesta a cargas.....	28
Figura 27: Acumulación de deformaciones.	28
Figura 28: Esquema del equipo triaxial cíclico (laboratorio).	29
Figura 29: esquema de esfuerzos aplicados en un espécimen para hallar el Modulo Resiliente.	30
Figura 30: Deflectómetro de impacto	31
Figura 31: Viga benkelman.....	32
Figura 32: Esquema de Viga Benkelman.....	32
Figura 33: Configuración Geométrica del Sistema de Carga en Ensayos con la Viga Benkelman.	33
Figura 34: Esquema del proceso de medición con la Viga Benkelman	33
Figura 35: Esquema para la medición de deflexiones, mostrando las distancias off-set a ser consideradas en los ensayos.	35
Figura 36: Ubicación de la zona de intervención.....	47
Figura 37: Dimensiones del área de trabajo	48

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: funciones primarias de los geosintéticos.	15
Tabla 2: Categorías de Subrasante	23
Tabla 3: valor de coeficientes y variables de ajuste de curvas.	38
Tabla 4: Matriz de consistencia.....	42
Tabla 5: Operalización de Variables.....	43
Tabla 8: resultados de modulo resiliente y CBR GRUPO EXPERIMENTAL ..	61
Tabla 9: Calculo y resultado de Modulo resiliente y CBR GRUPO CONTROL	62
Tabla 10: resultados de modulo resiliente y CBR GRUPO CONTROL	62
Tabla 11: Calculo y resultado de Modulo resiliente y CBR GRUPO EXPERIMENTAL	65
Tabla 12: resultados de modulo resiliente y CBR GRUPO EXPERIMENTAL	65
Tabla 13: Calculo y resultado de Modulo resiliente y CBR GRUPO CONTROL	65
Tabla 14: Resultados del modulo resiente y CBR GRUPO EXPERIMENTAL	66
Tabla 15: resultados de modulo resiliente y CBR GRUPO CONTROL	66
Tabla 16: Se observa los resultados finales.	67
Tabla 17: mejoraras en la subrasante con geomalla biaxial.	67

RESUMEN

La presente investigación “**Incidencia de la geomalla biaxial en el módulo resiliente de la subrasante de diseño para pavimentos flexibles Puno 2020**”; tiene como objetivo principal analizar la incidencia de la geomalla biaxial en el mejoramiento de suelos insuficientes en el módulo resiliente de los pavimentos flexibles, por consiguiente, se analizó las propiedades del suelo en evaluación con los ensayos de CBR IN SITU, Límites de Atterberg, Contenido de Humedad Análisis Granulométrico por Tamizado, Proctor Modificado, Resistencia al Desgaste (Abrasión de los Ángeles), Peso Específico, Densidad de Campo, Análisis Deflectometría – Viga Benkelman. Donde el CBR IN SITU de la subrasante de diseño que está compuesto por un relleno de material granular de espesor 0.30m y su $cbr = 4.87 \%$; Adicional a esto se realizó un tramo de 4.00 m x 20.00 m con relleno de material con espesor de 0.30m reforzado con geomalla biaxial entre el terreno de fundación y la capa de relleno, para ambos casos se usó el mismo material granular proveniente de la cantera Taparachi, las mismas dimensiones, el mismo contenido de humedad, y en ambos casos se realizó la viga benkelman, obteniendo resultados de Módulo resiliente en ambos casos en el cual los resultados indican que la geomalla biaxial mejora el módulo resiliente de la subrasante en 64.98 %.

Palabras clave: Módulo Resiliente, Geomalla Biaxial, Subrasante de Diseño.

ABSTRACT

The present investigation "Incidence of the biaxial geogrid on the resilient modulus of the design subgrade for flexible pavements Puno 2020"; Its main objective is to analyze the incidence of biaxial geogrid in the improvement of insufficient soils in the resilient modulus of flexible pavements, therefore, The properties of the soil under evaluation were analyzed with the tests of CBR IN SITU, limits de Atterberg, Moisture Content Sieve Sieve Analysis, Modified Proctor, Wear Resistance (Abrasion of the Angels), Specific Weight, Field Density, Deflectometry Analysis - Benkelman Beam. Where the CBR IN SITU of the design subgrade that is composed of a filling of granular material with a thickness of 0.30m and its cbr = 4.87%; In addition to this, a section of 4.00 m x 20.00 m was made with filling of material with a thickness of 0.30 m reinforced with biaxial geogrid between the foundation ground and the fill layer, For both cases the same granular material from the Taparachi quarry was used, the same dimensions, the same moisture content, and in both cases the benkelman beam was made, obtaining results of resilient modulus in both cases in which the results indicate that the biaxial geogrid improves the resilient modulus of the subgrade by 64.98%.

Keywords: Resilient Module, Biaxial Geogrid, Design Subgrade...

I. INTRODUCCION

Al aplicar cargas de vehículos cíclicos sobre una estructura de pavimento específicamente en la carpeta de rodadura, en donde las partículas se destilan hacia los finos arriba se llama bombeo, de las capas de subrasante base sub base granular para llenar los vacíos dejados por el movimiento de las partículas granulares de las capas de un pavimento flexible que contribuye a su deterioro (Orrego, 2014 pág. 10).

Esta investigación propone utilizar la geomalla biaxial como refuerzo en una capa de suelo natural con baja capacidad de soporte consistente en una estructura de pavimento flexible, de capa de mejoramiento, para mejorar las propiedades del mismo, el proyecto de investigación se ejecutara a escala real de 4mts de ancho X 10mts de largo, realizando dos estructuras de pavimento a nivel de subrasante, una con solo capa de mejoramiento y la otra con capa de mejoramiento y geomalla biaxial de los cuales se realizara los respectivos ensayos para conocer los aportes que brindan la utilización de la geomalla biaxial en un pavimento flexible.

La pavimentación con la geomalla reducirá los costos de mantenimiento que se han venido dando a lo largo del tiempo, bacheos, limpieza de derrumbes, desencalamados por flujo vehicular, se verán reducidos o tal vez eliminados. (Vidal, 2002)

En el Perú entre los años 2011-2014 se han rehabilitado y mejorado más de 5646 km de carreteras de red vial que presentan deterioro, esta cifra es un 75.5% del total de vías en el Perú, en Puno tenemos 1153 km aproximadamente pavimentados que varios de ellos están deteriorados (MTC, 2016), los pavimentos rígidos, flexibles o semirrígidos, adoquinados, esto se debe generalmente a la mala calidad de las subrasantes, varios de los terrenos donde son proyectados las vías de pavimentación específicamente en la localidad de Juliaca se encuentran problemas de suelos con baja capacidad de soporte menores al 6% que no cumple con lo estipulado en las normas del Perú, (Manual de Carreteras, MTC) a los cuales se enfrenta el ingeniero civil al momento de la ejecución de cualquier tipo de estructura de pavimento, un suelo de baja capacidad de soporte que necesariamente se debe mejorar con cualquier técnica por ejemplo la estabilización del suelo, sustitución de material, excavaciones más profundas, terraplenes, pedraplenes; se sabe que en la localidad de Juliaca el nivel freático es superficial hallando aguas desde los 0.80m de profundidad el cual dificulta excavar a grandes profundidades. Algunos trabajos de investigación han sugerido que la

utilización de geosintéticos entre ellos geomalla biaxial según antecedentes estudiados se dice que la geomalla biaxial son diseñadas mejorar el refuerzo de capas granulares en la ejecución de pavimentos, las geomallas biaxiales tienen un alto módulo de plasticidad biaxial y firmeza imponderable para soportar los daños de instalación, cabe resaltar que al momento de la instalación y después de ella se usa maquinaria pesada para la conformación de la subrasante, una de las cualidades de este geosintético es el entramamiento del agregado dentro de sus aberturas que permite un confinamiento (entramamiento) y refuerzo en la capa de los suelos granulares de construcción de las estructuras del pavimento con los que la geomalla biaxial interactúa; las geomallas biaxiales son fabricadas de polipropileno (PP), por extrucción y tensionamiento biaxial para aumentar las características estructurales de los suelos de baja capacidad de soporte evitando excavaciones, sustituciones de suelo, mayores costos, contaminación y ahorro en tiempo. (Pavco, 2012).

Por consiguiente, de acuerdo al contexto que se presenta, este proyecto de investigación es denominado como: "Incidencia de la geomalla biaxial en el módulo resiliente de la subrasante de diseño para pavimentos flexibles Puno 2020", Del análisis de la realidad problemática se ha realizado la siguiente pregunta del problema general, ¿Cómo Incide La Geomalla Biaxial En El Mejoramiento De Suelos Con Modulo Resiliente Insuficiente De La Subrasante De Diseño De Pavimentos Flexibles Puno 2020? Y los problemas específicos son los siguientes: ¿cómo incide la inclusión de la geomalla biaxial como refuerzo en el módulo resiliente de la subrasante de diseño de pavimentos flexibles de puno?, ¿de qué manera mejora el módulo resiliente en una subrasante de diseño incluyendo la geomalla biaxial en pavimentos flexibles? Por este motivo la justificación técnica consiste en el trabajo investigación que propone de una manera innovadora la utilización de la geomalla biaxial para mejorar los suelos de subrasante de la estructura del pavimento flexibles con baja capacidad de soporte, la geomalla mejora el comportamiento mecánico de suelos, porque está diseñada para mejorar las capas de estructuras de pavimentos. Por ello la justificación económica nos dice que la utilización de la geomalla biaxial es más económica para el uso en mejoramiento de subrasante con baja capacidad de soporte de un diseño de pavimento flexible, reduciendo así el costo en mayores excavaciones, maquinaria, mano de obra, sustitución de material, tiempo, la geomalla biaxial aumenta la vida

útil del pavimento, menos reparación para la vía a largo plazo. Por ello la justificación social indica que el proyecto de investigación dará un gran aporte a la población como a la ingeniería, dando a conocer la utilización de la geomalla biaxial para el refuerzo de subrasantes con baja capacidad de soporte y también mejora la calidad de vida de las personas que circulan en sus vehículos, de los transportistas y conductores en general la vida útil del pavimento será mayor a lo usual al alargar el intervalo de mantenimiento. Y de la justificación ambiental se rescata la utilización de geomallas biaxiales evitara excavación, la explotación de canteras, reduce la emisión de carbono.

El problema de excavaciones, rellenos con material de préstamo, mejoramiento de la estructura del pavimento flexible, deterioro de vías y vida útil a muy corto plazo da la necesidad de buscar una alternativa innovadora para optimar las características mecánicas de la subrasante diseño de pavimentos flexibles, al reforzarlos con capa de mejoramiento proveniente de la cantera Taparachi y geomalla biaxial, se evitara lo antes mencionado, tomando en cuenta lo establecido en las normas nacionales vigentes tales como la EG-2013-MTC, MC-2014-MTC, EM-2016-MTC.

En el presente trabajo de investigación tiene como objetivo general, analizar la incidencia de la geomalla biaxial en el mejoramiento de suelos insuficientes en el módulo resiliente de los pavimentos flexibles, y como objetivos específicos: determinar la incidencia de la inclusión de la geomalla biaxial como refuerzo en el módulo resiliente de la subrasante de diseño de pavimentos flexibles de puno, determinar la mejora del módulo resiliente en una subrasante de diseño incluyendo la geomalla biaxial en pavimentos flexibles.

Con respecto a las hipótesis del proyecto de investigación, se menciona que la hipótesis general consiste en la geomalla biaxial incrementa el módulo resiliente en la subrasante de diseño de pavimentos flexibles. Y las hipótesis específicas: La inclusión de la geomalla biaxial mejora la subrasante de diseño mediante el módulo resiliente en los pavimentos flexibles, El módulo resiliente mejora en más del 50 % a una subrasante de diseño incluyendo la geomalla biaxial en pavimentos flexibles.

II. MARCO TEÓRICO

Después de investigar e indagar de una manera virtual artículos científicos, trabajos de investigación tesis seleccionamos las investigaciones que tienen mayor relación con las variables de mi proyecto investigación.

según Gavilanes, N. (año 2012) de la tesis titulada, "Diseño De La Estructura Del Pavimento Con Reforzamiento De Geosintéticos Aplicado A Un Tramo De La Carretera Zamhuaba" la Mana de la Universidad Pontificia Católica Del Ecuador, su metodología se basó en realizar un estudio de tráfico en el tramo de carretera y diseño con ASSTHO93, también analizo las capas del pavimento con el método de Shell y tensor, realizando también ensayos de laboratorio como el CBR, clasificación de suelos, y los ensayos de laboratorio al asfalto, **el objetivo** que se planteo fue reforzar el tramo de carretera con los geosintéticos en este caso utilizo la geomalla y el geotextil en dos partes diferentes de la estructura del pavimento, **los resultados** son favorables ayudan a evitar el deterioro del pavimento según los resultados del ensayo que realizo, la recomendación es tomar encuenta la colocación de los geosintéticos al no colocar según los parámetros indicado estos no trabajaran según lo esperado.(Gavilanes, 2012)

Según Orrego, D. (año 2014), de la tesis titulada "análisis técnico mecánico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles", de la Pontificia Universidad Católica del Perú, el **principal problema** es la vida útil de los pavimentos, los espesores de las capas, el costo que demanda los cortes y rellenos, su objetivo es reducir los espesores de las capas de un pavimento flexible y con esto reducir el costo de la construcción del mismo, utilizo ASSHTO93 para su diseño, el ASSHTO R-50 como guía para geosintéticos, el suelo en prueba tenía un $CBR > 8$ en el cual se colocó la geomalla biaxial y triaxial y sin refuerzo realizo nueve secciones comparando los espesores de cada uno de ellos, realizo el ensayo de CBR para obtener el Mr., **como resultado** obtuvo que la utilización de geosintéticos disminuye los espesores de las capas en un 35% del pavimento flexible, y el mejor entre los mencionados la geomalla triaxial, el costo elaboración con geomallas triaxiales disminuye un poco más que la biaxial, **la recomendación** es que el espesor mínimo de la capa debe de ser de 15cm con una correcta colocación de la geomalla, compactación y densificación del material.(Orrego, 2014)

Del autor Vidal, M (año 2002) "Optimización de costos en Carreteras Aplicando el Sistema de Refuerzos Con Geomalla" de la Universidad Nacional de Ingeniería

del Perú, **su interrogante principal**, es saber el costo de la construcción de una vía pavimentada utilizando la geomalla biaxial como refuerzo, su principal Objetivo alternativas de diseño de pavimentos estructurales utilizando a la geomalla biaxial como un elemento de refuerzo estructural para luego analizar técnicamente y económico los resultados mecánico obtenidos; para desarrollar la investigación utilizo como herramienta principal la norma AASHTO 93, en el procedimiento que utilizo es proporcionado por tensor basado en la teoría de COULOMB, geomalla biaxial tensor para mejorar el suelo, la geomalla biaxial 1200 fue colocada entre el terreno de fundación y la subrasante mejorada, el CBR del terreno de fundación es de 1.5%, el espesor de la subrasante mejorada es de 250mm, las pruebas que realizaron fueron el CBR de campo y laboratorio. **De los resultados** usando el refuerzo se puede notar un incremento del CBR en 13 veces, existe la posibilidad de alargar la vida útil del pavimento, optimiza el tiempo de duración de un pavimento al realizar menores volúmenes movimientos de tierra, el plazo que reduce esta entre 6 a 5 meses, mejora el performance del pavimento debido al efecto membrana que otorga las geomallas, la utilización de la geomalla es más económico en cuanto a la construcción inicial, costos de mantenimiento, rehabilitación y el mayor beneficio que esta ofrece. **De las recomendaciones** nos dice que para poder mejorar de una mejor manera y más eficiente se tiene que tener un CBR en tres el 3% y así actuara mejor como refuerzo las geogrillas. (Vidal, 2002)

De los **Autores** Campaña, Mata, Mendoza (2011)“Geosintéticos Aplicados a Obras de Pavimentos Flexibles” de la Escuela Superior Politécnica Guayaquil-Ecuador, **el objetivo** es presentar una método innovador diseñando una estructura de pavimento utilizando geomallas (uniaxiales, biaxiales y triaxiales) y así con cálculos indicar sus ventajas monetarias y de optimizaciones de los recursos que integran una estructura de pavimento flexible, en la tesis nos detalla todos los materiales compuestos por polietileno como, geomalla, geotextiles, geomembranas, geoceldas, nos brinda conocimientos sobre el método de diseño con AASHTO de pavimentos flexibles reforzados con geomallas extruidas, un conocimiento sobre el análisis comparativo de costos de diseños convencional y con geomalla del cual hay una diferencia de 10.77% según los datos que el tesista calculo. **Recomendaciones**, considerar los parámetros de diseño de varios países

para saber que parámetro usan usualmente y considerar metodologías racionales avanzadas.(Campaña et al., 2011)

Seguidamente haremos mención de las teorías relacionadas con mi tema de investigación definiendo los siguientes conceptos:

- **Geosintéticos.** – pueden ser telas, mallas, entre otros hechos de polipropileno, con funciones de refuerzo en los suelos blandos, entre ellos esta, (filtrar, reforzar, separar, drenar, confinar). (Geotexan, 2012).
- **Geomalla biaxial.** – se pueden considerar estructuras en dos direcciones o bidimensionales – bidireccionales, trabajados o extruidos de polipropileno, químicamente inertes, son resistentes a la tensión según los ensayos de laboratorio que se realizaron a dicho insumo, una de sus propiedades es proporcionar resistencia a las cargas, a su instalación y también a la intemperie (Pavco, 2012)
- **Módulo resiliente.** – es la capacidad de resistir a las cargas cíclicas aplicadas a una estructura, y su capacidad de recuperarse ante dicho esfuerzo.
- **Incidencia.** – es la influencia o efecto que tiene una cosa en otra (Diccionario, 2014).
- **Influencia.** - Probar o mostrar que una cosa es tan clara y manifiesta que no admite duda (Diccionario, 2014).
- **Subrasante de diseño.** – es la capa infinita horizontal que soporta las capas superiores y toda la estructura de la vía incluyendo las cargas de los vehículos en circulación por dicha vía (Cruber, y otros, 2011).
- **Mejoramiento de la subrasante.** - En ciertos casos donde el suelo de fundación no tiene las condiciones adecuadas para actuar como soporte

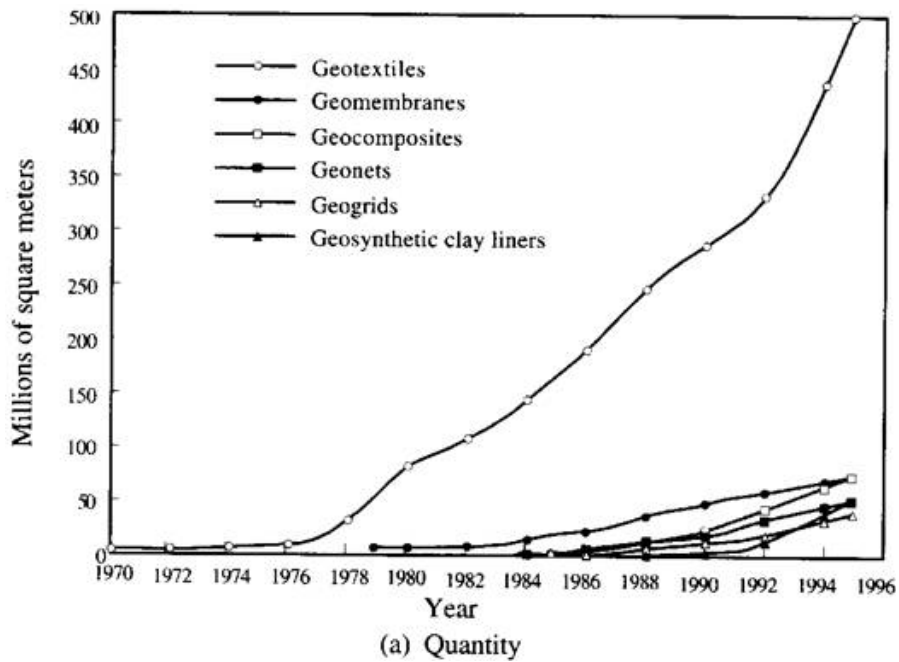
de la estructura del pavimento, se debe analizar la alternativa de estabilizar o mejorar el suelo natural (MTC, 2014).

- **Suelo de mejoramiento.** - suelo con mejores características cuya función es mejorar el suelo con baja capacidad de soporte (MTC, 2014).
- **Viga benkelman.** – es uno de los instrumentos comúnmente utilizados para medir la deformación elástica que ocurre frente al tráfico en un pavimento. (Fonseca, 2006).
- **Cbr.** – también llamado “California Bearing Ratio” o CBR, es un ensayo que se puede realizar IN SITU o en laboratorio dependiendo del estado de ejecución de la vía, comúnmente usado para obtener un índice de la resistencia del suelo de subrasante de diseño. También se usa para realizar correlaciones y así calcular el módulo resiliente de la subrasante. (Gonzalez, 2006).
- **Retrocálculo.** – es una evaluación inversa que consiste en la determinación y el estudio de parámetros estructurales a partir de las deflexiones obtenidas de la viga benkelman o el Deflectómetro de impacto en la superficie de una capa o varias, con esto es posible hallar el módulo resiliente del suelo granular (Redrovan, 2014).

Seguidamente se mencionarán las teorías relacionadas con mi tema de investigación. De las teorías encontradas relacionadas con el tema se pudo encontrar lo siguiente, que a lo largo de la historia del mundo en obras desarrolladas por el hombre para proveerse de servicios básicos necesarios se encontraron con diferentes dificultades una de ellas variabilidad del terreno a la hora de realizar distintos tipos de infraestructura, desde ahí surgió la idea de modificar ciertas características de los suelos, para mejorar las condiciones negativas en las obras civiles, se han aplicado un sinnúmero de técnicas propuestas, en algunas civilizaciones se encuentra en registro de la utilización de fibras naturales, pajas, pasto, bambú, entre otros; en Inglaterra en los años 2500 a.c. utilizaban

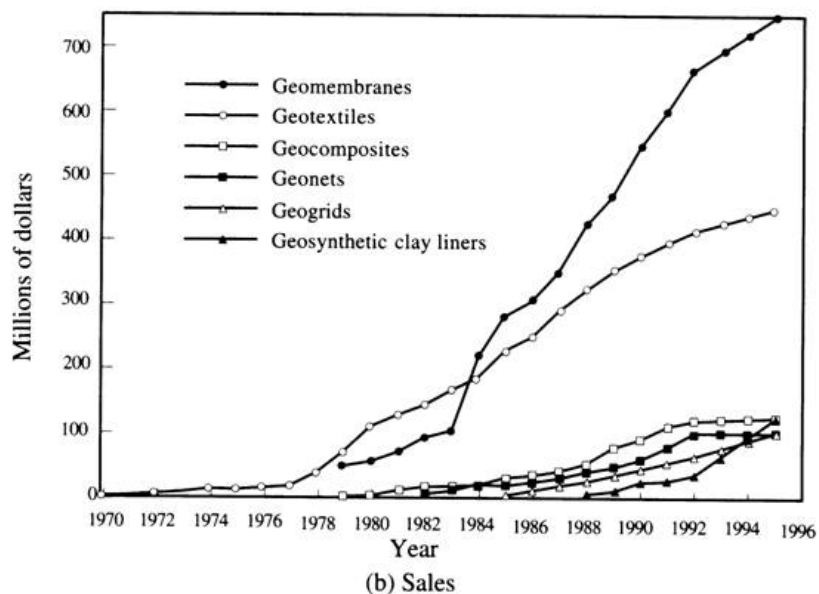
ramas en caminos pantanosos, en Roma se utilizaba ramas entretrejadas para mejorar el terreno del camino antes de poner las piedras. Los materiales con los que se producen los distintos geosintéticos se desarrollaron en los años 30 en los años 50 se inició con el uso de los geotextiles en Europa con el que se dio una solución más innovadora al reforzamiento de suelos.(Geotex, 2010)

Figura 1: Uso de Geosintéticos en las Últimas Décadas



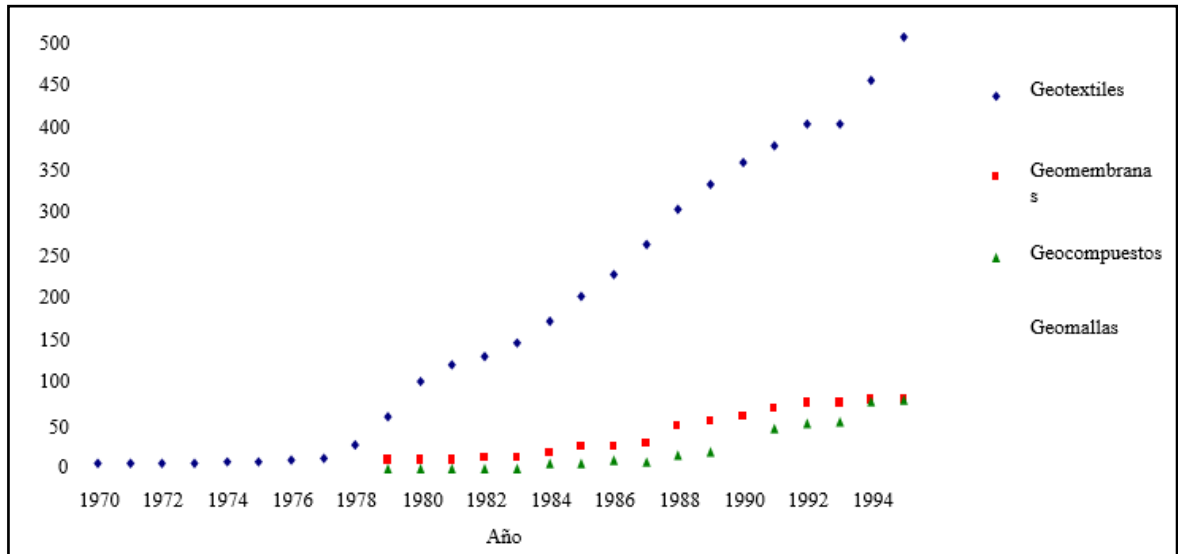
Fuente:(Geotexan, 2012)

Figura 2: Uso de geosintéticos en las últimas décadas.



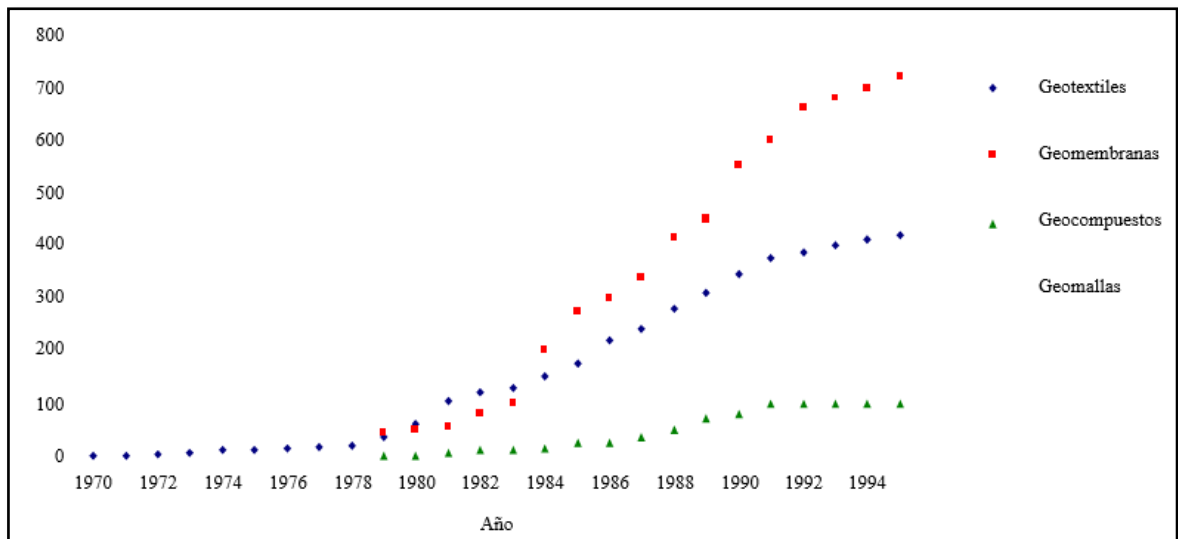
Fuente:(Geotexan, 2012)

Figura 3: distribución del mercado internacional de los geotextiles.



Fuente : (Mejia & Caro, 2015)

Figura 4: Crecimiento del mercado de los geosintéticos en el mundo:



Fuente: (Mejia & Caro, 2015)

2.1. GEOSINTÉTICOS

Según (Otani & Palmeira, 2018), la construcción de vías o pavimentos en suelos blandos o de baja capacidad de soporte es un desafío ingenieril, por la cantidad de material granular que ingresa, las horas máquina, cortes y rellenos. Para lo cual, una de las mejoras de los suelos blandos se ha vuelto más efectiva

estructuralmente y económicamente para los refuerzos de suelos blandos o con baja capacidad de soporte.

Según, (Pavco, 2012) El uso de los geosintéticos en la rama de la construcción se ha ido extendiendo y más en América latina.

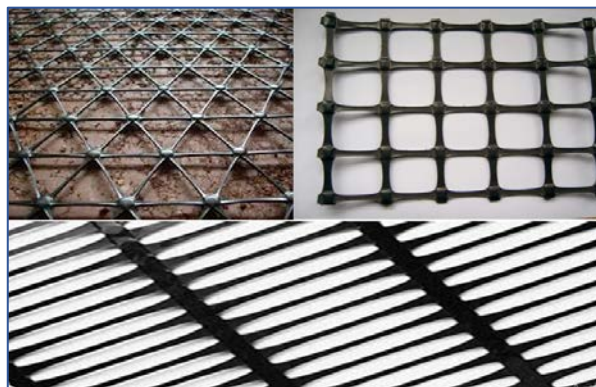
(Bathust, 2015) nos indica que los geosintéticos están elaborados a partir de polímeros de distintas clases, que desde un inicio son polvo para luego cambiar de forma a tejidos, mallas entre otros.

2.1.1. Tipos de geosintéticos

Son varios los tipos de geosintéticos se pueden clasificar por su manufactura, forma, entre otras características que se describen a continuación.

- **Geomalla**, son estructuras con características bidireccionales o mono-biorientadas, tridimensionales, y unidireccionales las cuales son fabricadas con polietileno (polimeros) de alta densidad y consistencia la cual hace que tenga una mayor resistencia (Quiminet, 2018). Las geomallas o más conocidos por su principal función que es el refuerzo.(S. Perez & Almazora, 2017).

Figura 5: *Tipos de geomallas*

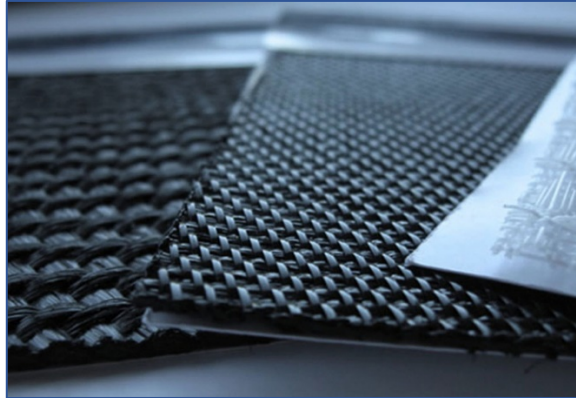


Fuente: Elaboración propia basado en (Google, 2018)

- **Geotextil**, son materiales poco más flexibles parecidos a una tela permeable como también se pueden encontrar los impermeables y su principal función es

la separación porque son capaces de retener partículas las cuales son menores al tamaño de los poros o mallas del mismo.(Quiminet, 2018).

Figura 6: Geotextil



Fuente: Elaboración propia basado en (Google, 2018)

- **Geomembrana**, láminas de polímero impenetrables por el agua fabricadas a base de cloruro de vinilo (PVC), polietileno puede ser de alta o baja densidad (PEAD/PEBD) su principal función es la de la impermeabilización del agua superior o inferior (Quiminet, 2018).

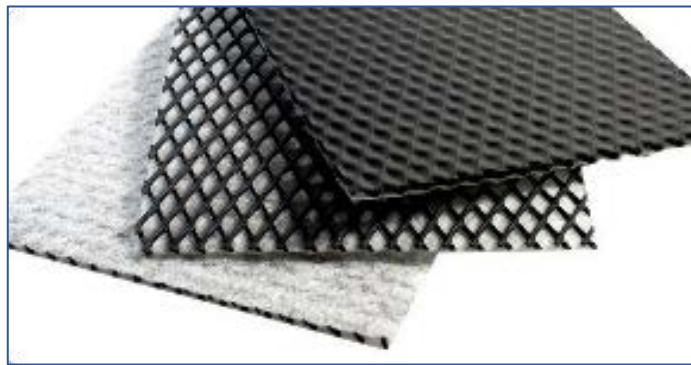
Figura 7: Láminas de geomembranas



Fuente: (Google, 2018)

- **Geocompuesto**, están hechos de dos o más geosintéticos entre los que podemos nombrar son geotextil-geored, geotextil-geomalla, geored-geomembrana y demás. (Quiminet, 2018).

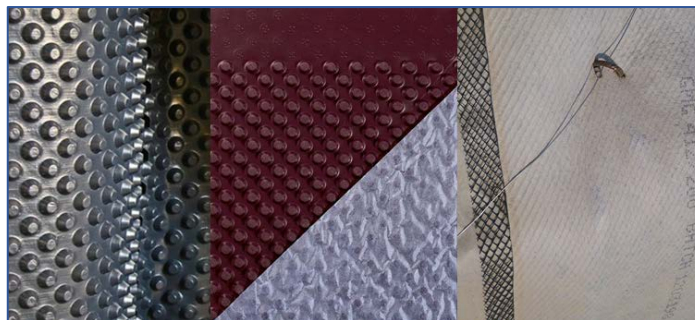
Figura 8: Muestra varios tipos de geocompuestos.



Fuente: (Google, 2018)

- **Geodrenes**, se puede decir que son dos geosintéticos un geotextil o tejido de polipropileno soportado por una base polietileno mismo material que se emplea en Geomembranas (Pivatec, 2018).

Figura 9: Se muestra varios tipos de geodrenes.



Fuente: (Google, 2018)

- **Geocelda**, son geosintéticos en tres direcciones, tridimensional con su principal función que sería la de confinar con más precisión (Pivatec, 2018).

Figura 10: Geocelda



Fuente:(Raul, 2016)

2.1.2. Función de los geosintéticos en vías no pavimentadas

Según (Bathust, 2015) las aplicaciones y funciones de los geosintéticos son variables como de uso geotécnico, geoambiental, hidráulico de ingeniería de transporte, a continuación, se identificará su función principal ya que algunos geosintéticos tienen doble función.

- Refuerzo, en suelos blandos
- Separación entre capas granulares
- Filtración de agua.
- Drenaje, impermeabilizante.
- Contención de fluido, impermeabilizante.
- Control de erosión en laderas y/o ríos (Bathust, 2015)

Tabla 1: funciones primarias de los geosintéticos.

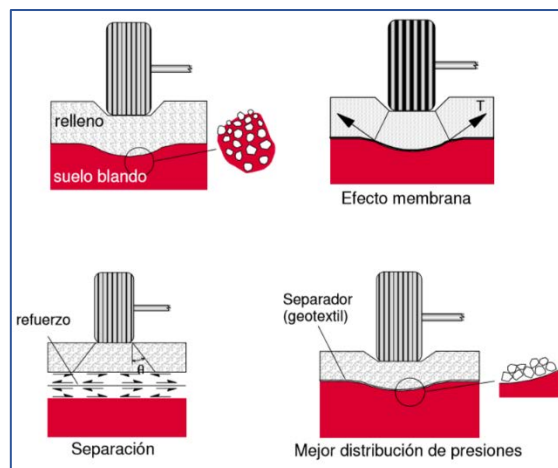
	Separación	Reforzamiento	Estabilización	Filtración	Drenaje	Protección
Geotextiles	X	X		X	X	X
Geomallas		X	X			X
Geonets					X	X
Geocompuesto	X			X	X	X
Geoceldas			X			

Fuente: (IGS, 2018)

Según (Palmeira, 2018) los geosintéticos cuando son aplicados en vías no reforzadas ni pavimentadas pueden brindar algunos los siguientes beneficios con respecto a las vías.

- Reducción del espesor de las capas granulares.
- Separación entre capas de agregados granulares y suelos blandos de baja resistencia en el caso que se use el geotextil.
- Reducción en la vía de la deformación lateral de rellenos, ante las cargas.
- Distribución de esfuerzos uniformemente.
- Reducción del mantenimiento periódico de la vía pavimentada o sin pavimentar.
- Reducción de costos a la hora de la construcción y en el proceso de la vía.

Figura 11: mecanismos típicos de degradación en vías y respuesta ante las cargas reforzadas con geomalla.



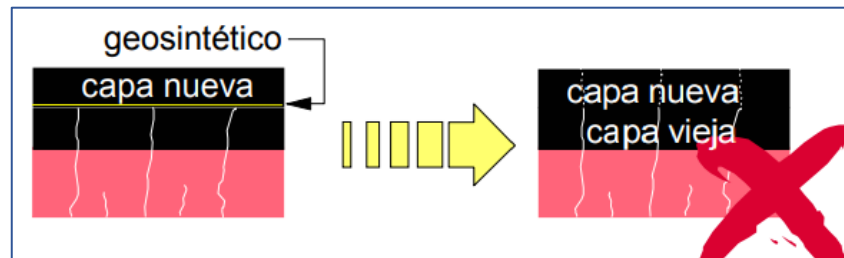
Fuente: Elaboración propia basado en (Palmeira, 2018).

2.1.3. función de los geosintéticos en pavimentos

Los geosintéticos son utilizados mayormente en:

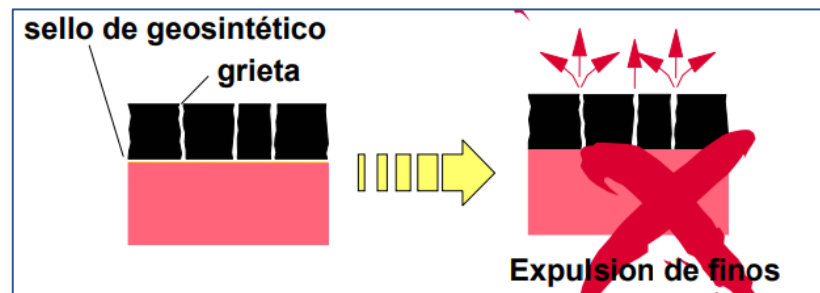
- disminuir o impedir que ocurran grietas por reflexión en las capas granulares ver (fig. 5).
- Separador de capas para evitar la filtración de finos a las capas (fig. 6).
- Reducir espesor de la capa de asfalto u otras capas ver (fig. 7).
- Reducir el espesor del pavimento ver (fig. 8).

Figura 12: comparación de geosintéticos en pavimento.



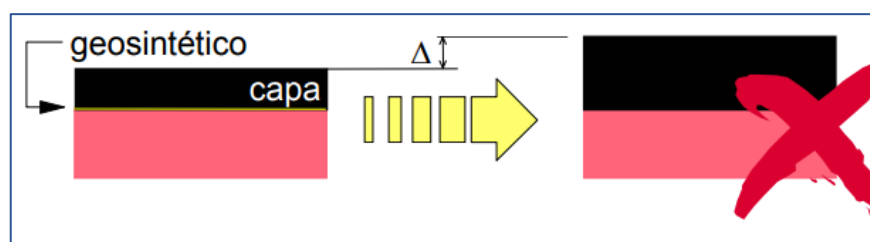
Fuente: (Palmeira, 2016)

Figura 13: Función del geosintético.



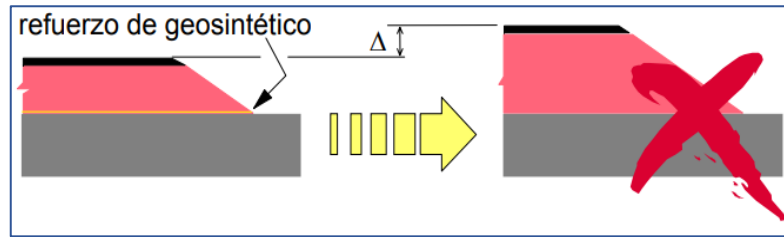
Fuente: (Palmeira, 2016)

Figura 14: función del geosintético en la capa.



Fuente: (Palmeira, 2016)

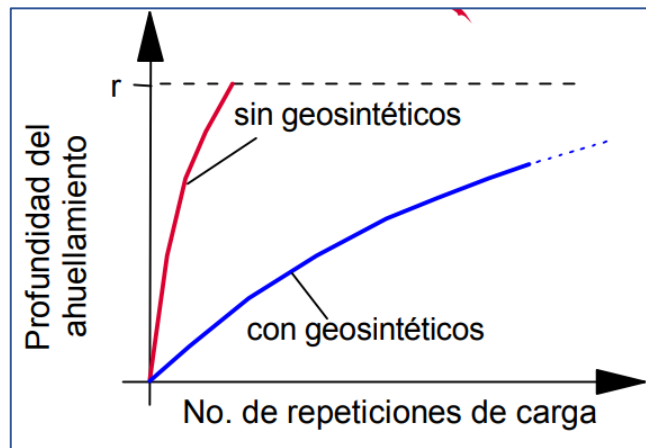
Figura 15: vista del geosintético como refuerzo.



Fuente: (Palmeira, 2016)

- Acrecentar el tiempo de la vida útil de una estructura vial (Palmeira, 2016).

Figura 16: Ahuellamiento con y sin geosintéticos.



Fuente: (Palmeira, 2016)

2.2. GEOMALLAS

(Las Concesiones Viales, 2015) Nos dice que, luego de investigar los geosintéticos específicamente las geomallas en el 2008 se llegó a la conclusión de que las geomallas bidireccionales y las multidireccionales son las mejores ya que la forma de sus costillas ayuda a confinar el material granular usado en las capas de una vía.

Las geomallas son un tipo de geosintéticos cuya función principal es el reforzar el suelo, aumentando su esfuerzo a tensión, y se usa especialmente como refuerzo de estructuras de contención, taludes y terraplenes, en mejoramientos de terrenos de fundación y refuerzos de firmes de un pavimento. Las geomallas se fabrican a partir de fibras sintéticas de alto módulo elástico y de baja fluencia.

El proceso de fabricación de las geomallas en general es a partir de láminas o de hilos extruidos de polietileno (geomallas uniaxiales), polipropileno o de fibras

gruesas de poliéster (geomallas biaxiales); de alto módulo elástico, tejidas o unidas entre sí mediante diferentes procesos de fabricación. (Pavco, 2012)

La fabricación se puede realizar perforando sobre una lámina o geomembrana pequeños orificios siguiendo un patrón uniforme o estruyendo hilos en forma de malla. La malla obtenida es luego pretensionada en una o dos direcciones.

Por ejemplo, esta fabricación se puede describir de la siguiente manera: la malla es colocada sobre una serie de rodillos, cada uno girando a una velocidad mayor que la precedente, de tal manera que se inducen sobre estos esfuerzos longitudinales y que originan una determinada deformación del entramado en la dirección de la máquina. La estructura molecular del polímero es altamente elongada en un estado preferencial donde la resistencia a la fluencia se ha incrementado sustancialmente con respecto al material originalmente no deformado. Debido a que las geomallas poseen un alto módulo de tensión son usadas para la función de refuerzo desplazando la antigua técnica de usar geotextiles para tal función. (Materiales Geosintéticos, 2010)

Además, poseen propiedades resistivas especiales como son la rigidez torsional (resistencia a la deformación angular en el plano), ¡la rigidez flexura! (resistencia al doble) y una alta resistencia a la tensión en los nudos del entramado. (Pavco, 2012)

2.2.1. GEOMALLAS UNIAXIALES

Las geomallas uniaxiales son fabricadas a partir de resinas seleccionadas de polietileno (varios tipos de polvo de polietileno) por eso llegan a ser resistentes a la deformación cuando son sometidos a grandes tipos cargas y tracciones durante periodos grandes de tiempos. (Pavco, 2009)

Figura 17: Geomalla uniaxial



Fuente: <https://www.google.com>

2.2.2. GEOMALLAS BIAXIALES

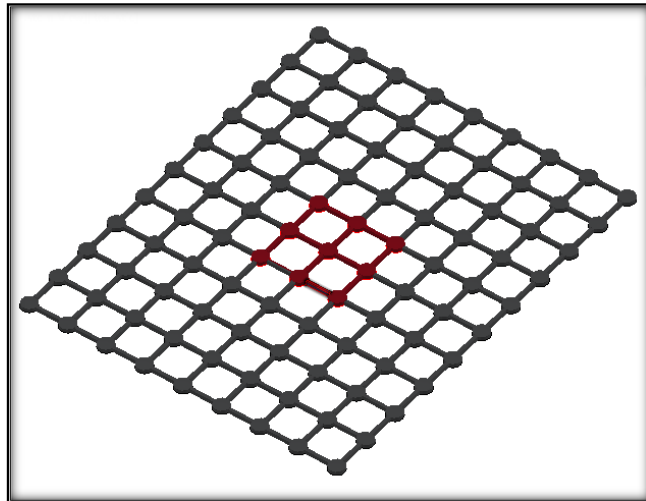
Las geomallas biaxiales o bidireccionales están fabricadas con resinas selectas de propileno o copolímeros y también de fibras de poliéster; estas geomallas resisten grandes tipos de cargas dinámicas y constantes porque tienen la capacidad de soportar cargas en cualquier plano. (Pavco, 2012)

Figura 18: geomalla Biaxial



fuentes: <https://www.google.com>

Figura 19: Geomalla biaxial.



fuente: <https://www.google.com>

Las características de las geomallas biaxiales son las siguientes:

(Vera, 2011) Nos describe las características generales de las geomallas biaxiales.

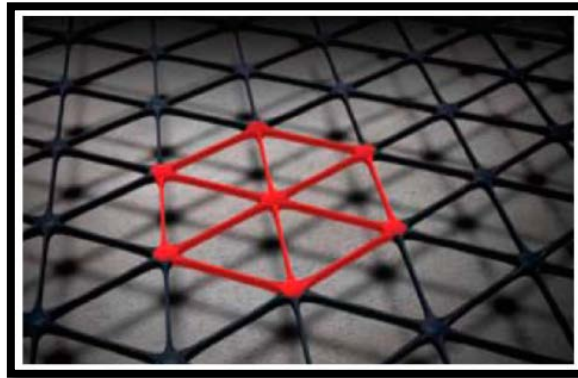
- **Rigidez Flexural.**- es la resistencia al dobles que tiene la geomalla para resistir deformaciones debido a momentos flectores. (Método de Prueba: ASTM 0573295). (Vera, 2011)
- **Resistencia a baños de Instalación.** – es la pérdida de capacidad de carga o integridad estructural cuando la geomalla es expuesta a las fuerzas de instalación en suelos: SC/SW/GP. (Método de Prueba: ASTM D 5818). (Vera, 2011)
- **Resistencia a la Degradación.** - es el desgaste de la capacidad de carga o integridad estructural cuando la geomalla es expuesta a medios ambientes químicamente agresivos. (Método de Prueba: EPA 9090 emersión Testing). (Vera, 2011)

Es necesario señalar que las características descritas pertenecen a las geomallas biaxiales Tensar, fabricadas de polipropileno; a las que les corresponde el método de diseño desarrollado en la presente tesis, y que adopta normas americanas de diseño como la AASHTO de 1993. (Vera, 2011)

2.2.3. GEOMALLAS TRIAXIALES

Según (Santillán, 2010), nos indica que la geomalla triaxial actúa en un plano de tres direcciones haciendo esta forma de las costillas sean más efectivas a la hora de usarla como mejoramiento en las estructuras de las vías.

Figura 20: Forma y textura de la Geomalla Triaxial



Fuente: (Tensar, 2016)

2.3. MEJORAMIENTO Y REFUERZO DE SUELOS DE SUBRASANTE PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES.

2.3.1. Pavimentos flexibles

Los pavimentos flexibles son estructuras verticales compuestas por capas variables espesores de distinta granulometría, los cuales se encargan de soportar y transmitir las cargas del tránsito vehicular.

2.3.2. Subrasante de diseño

Se denomina subrasante de diseño a la estructura de espesor infinito más capa de mejoramiento que en este caso de cualidades adecuadas para las estructuras viales (Caballeros, 2006).

2.3.3. Principales características de la subrasante de diseño

Se dice subrasante a las capas con una profundidad que confirma el soporte de los vehículos en circulación cuya profundidad puede llegar a ser infinita; el resultado

de diseño nos da el resultado de los espesores teniendo en cuenta como principal dato el módulo resiliente.

Su función más importante de la subrasante de diseño, es soportar las cargas, transmitir las cargas y transmitir las cargas con uniformidad las cargas cíclicas.

Si el terreno de subrasante es blando con una capacidad de soporte bajo según la norma peruana menores al 6 % de CBR, al ser estos menores se deben desechar o mejorarlas (Caballeros, 2006).

Las propiedades de las capas subrasante juegan un papel vital en la integridad estructural del pavimento. En pavimentos flexibles, las capas base y subbase son componentes estructurales que pueden ser sostenidos por la subrasante, además la capa base, subbase adecuadamente construida puede proporcionar drenaje interno, al tiempo que evita la entrada de agua en la subrasante, las subrasantes pueden ser estabilizadas de distintas maneras.(Papagianakis & Masad, 2007)

2.3.3.1 Valores de diseño de subrasante en pavimentos flexibles

Según el MTC para calcular el Cbr se debe considerar los siguientes parámetros:

- Para el cálculo de cbr se debe tomar en cuenta tomar más de un ensayo, obtenido el resultado se debe considerar el promedio, pero si los valores no son representativos hay que repetir el ensayo, tomar en cuenta la tabla 2.
- Luego de obtener el valor representativo de Cbr toca caracterizarlo:

Tabla 2: Categorías de Subrasante

CATEGORIAS DE SUBRASANTE	CBR
S_0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S_0 : Subrasante Insuficiente	De CBR 3% \geq A CBR < 6%
S_0 : Subrasante Regular	De CBR 6% \geq A CBR < 10%
S_0 : Subrasante Buena	De CBR 10% \geq A CBR < 20%
S_0 : Subrasante Muy Buena	De CBR 20% \geq A CBR < 30%
S_0 : Subrasante Excelente	De CBR \geq 30%

Fuente: (MTC-MC 2014)

2.3.4. Subrasante de diseño de un pavimento reforzado con geomalla biaxial

El principal componente en un pavimento reforzado en este caso es una geomalla biaxial, la cual ofrece ventajas estructurales, de durabilidad y económicas, a un pavimento asfáltico durante todo su periodo de vida. Se ha demostrado con ensayos de laboratorios y en proyectos ya realizados, que una geomalla estructural mejora la capacidad de soporte ante el tráfico de vehículos. Alternativamente las geomallas biaxiales pueden ser usadas para reducir los espesores de un pavimento reforzado y obtener un pavimento equivalente en periodo de vida útil, a uno con mayores espesores y sin refuerzo. En los casos donde se presentan suelos de terrenos de fundación arcillosos o en general que exista una gran presencia de finos, es recomendable evaluar si una capa de cemento es suficiente para poder prevenir la contaminación del firme, así como para poder aumentar su resistencia para resistir cargas vehiculares (Vera, 2011)

2.3.5. Estabilización De La Subrasante con geomalla biaxial

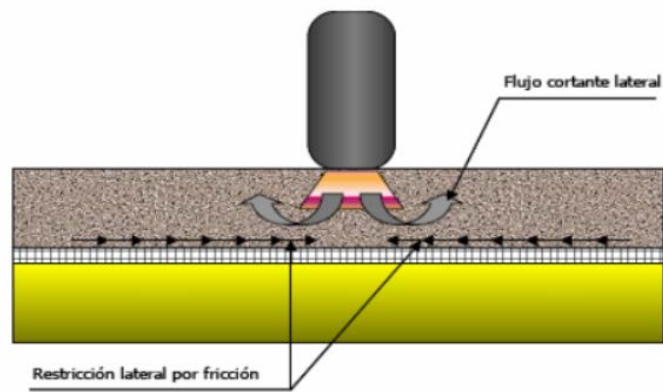
La geomalla biaxial está diseñada para ser colocado en cualquier parte de la estructura de la vía sea subrasante, carpeta entre otros, la geomalla tiene como principal aspecto el mejoramiento de las vías pavimentadas. Lo que se obtiene es mejorar la subrasante calculando el módulo de resiliencia por retro cálculo utilizando el módulo de hoog la geomalla biaxial mejora las características físico-mecánico de las vías flexibles con los atributos de refuerzo, separación y la distribución de cargas uniformemente de las capas superiores (Las Concesiones Viales, 2015).

La función de la geomalla biaxial es rellenar reforzando la distribución del relleno mejorado, y de esta manera distribuir las cargas y las tenciones a un nivel que no exceda la capacidad portante del suelo.

2.3.5.1 Restricción del desplazamiento lateral

La geomalla biaxial evita el desplazamiento lateral de los materiales granulares y ala ves los confina para una mejor compactación y recepción de las cargas (Caballeros, 2006).

Figura 21: Restricción del desplazamiento lateral y confinamiento.

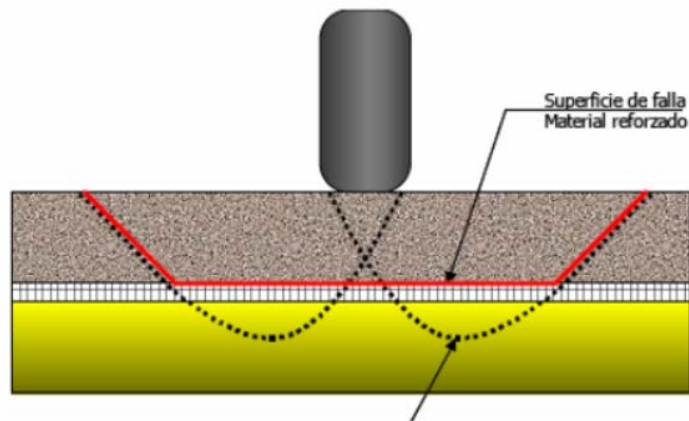


Fuente: Google

2.3.5.2 **Mejoramiento de la capacidad de soporte.**

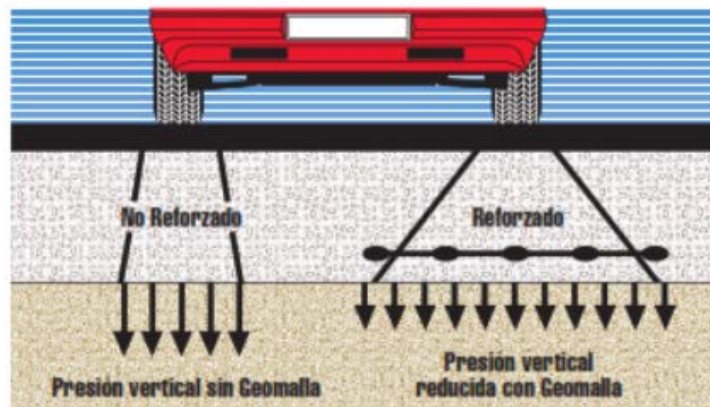
En la figura 22 nos muestra el mecanismo del volteo una falla común, para este caso la geomalla biaxial actúa como una barrera para evitar este efecto.

Figura 22: Mejora la Capacidad de Soporte del Suelo



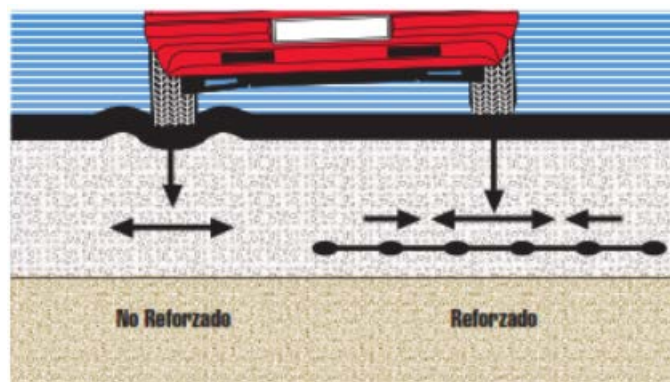
Fuente: Google

Figura 23: Distribución de cargas con y sin geomalla.



Fuente: (Tensar, s. f.)

Figura 24: Respuesta a cargas de tráfico



Fuente: (Tensar, s. f.)

2.4. MODULO RESILIENTE EN SUBRASANTES DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

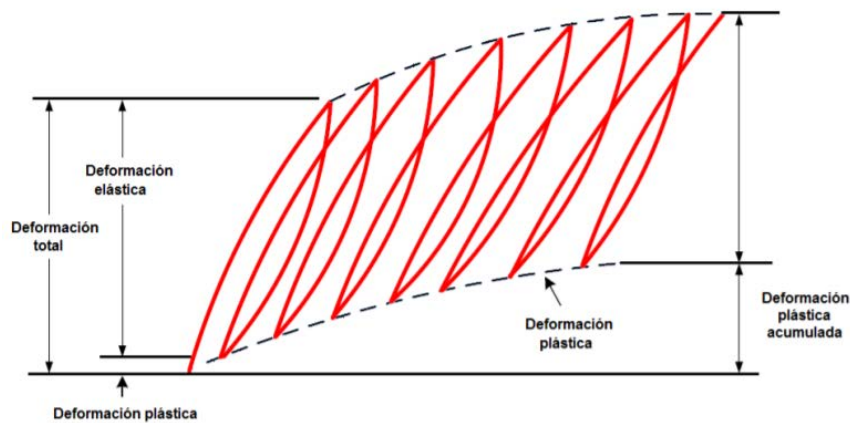
2.4.1. Generalidades

Todos los materiales que componen una estructura vial están y serán sometidos a grandes cargas de tráfico constantes. Con el fin de realizar un mejor diseño se evalúa la composición del pavimento así también su comportamiento lineal y resiliente de los materiales o capas del pavimento, a nivel mundial se realizó varios tipos de proyectos de investigación con respecto al tema en laboratorio o a escala real, donde se obtuvo información con respecto a sus

propiedades físico mecánicas a las respuesta resiliente o elásticas analizando su recuperación ante las cargas (Herrera, 2014).

Los materiales granulares que son aplicados con cargas ocasionan deformaciones en las mismas y esta deformación depende de los siguientes factores como el tipo de material granular, tamaño de material, como también depende de en donde se realiza el ensayo si es en laboratorio o IN SITU, para los suelos en pavimentos hay dos tipo de deformaciones una es la deformación recuperable que es aquella que tiene la capacidad de recuperarse después de haber sido sometida a una carga y la otra que es la deformación permanente o no recuperable que ocurre cuando se le aplica una carga y varía con cada ciclo de carga ver figura 25 (Coria et al., 2018).

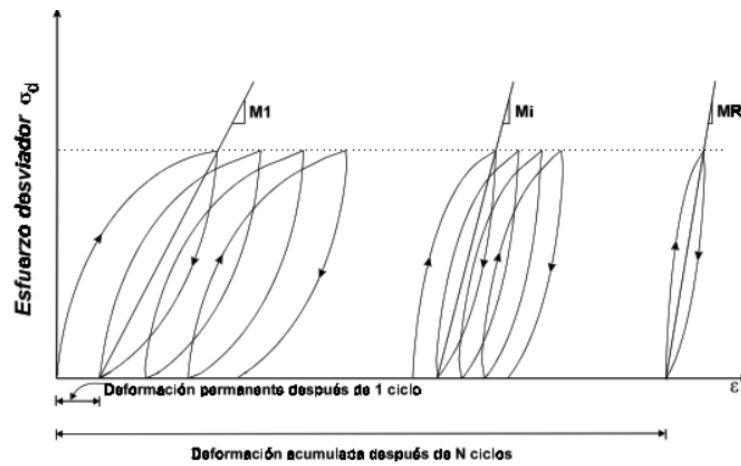
Figura 25: Resiliencia de materiales granulares y suelos.



Fuente: (Coria et al., 2018).

Figura 26, se muestra el comportamiento a las deformaciones permanentes el cual se acumula según los ciclos y tipos de carga que se le aplica, esta deformación va acumulándose hasta que el suelo termina siendo totalmente recuperable, en ese momento se le puede decir que tiene un comportamiento resiliente.

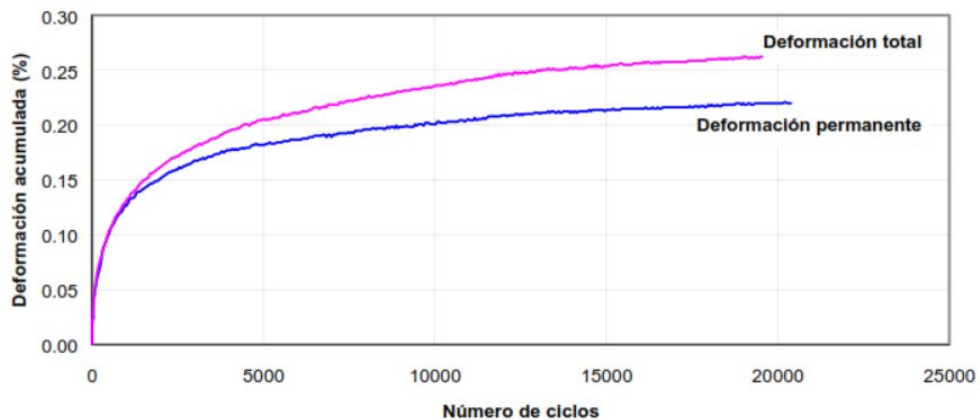
Figura 26: Deformaciones en respuesta a cargas.



Fuente:(Google)

De la figura 27, se observa el comportamiento acumulado a diferentes tipos de cargas y ciclos.

Figura 27: Acumulación de deformaciones.



Fuente:(Google)

Modulo Resiliente (M_r), es la magnitud del esfuerzo desviador cíclico ($\sigma_d = \sigma_1 - \sigma_3$) en compresión triaxial y la deformación axial recuperable (elástica) o resiliente (ϵ_r):

$$M_r = \frac{\sigma_d}{\epsilon_r} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\epsilon_r}$$

Donde:

M_r : Modulo resiliente.

σ_1 : Esfuerzo principal mayor.

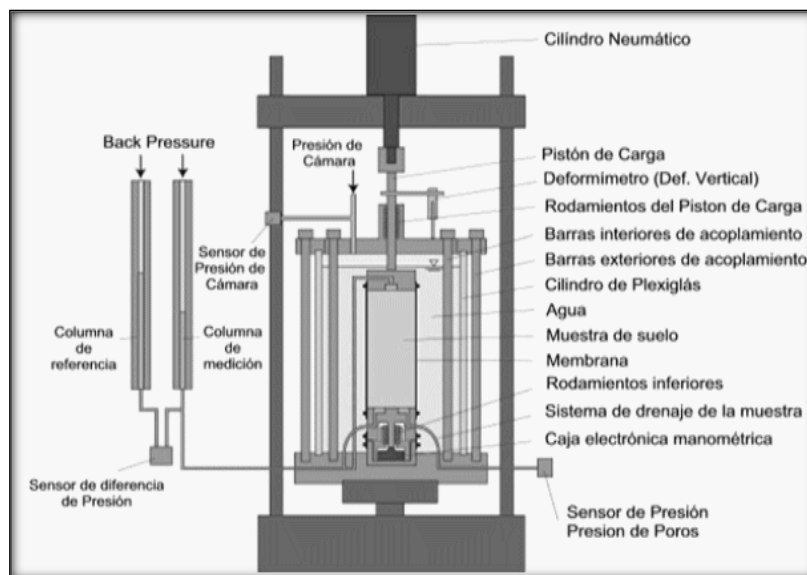
σ_3 : Esfuerzo principal menor.

σ_d : Esfuerzo desviador.

ε_{axial} : Deformación recuperable.

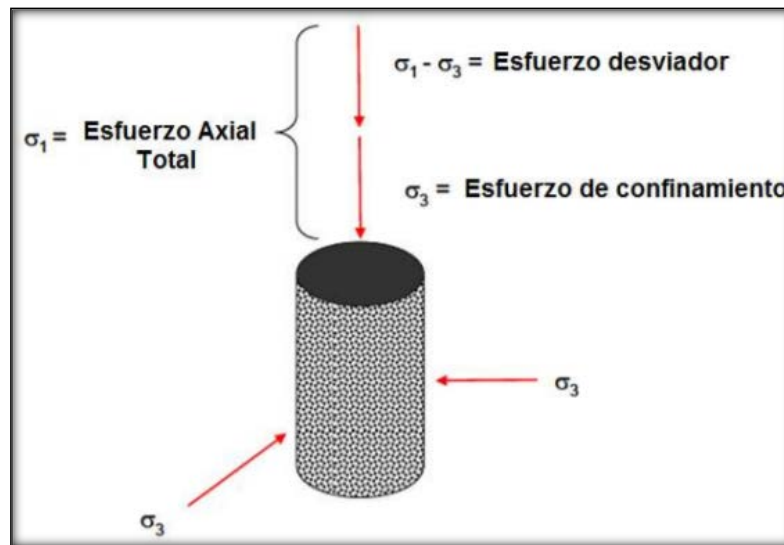
En el laboratorio también se halla el módulo resiliente con el ensayo AASTHO T294-22I se prepara un espécimen en forma de probeta al cual se le aplicadas cargas con un numero de repeticiones (ACEVEDO et al., 2017, p. 4), se muestra en la figura 28, el ensayo triaxial para obtener el módulo de resiliente en laboratorio.

Figura 28: Esquema del equipo triaxial cíclico (laboratorio).



Fuente:(Google)

Figura 29: esquema de esfuerzos aplicados en un espécimen para hallar el Modulo Resiliente.



Fuente:(Google)

2.4.1. Modulo resiliente mediante métodos no destructivos

2.4.1.1. Generalidades

Los ensayos no destructivos son aquellos que no agreden la estructura del pavimento en evaluación en este caso para el soporte del suelo de cimentación se realizara el ensayo de viga benkelman, para el cálculo de las deflexiones.

Una de las alternativas desde hace mucho tiempo y que hasta el día de hoy sigue vigente para estudiar las características del pavimento estructura y que también no es destructivo se refieren a los procesos invertidos o retro cálculos que utiliza las deflexiones para hallar el módulo resiliente (Olarte, 2015).

2.4.1.2. Deflectometría

El análisis inverso de propiedades mecánicas de pavimentos permite predecir los módulos resilientes de las capas granulares de una o varias estructuras de pavimento asfáltico a partir de las deflexiones, es importante desde el punto de vista ingenieril, ya que con esto se contribuye con soluciones, para los diferentes problemas que se presenta en infraestructura de vial. Los parámetros para el cálculo de módulo resiliente, pueden ser desarrolladas por equipos de

Deflectometría de impacto ó FWD (Falling Weight Deflectometer) y Deflectometría con Viga Benkelman. Obteniendo las deflexiones de la capa evaluada por retro cálculo se puede hallar el módulo resiliente o también utilizando software. (Del Aguila, 2007).

2.4.1.3. Deflectómetro de impacto

El Deflectómetro de impacto es un equipo reciente, si hablamos de la Región de Puno no se cuenta aún con el equipo; el equipo que es tecnológicamente más avanzado, por su forma de hallar las deflexiones que es casi de inmediato y con una mayor precisión.

Figura 30: Deflectómetro de impacto



Fuente:(Google)

El Módulo Resiliente de la subrasante de diseño, se calcula usando la siguiente ecuación para el Deflectómetro de impacto (FWD):

$$M_r = \frac{0.24P}{d_{r.r}}$$

Donde:

Mr = Modulo resiliente de la subrasante, análisis inverso.

P = Carga aplicada al momento de la evaluación.

dr = Deflexión a una distancia “r” desde el centro de carga.

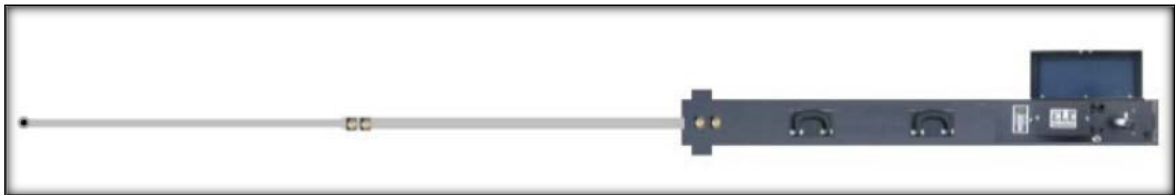
R = Distancia desde el centro de carga (volquete).

2.4.1.4. **Viga benkelman**

El equipo más conocido y utilizado en el Perú para medir y/o hallar las deflexiones es la Viga Benkelman, expandiendo su empleo en casi todos los países del mundo porque es uno de los más efectivos y económicos de usar se ejecutan vías

La Viga Benkelman es un equipo de más de 60 años de empleo atreves del tiempo, y la forma de su uso sigue siendo el mismo, hallando la Deflexión Máxima también se halla la Curva de Deflexión; (Olarate, 2015).

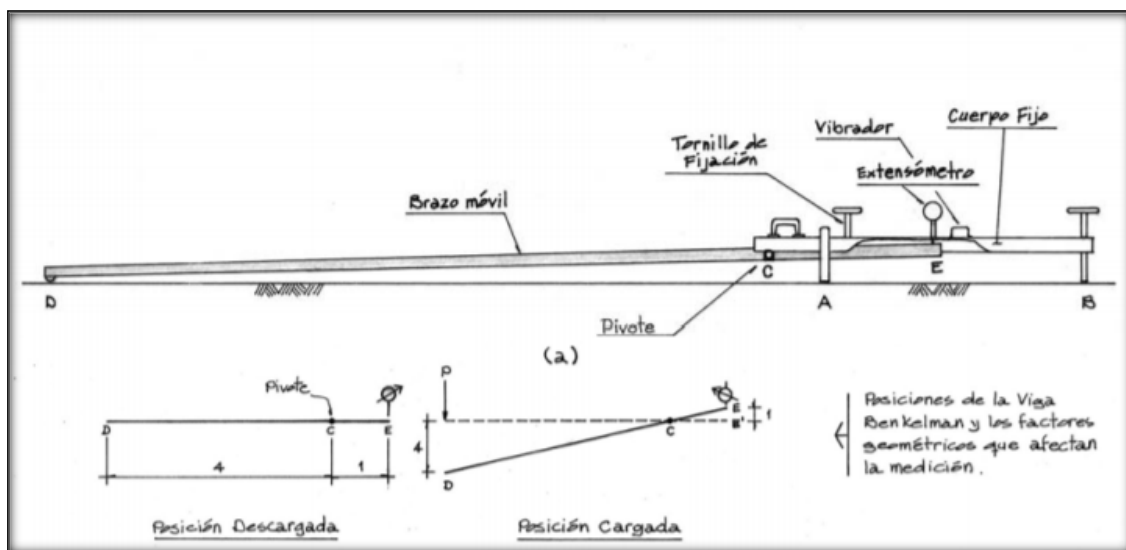
Figura 31: Viga benkelman



Fuente: <https://www.google.com>

La viga benkelman utiliza el principio de la palanca, este equipo es de operación mecánica, se describe sus partes en la figura 32.

Figura 32: Esquema de Viga Benkelman.

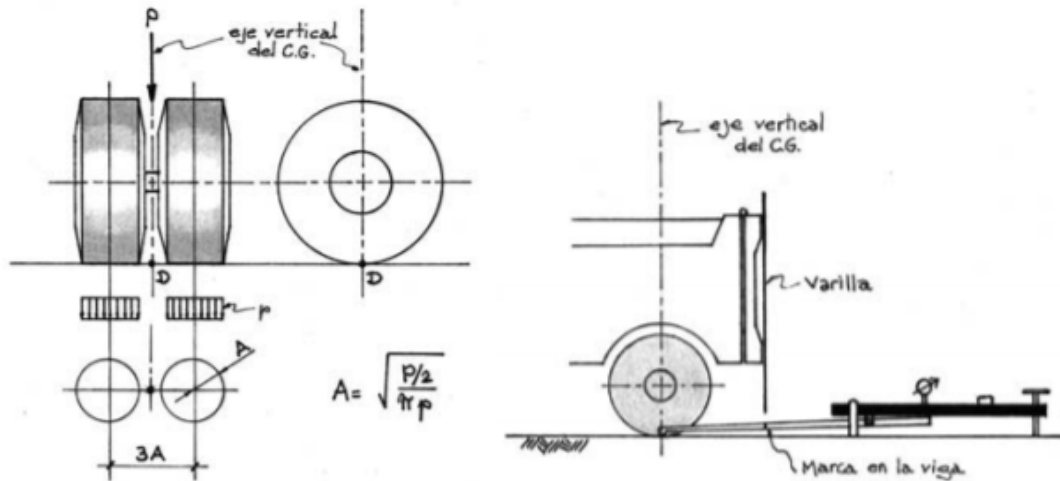


Fuente: <https://www.google.com>

PROCEDIMIENTO DE LA VIGA BENKELMAN EN CAMPO

La carga que se aplica para realizar este ensayo debe de ser de 4090 kg la cual ya está estandarizada, para los ensayos de medición de deflexiones.

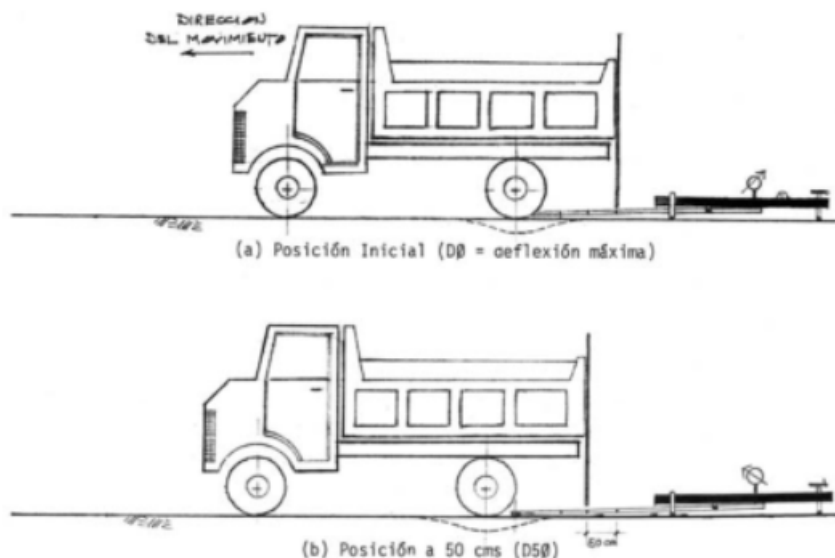
Figura 33: Configuración Geométrica del Sistema de Carga en Ensayos con la Viga Benkelman.

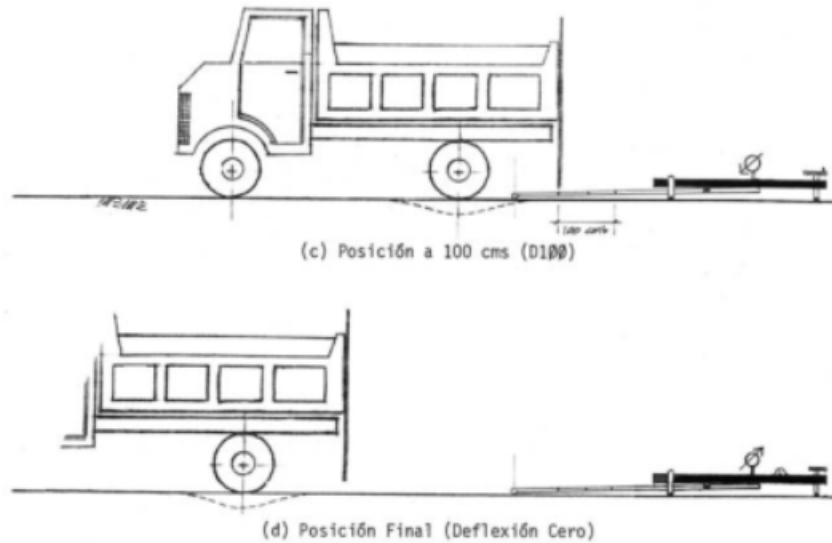


Fuente: (Hoffman & Del Aguila, 1985).

Hay que colocar los puntos de obtención de datos según conveniencia y estas distancias pueden estar entre 30,40, 50 cm para un análisis se necesita por lo menos 03 datos efectuados en la vía, pero es mejor tener mas para que estos datos sean más certeros.

Figura 34: Esquema del proceso de medición con la Viga Benkelman





Fuente: (Hoffman & Del Aguila, 1985).

2.4.2. Modulo Resiliente con el Modelo de Hogg Simplificado

Antecedentes

A.H.A Hogg en el año 1944, planteo una solución del modelo antes mencionado, que también es conocido por su nombre en la actualidad, este modelo es una variante del modelo de dos capas o conocido como modelo bicapa, que su desarrollo y solución es derivando la ecuación diferencial, en parcialidades, y esto modela a un pavimento flexible.

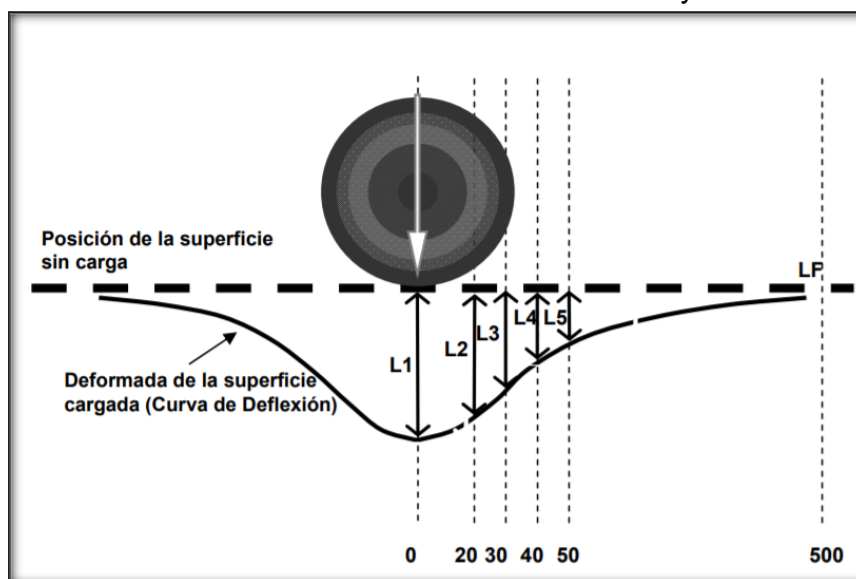
El modelo bicapa planteado por Hoog que consta de una capa inicial delgada como una placa con poca rigidez ante la flexión y horizontalmente infinita que descansa otra capa perfectamente áspera, elástica, semejante e isótropa de un cuerpo finito o con límites a una base más dura, la primera capa representa los estratos naturales después del corte y la segunda capa las subrasantes del pavimento en este caso flexible.

2.4.2.1. Modelo de hoog simplificado

Los ensayos para obtener o medir las deflexiones con el equipo Viga Benkelman se analizarán en forma igualmente espaciados a una distancia de 20 m, en 3 cada carril. Cada ensayo consistirá en la ejecución de 6 lecturas para determinación de

la deformada que adopta la superficie de la capa del pavimento, también llamada “curva de deflexión”, las que se efectuarán a 0, 20, 30, 40, 50 y 500 cm desfasadas del punto inicial de aplicación de carga (ver Figura 1). Los ensayos deberán efectuarse sobre progresivas que sean números enteros y múltiplos de 20, y siempre sobre las mismas progresivas y el mismo lado en cada una de las capas. Por ejemplo, si en el nivel de subrasante se efectúa un ensayo en la progresivo km 4+520, carril derecho, en la capa superior deberá efectuar el ensayo en la misma progresiva y en el mismo carril, es decir, se debe evitar cambiar de carril, en vez de hacerlo en el carril derecho cambiar al izquierdo. Para la práctica del ensayo se aplicará una carga estandarizada del eje posterior simple con llantas dobles, de un camión tipo volquete, con un peso de 8,200 kg con o sin carga ligeramente variable entre más menos 100 kg y presión de inflado 80 psi. El tamaño de las llantas del vehículo será 11.00-20 o 12.00-20 de 16 lonas. En el eje trasero tendrá un peso con una carga fija final no variable en el tiempo, sobre la tolva de dicho volquete seleccionado para la elaboración del ensayo; el control del pesaje se realizara en lugares estandarizados y especializados en pesajes de camiones, volquetes entre otros vehículos pesados, en el cual solo se estacionara para hacer el pesado el eje posterior del vehículo, debiendo encontrarse el eje delantero fuera de la plataforma de pesado.(Hoffman & Del Aguila, 1985)

Figura 35: Esquema para la medición de deflexiones, mostrando las distancias off-set a ser consideradas en los ensayos.



Fuente: (Del Aguila, 2007)

2.4.2.2. Determinación - cálculo del Módulo Resiliente en la subrasante con el Modelo de Hoog simplificado

El proceso para hallar las deflexiones con el modelo de Hogg el cual utiliza la deflexión en el medio de la carga de los ejes de la llanta posterior del vehículo y otra de las deflexiones añadidos fuera del punto inicial. Hogg demostró que la longitud radial es en el que la deflexión se aproxima a la mitad de la deflexión bajo el punto inicial de carga, es más eficiente para eliminar los errores cometidos en campo, al momento de ejecutar el ensayo. los cálculos que propone consideran las varianzas que pueden ocurrir en el espesor del pavimento en evaluación y la relación entre la rigidez de pavimento (capa de rodadura) y la rigidez de la subrasante de diseño. El modelo desarrollado por Hoog fue publicado en 1944, de allí salieron varias publicaciones más tratando de sacar más soluciones, adaptaciones. para este caso las ecuaciones que se emplearan para el cálculo son:(Del Aguila, 2007), propuestos para el cálculo del módulo resiliente mediante el método del Hoog simplificado

Ecuación 1. Módulo resiliente de la subrasante según el modelo Hogg

$$E_{sg} = I \frac{(1+\mu_0)(3-4\mu_0)}{2(1-\mu_0)} \left[\frac{S_0}{S} \right] \left[\frac{P}{D_0 x L_0} \right]$$

Ecuación 2. Distancia radial donde la deflexión es la mitad de la deflexión máxima

$$r_{50} = r \frac{(1/\alpha)^{1/\beta} - B}{\left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{D_0}{D_r} - 1 \right) \right]^{1/\beta} - B}$$

Ecuación 3. Relación entre la rigidez por carga puntual y carga distribuida

$$L_0 = \frac{y_0 r_{50} + [(y_0 r_{50})^2 - 4mAr_{50}]^{1/2}}{2}$$

Si $\frac{A}{L_0} < 0.2$, entonces $L_0 = (y_0 - 0.2m)r_{50}$

Ecuación 4. Relación entre la Rigidez por carga puntual y carga distribuida

$$\left(\frac{S_0}{S} \right) = 1 - \bar{m} \left(\frac{A}{L_0} - 0.1 \right)$$

$$\text{Si } \frac{A}{L_0} < 0.2, \text{ entonces } \left(\frac{S_0}{S}\right)=1$$

Donde:

E_0 = Módulo de elasticidad de la subrasante

μ_0 = Coeficiente de Poisson de la subrasante

S_0 = Rigidez Teórica por carga puntual

S = Rigidez del pavimento = p / D_0 (carga distribuida)

p = Carga aplicada

D_0 = Deflexión en el punto inicial de carga (Deflexión máxima)

D_r = Deflexión a la distancia radial r

r = Distancia radial del punto inicial de carga

r_{50} = Distancia radial para la cual $D_r / D_0 = 0.5$

l = Longitud característica

h = Espesor de la subrasante

I = Factor de Influencia

A = Radio de la huella circular

α = Coeficiente de ajuste de curva

β = Coeficiente de ajuste de curva

B = Coeficiente de ajuste de curva

y_0 = Coeficiente para la longitud característica

m = Coeficiente para la longitud característica

m = Coeficiente para la relación de rigideces

Wiseman describió los tres casos del modelo de Hoog simplificado. Una de ellas es para suelos infinitos y elástico a la vez, los siguientes dos casos son para suelos finitos teniendo un espesor especificado el cual asume 10 veces más a la longitud de la vía a evaluar estos casos. Los dos casos de espesor finito corresponden a coeficientes de Poisson fijados en 0.4 y 0.5, respectivamente.

Tabla 3: valor de coeficientes y variables de ajuste de curvas.

Ecuación	CASOS		I	II	III
		Profundidad del estrato rígido	h/L_0	10	10
	Coefficiente de Poisson	u_0	0.50	0.40	Todos
A	Factor de influencia	I	0.1614	0.1689	0.1925
B	Valor de D_R/D_0		>0.70	>0.426	Todos
	$r_{50} = f\left(\frac{D_R}{D_0}\right)$	$1/\alpha$	2.460	2.629	3.115
		$1/\beta$	0.592	0.548	0.584
		B	0	0	0
	Valor de D_R/D_0		<0.70	<0.426	
	$r_{50} = f\left(\frac{D_R}{D_0}\right)$	$1/\alpha$	371.1	2283.4	
$1/\beta$		0.219	0.2004		
B		2	3		
C	$L_0 = f(r_{50}, \alpha)$	y_0	0.620	0.602	0.525
		m	0.183	0.192	0.180
D	$\frac{S_0}{S} = f\left(\frac{A}{L_0}\right)$	\bar{m}	0.52	0.48	0.44

Fuente: elaboración propia basado en el Wiseman et al (1977)

III. METODOLOGIA

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Es aquel que determina de cómo se llevara a cabo la presente investigación, se bosqueja estratégicamente en detalles obtener informaciones y así hallar las respuesta a los objetivos planteados en un inicio (Lerma, 2009).

En este sentido y ya habiendo verificado el tema se aduce que la presente investigación es una Investigación Cuantitativa.

Enfoque Cuantitativa

Es un método de medición exacta que nos brinda valores numéricos, y tiene relaciones entre objetivos y fenómenos que le inciden, con un solo fin que es presentarlas y estudiarlas adecuadamente, para este método es necesario los siguientes parámetros, porque acumula y estudia todos los datos numéricamente obtenidos sobre las variables tanto el independiente como el dependiente y y estos datos obtenidos nos accede a tomar fallos usando información numéricamente cuantificables y que a la vez pertenecen a la escala de razón y estas son tratados estadísticamente (Borja, 2012).

Experimentales: para que una investigación se a del tipo experimental se requiere tener solo dos situaciones una de ellas es la intervención y la otra es la asignación aleatoria o (grupo control).

Es aquella que investigación que verifica su hipótesis mediante la manipulación de las variables por parte del investigador la cual guarda una relación de causa – efecto. (Borja, 2012)

3.1.1. Investigación experimental

Tiene como principal objetivo el porqué de las situaciones o la causa – efecto de las variables entre ellas, estos fenómenos ocurren al manipular las variables según decida el investigador.

Las principales características de los estudios experimentales son:

- Que se requiere mínimo dos grupos de estudios: uno experimental y el otro de control. Se va a aplicar la variable independiente solamente al grupo experimental.

- Se analizan los dos resultados obtenidos y el efecto que causó el uno en el otro.

Aplicada

Murillo 2008 nos describe que la investigación aplicada es como una investigación práctica o empírica, que busca los conocimientos adquiridos, y a su vez se van adquiriendo más.

3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Según, Enrique y Zepeda (2003). Menciona que; existen dos tipos de variables; La variable Dependiente e Independiente. La primera (Dependiente), es la que condiciona algún tipo de cambio en la dependiente, mientras que segunda. (Independiente), es la que permite la explicación del fenómeno; ya que; esta variable tiende a ser manipulada, por el contrario, solo se mide.

La presente investigación, la cual está dividida por la Variable Dependiente: Geomalla biaxial; Variable Independiente: suelos de Subrasante compuesta.

La operacionalización de variables en esta investigación se dará a conocer mediante la tabla 04.

Tabla 4: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	HIPÓTESIS	OBJETIVOS
¿cómo incide la geomalla biaxial en el mejoramiento de suelos con modulo resiliente insuficiente de la subrasante de diseño de pavimentos flexibles Puno 2021?	<p>1.INDEPENDIENTE</p> <p>1.Geomalla Biaxial.</p> <p>2.DEPENDIENTE</p> <p>2.Modulo resiliente, suelos</p>	<p>1.- Propiedades de la Geomalla Biaxial.</p> <p>2.-Tipo de geomalla.</p> <p>2.1. Propiedades mecánicas.</p>	<p>1.1. Ancho a mitad de costilla.</p> <p>1.2 Forma de costilla.</p> <p>1.3. Forma de apertura</p> <p>1.4. Rigidez</p> <p>1.5. Resistencia a la tensión.</p> <p>2.1. Geomalla biaxial</p> <p>2.1.1. Módulo Resiliente (Mpa)</p>	<p>Presencia y Ausencia de la geomalla Biaxial.</p> <p>(Mpa)</p>	<p>Ensayos</p> <p>Equipos, Herramientas e instrumentos de laboratorio y para insitu</p> <p>ASTM D-2216- MTC E 108</p> <p>NTP – 339.129</p> <p>ASTM D 6913 / D 6913M – 17</p> <p>NTP</p>	<p>La geomalla biaxial incrementa el módulo de subrasante de diseño de pavimentos flexibles.</p>	<p>Analizar la incidencia de la geomalla biaxial en el mejoramiento de suelos insuficientes en el módulo resiliente de los pavimentos flexibles.</p>

Tabla 5: Operalización de Variables

TITULO : INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BIAxIAL EN EL MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO 2020

VARIABLE		CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICION
INDEPENDIENTE	GEOMALLA BIAxIAL	Según PAVCO (2012) Las geomallas biaxiales están fabricadas con resinas selectas de propileno o copolímeros (polipropileno) y también de fibras de poliéster; que resisten grandes cargas dinámicas a corto plazo o cargas moderadas a largo plazo. Este tipo de geomalla soporta cargas aplicadas en cualquier dirección en el plano de la geomalla. (Pavco, 2012)	La geomalla biaxial tiene la propiedad de mejorar el módulo resiliente en subrasantes de diseño.	Propiedades de la geomalla biaxial	Ancho de la costilla. forma de la costilla. Rigidez.	ASTM D- 2216- MTC E 108 NTP – 339.129 ASTM D 6913 / D 6913M – 17	RAZON

VARIABLE		CONCEPTO	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICION
DEPENDIENTE	MODULO RESILIENTE	Según CORIA et. Al, (2018), es la capacidad de resistir a las cargas cíclicas aplicadas a una estructura vial pavimentada o no pavimentada, y su capacidad de recuperarse ante dicho esfuerzo	El módulo resiliente es la capacidad de recuperarse ante una carga constante cíclica de la subrasante de diseño.	Propiedad mecánica	Módulo resiliente (Mpa)	Retrocalculo con Modelo de hoog simplificado	RAZON

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

Se le dice población a la muestra de universo que existe de una misma especie con las mismas características o de una misma definición (Lerma, 2016), Y esta está definida por la investigación que se está realizando.

La población está constituida por el universo de subrasante de pavimentos flexibles de la ciudad universitaria UANCV Juliaca, considerada infinita.

3.3.2. Muestra

Según (Lerma, 2016) es una pequeña parte que se usara para realizar la investigación la que será tocada o alterada para obtener datos, esta muestra debe ser bien representada, los datos deben ser trabajados estadísticamente.

Se utilizó el muestro no probabilístico POR CONVENIENCIA para esta investigación los suelos de subrasante del lateral del Estadio de la UANCV los cuales cuentan con baja capacidad de soporte y se manipulo un área de 4m x 20m, para el cual se realizará dos grupos uno experimental con geomalla biaxial y de control sin geomalla biaxial.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.4.1. Técnicas

Para la presente investigación se aplicó las siguientes técnicas para la recolección de datos presentados.

- Observación experimental.
- Análisis de resultados de laboratorio.
- Análisis documentario.

3.4.2. Instrumentos para la recolección de datos

Los instrumentos que se utilizaron en la presente investigación son los siguientes.

- Observacional: se utilizó este instrumento para recopilar datos durante la etapa de ejecución del experimento (movimiento de tierras, nivelación y compactado, densidad de campo, viga benkelman).
- Resultado de datos de Laboratorio: se utilizó este instrumento para recopilar datos de las diferentes pruebas y ensayos realizados.
- Fichas de análisis documental: se utilizó este instrumento de recolección de datos brindados por los fabricantes de los insumos, en este caso geomalla biaxial (ficha técnica).

IV. RESULTADOS

El ensayo de esta investigación se realizó en la ciudad universitaria (UANCV -Juliaca), teniendo un área de trabajo de 4.00m de ancho y 20.00m de longitud.

Figura 36: Ubicación de la zona de intervención.



Fuente: elaboración propia basado en (Google Earth Pro)

4.1. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

A continuación, se lleva a cabo para llegar a los resultados que se mostraran.

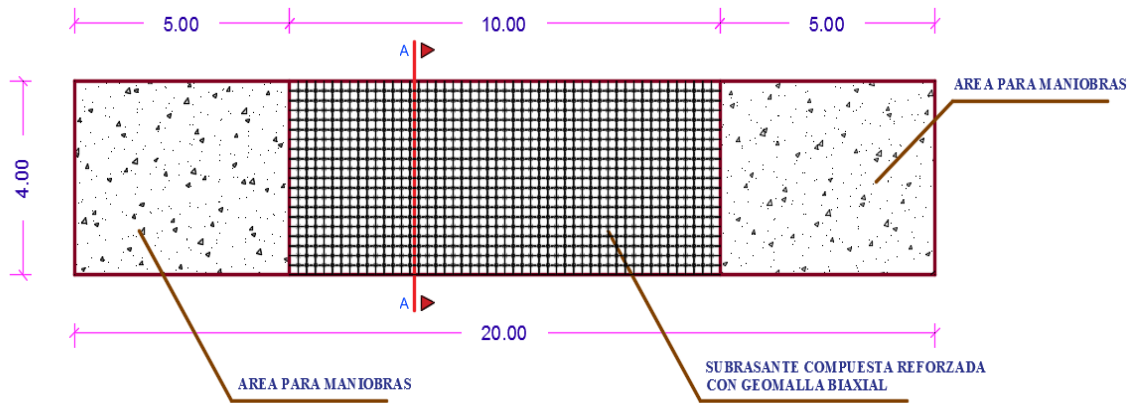
4.1.1. Grupo Experimental

Se realizó la construcción de una subrasante de diseño de un pavimento flexible a escala real de 4.00 m x 20.00m para en este terreno preparado efectuar las pruebas en dicha estructura del pavimento consistente en suelo natural más suelo de mejoramiento proveniente de la cantera Taparachi y geomalla biaxial como refuerzo. La geomalla biaxial está ubicada entre el suelo natural y el suelo de mejoramiento de la cantera Taparachi, como se muestra en la figura 38.

Plano En Planta

Se observa en la figura 37 las dimensiones y la ubicación de la geomalla biaxial colocado en el suelo natural, donde se analizó el comportamiento y el área de maniobras para realizar los ensayos.

Figura 37: Dimensiones del área de trabajo



Fuente: Elaboración propia

Corte A-A

Corte de la estructura de subrasante de diseño del pavimento flexible, como se observa la geomalla biaxial esta entre el suelo natural y la capa de mejoramiento con una altura de relleno de 0.30mts.

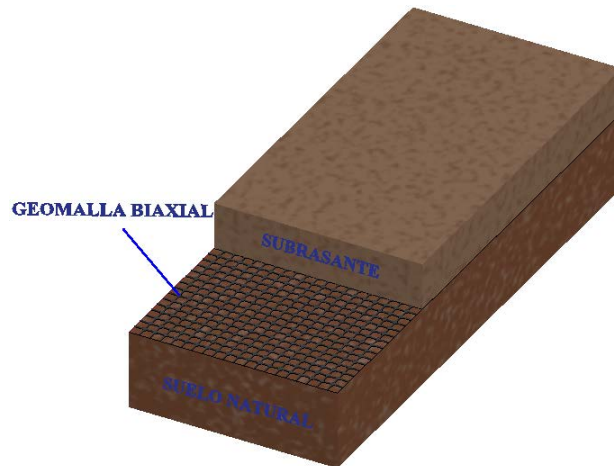
Figura 38: corte estratigráfico



Fuente: Elaboración Propia

Podemos observar en la figura la ubicación de la geomalla biaxial que se encontrara entre el suelo natural y el suelo de mejoramiento cuya capa de mejoramiento es de 0.30m.

Figura 39: corte estratigráfico del estrato y geomalla



Fuente: Elaboración Propia

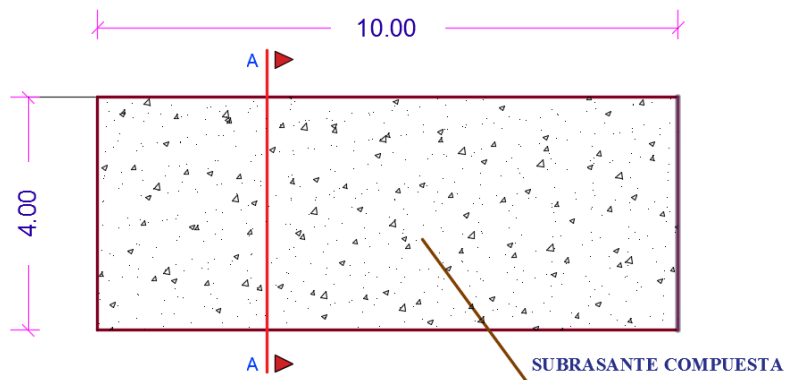
4.1.2. Grupo de Control

Se realizó la construcción de un pavimento flexible a escala real para realizar las pruebas en la estructura del pavimento de la subrasante consistente en suelo natural más suelo de mejoramiento, con dimensiones de 4mts de ancho x 10mts de largo, en este grupo no se colocará la geomalla biaxial.

Plano En Planta

En la figura se observa las dimensiones de la subrasante de diseño consistente en suelo natural y suelo de mejoramiento proveniente de la cantera Taparachi.

Figura 40: corte estratigráfico

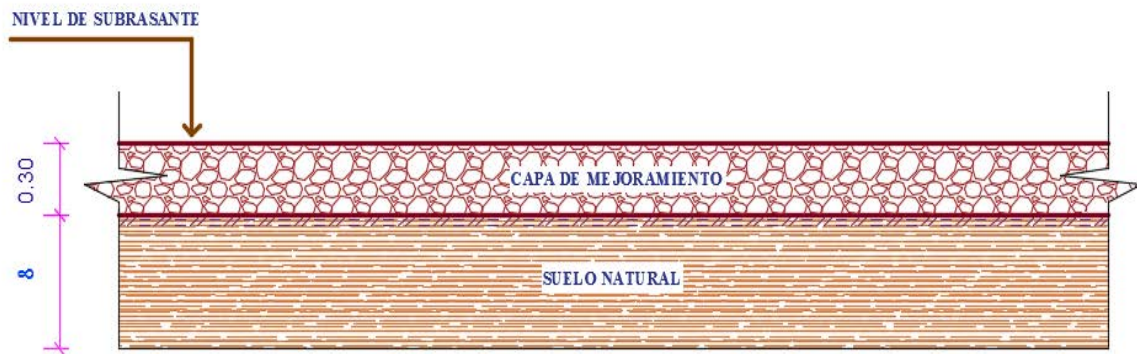


Fuente: Elaboración Propia

Corte A-A

En la figura se muestra la subrasante de diseño consistente en una capa de mejoramiento y suelo natural, para este grupo de control no se usará como refuerzo la geomalla biaxial, el grupo de control es para realizar la comparación con la utilización de la geomalla.

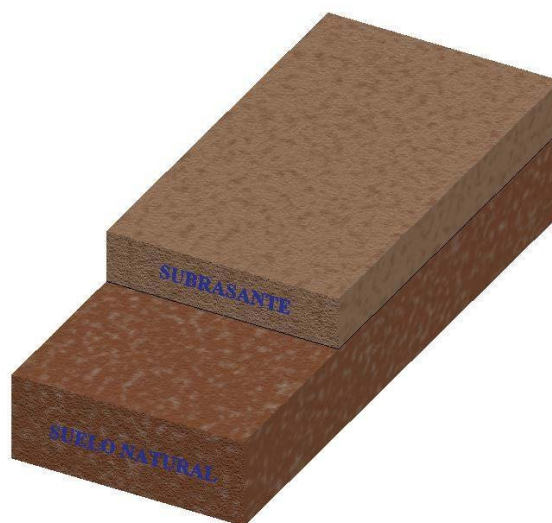
Figura 41: corte estratigráfico sin geomalla



Fuente: Elaboración Propia

La figura anterior nos muestra la subrasante de diseño del pavimento flexible sin el refuerzo de la geomalla biaxial.

Figura 42: corte estratigráfico del estrato sin geomalla



Fuente: Elaboración Propia

4.2. PROCEDIMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

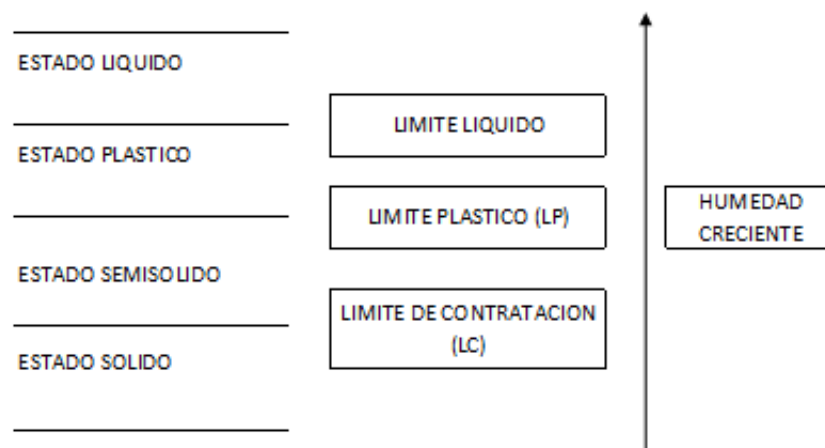
4.2.1. Ensayos de Laboratorio

El relleno para la capa de subrasante mejorada fue extraído de la Cantera Taparachi, que se encuentra ubicado en Juliaca - Puno, de estas se obtuvo muestras representativas para su evaluación en el Laboratorio.

A) DETERMINACION DE LIMITES DE CONSISTENCIA

Tiene como función determinar el índice de plasticidad del suelo.

Con el ensayo de Atterberg y mediante el método de Casagrande se puede definir la consistencia de los suelos, y también los límites de consistencia.



EQUIPOS Y MATERIALES:

- Tamiz de malla N°. 40
- Se usará la Cuchara de Casagrande
- Ranurador
- Balanza con precisión de 0.001gr.
- Una Comba de Goma.
- Bandejas.
- Tara para el contenido de Humedad.
- Horno a temperatura (105 a 110 grados centígrados).

- Espátula.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

Se debe Tamizar por el Nro. 40 la muestra del suelo, después secar el material; para luego colocar un aproximado de 100gr de muestra en la tara, para luego humedecerlo con agua por 24 hrs; continuando con el procedimiento se usará la cuchara de Casagrande en ella se pondrá la muestra con un espesor de 1", luego dividirlo por el medio con la ranura, después se dará golpes a una velocidad constante por segundo se tendrá que anotar el número de golpes un mínimo de 15 y un máximo de 35 golpes.

RESULTADOS:

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LL %	31
LP %	22
IP %	9

B) ABRACION DE LOS ANGELES (DESGASTE DE LOS ANGELES)

Tiene como función determinar la resistencia a una degradación del material usando la máquina de los ángeles, esta muestra será sometida a impactos, abrasión y trituración, mediante las bolas de acero.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de abrasión de los ángeles
- Se tendrá las esferas con peso de un rango entre 390 y 445gramos que serán de acero.
- Tamices
- Un horno con temperatura de 105.
- Balanza mínima que tenga una capacidad de 20kg.
- Charolas de aluminio.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se tendrá un material con un peso aproximado de 20kg para el ensayo que estos serán tamizados en la malla N° 12, y también serán lavados sobre esta misma las partículas retenidas, continuando con este procedimiento se tendrá el secado del material y se pesará el total de material listo para el ensayo, una vez pesado se pondrá en la máquina y se le incluirá las esferas de acero y se tapa la máquina para no tenga desperdicio y se procederá a dar funcionamiento a la máquina con una velocidad constante entre un rango de 30 a 33rev/min, cumpliendo su total de 500 revoluciones, una vez terminado el proceso se saca el material en la charola y se criba en la malla N° 12 y por último se registrará el peso.

RESULTADOS:

Resistencia al desgaste es de 71.65%

% de pérdida por abrasión 28%

C) COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO MEDIANTE EL PROCTOR MODIFICADO

Tiene como función determinar el peso unitario seco de la muestra y el contenido de agua, estos serán relacionados en una curva estadística.

EQUIPOS Y MATERIALES

- molde de 6 pulgadas.
- Collarín.
- Pisón o martillo
- Probetas graduadas
- Tamices o mallas
- Horno de secado
- Balanzas
- Recipientes
- Regla

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Para este ensayo se tendrá una muestra con 30 kg aproximado que serán secados al aire, después se le satura primero con el 2% de agua tomando como esto el punto más bajo y de aquí todos para arriba, continuando se divide esta muestra en 5 partes iguales 1/5 y se procede a poner cada parte en el molde y de este manera compactarlo con el pistón de caída un total de 56 golpes en toda su área y este mismo procedimiento se hará en las capas restantes del material, una vez terminado se usa la regla metálica para enrasar el borde, se tomara apunte del material más el molde su peso, y finalmente se extrae una porción de muestra de la parte superior e inferior de la muestra en una tara y se llevara al secado con el horno y de esta manera se obtiene el contenido de humedad.

RESULTADOS:

densidad máxima kg/cm ³	2.111
densidad máxima kg/cm ³ - corregido por grava	2.221
humedad optima %	8.3
humedad optima % - corregido por grava	6.67

D) DENSIDAD DE CAMPO

Tiene como objetivo obtener el grado de compactación de un suelo compactado artificialmente, este es un ensayo in-situ y también se puede usar en ferrocarriles, carreteras, depósitos de agua, mezcla de suelos o agregados.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Consta de un cono de arena, una válvula cilíndrica con abertura, cincel y entre otras herramientas básicas.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Como primer paso se selecciona un lugar de la zona donde se realizara el ensayo, una vez ubicado se pondrá el plato metálico para proceder a picar hasta obtener un orificio similar a la capa, una vez obtenido el orificio se procede a colocar el cono y se abrirá la válvula dejando caer la arena dentro del orificio, de esta manera se obtiene

la densidad húmeda del suelo esto está determinado dividiendo la masa húmeda del material que fue removido del orificio, también se puede calcular la masa seca del material extraído, la densidad humedad y seca in-situ y por último el volumen del agujero excavado.

RESULTADOS

máxima densidad seca (laboratorio)	2.221
contenido de humedad optimo	6.67
densidad seca campo	2.16
% de compactación	97.2

E) VIGA BENKELMAN

La VB es un ensayo in-situ que nos da las deflexiones recuperables y su radio de curvatura del pavimento flexible, estos son producidos aplicando una carga de un camión.

EQUIPOS Y MATERIALES

- Viga Benkelman
- Camión para el ensayo.
- Medidor de presión del inflado.
- Un termómetro de 0 a 100°C.
- Cronometro
- Wincha de acero
- Un vibrador

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se coloca el brazo de la VB entre las ruedas del camión paralelo a la plomada, el camión avanzará a una velocidad constante de 5 km/h y se procederá a lecturar, mínimo se debe tener tres lecturas.

RESULTADO, anexos del tramo de control y el tramo experimental.

4.2.2. Cálculo del módulo resiliente mediante el modelo de hogg simplificado.

4.2.2.1. Criterios de análisis de las deflexiones

La Variación de la Deflexión Máxima obtenida por la viga benkelman no deberá ser mayor de 30%; en casos excepcionales se podrá aceptar 35% siempre que se justifique por factores no imputables al proceso constructivo (DEL AGUILA, 2007, p. 4).

Método Hogg Simplificado

$$E_0 = 1091314.96 (D_0XR_{50})^{-0.939} \quad \text{ecuación (5)}$$

Correlación de CBR a Modulo Resiliente

$$M_r = K * CBR \quad \text{ecuación (6)}$$

Donde:

Mr = Módulo resiliente medido en kg/cm²

k = Este valor varía según el tipo de suelo, para un suelo granular grueso se tiene un k de 100, para un suelo granular fino se tiene un valor de k igual a 110 y para un suelo fino plástico se tendrá un k igual a 130.

CBR = Valor de Soporte de California medido en %

Procedimiento de cálculo para determinar el Módulo Resiliente

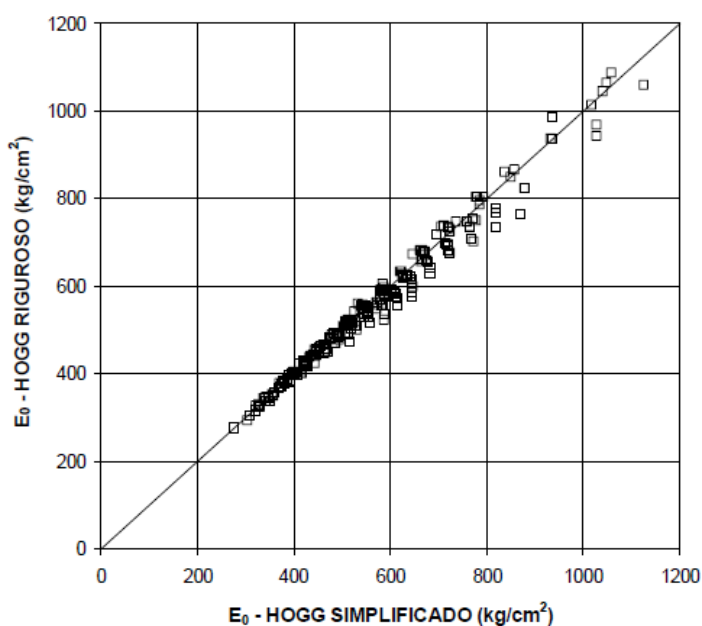
Para obtener el módulo resiliente de una subrasante se deberán seguir lo siguiente; como primer paso se tomara como dato la deflexión máxima D_0 y una adicional D_r , para luego proseguir a calcular la relación de D_0/D_r , después se calcula la longitud de curva R_{50} , con la ecuación 4 mediante la relación de D_0/D_r y se obtendrá los coeficientes de la (tabla 4), continuando con el procedimiento se calculara el producto $D_0 \times R_{50}$, de esta manera se obtendrá el módulo resiliente con la ecuación 5 y por último se calculara con este dato el CBR del suelo con la ecuación 6.

Para obtener un cálculo más rápido se pueden usar la (tabla A) en función de la relación de D_0/D_r para obtener el R_{50} , y mediante la (tabla B) con el producto de $D_0 \times R_{50}$ se puede obtener el MR. comprobando de esta manera la ecuación 5 que los resultados si son válidos.

Validación de resultados

En la siguiente figura se observa que el método de hogg mediante la correlación está sobre la línea de la igualdad con esto se puede indicar que este método tiene valides, en comparación con el método de hogg simplificado, es decir los dos métodos se puede considerar estadísticamente similares, validando el método de correlación (DEL AGUILA, 2007, p. 12).

Figura 43: Validación del método de hoog simplificado



Fuente: (DEL AGUILA, 2007, p. 7)

4.2.2.2. *Procesamiento De Datos Para El Módulo Resiliente*

Hoog Simplificado Método I

Se calculará una de las deflexiones a modo de ejemplo, para el cual se usará la siguiente tabla 3.

$$A = \sqrt{\frac{P}{\pi p}} \quad \text{ecuación (7)}$$

Datos:

A = Radio de huella del camión

P = Carga sobre una llanta del camión

p = Presión de inflado del camión

se utilizó una carga sobre una llanta de 4500lb y una presión de inflado de 80psi, con esta información lo reemplazamos en la ecuación (7).

$$A = \sqrt{\frac{4500}{\pi(80)}} = 4.23" = \mathbf{10.7\text{cm}}$$

Datos de campo de la viga benkelman.

$$D_0 = 0.32 \text{ mm}$$

$$D_R = 0.21 \text{ mm}$$

$$R = 25 \text{ cm}$$

$$A = 10.7 \text{ cm}$$

$$u_0 = 0.40$$

$$h/L_0 = 10$$

$$\frac{D_R}{D_0} = \frac{0.21}{0.32} = 0.5 > 0.426, \text{ Ver tabla 3}$$

Para el r_{50} se obtendrán el coeficientes $1/\alpha$, $1/\beta$ y B de la tabla 3 y reemplazamos estos datos en la ecuación 2.

$$r_{50} = r \frac{(1/\alpha)^{1/\beta - B}}{\left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{D_0}{D_r} - 1 \right) \right]^{1/\beta - B}} \quad \text{ecuación (2)}$$

$$r_{50} = 25 \frac{(2.629)^{0.548} - 0}{\left[2.629 \left(\frac{0.32}{0.21} - 1\right)\right]^{0.548} - 0} = \mathbf{35.63}$$

El valor de r_{50} nos sirve como un dato para tener la longitud característica, y los coeficientes y_0 y m se obtendrán de la tabla 3. Reemplazando en la ecuación 3, se obtiene:

$$L_0 = \frac{y_0 r_{50} + [(y_0 r_{50})^2 - 4mAr_{50}]^{1/2}}{2} \quad \text{ecuación (3)}$$

$$L_0 = \frac{0.602 * 35.63 + [(0.602 * 35.63)^2 - 4 * 0.192 * 10.7 * 35.63]^{1/2}}{2} = \mathbf{17.19}$$

Siguiendo con el ejemplo hallamos el valor de la relación, teniendo un cociente de $\frac{A}{L_0}$, que está dado en la ecuación 4. Además, el coeficiente \bar{m} se obtendrán de la tabla

3. Reemplazando se obtiene:

$$\left(\frac{S_0}{S}\right) = 1 - \bar{m} \left(\frac{A}{L_0} - 0.1\right) \quad \text{ecuación (4)}$$

$$\text{Si } \frac{A}{L_0} < 0.2, \text{ entonces } \left(\frac{S_0}{S}\right) = 1$$

$$\frac{A}{L_0} = \frac{10.7}{17.19} = \mathbf{0.622} > 0.2$$

Entonces:

$$\left(\frac{S_0}{S}\right) = 1 - 0.48 \left(\frac{10.7}{17.19} - 0.1\right) = \mathbf{0.749}$$

Como último paso, reemplazaremos todos estos datos obtenidos anteriormente en la ecuación 1 para obtener el Módulo Resiliente de la subrasante.

$$E_{sg} = I \frac{(1+\mu_0)(3-4\mu_0)}{2(1-\mu_0)} \left[\frac{S_0}{S} \right] \left[\frac{P}{D_0 \times L_0} \right] \quad \text{ecuación (1)}$$

Donde:

$$L_0 = 17.19 \text{ cm}$$

$$D_0 = 0.32 \text{ mm} = 0.032 \text{ cm}$$

$$u_0 = 0.40$$

$$\left(\frac{S_0}{S} \right) = 0.749$$

$$P = 4082 \text{ kg}$$

$$I = 0.1689 \text{ (ver tabla 5)}$$

$$E_{sg} = 0.1689 * \frac{(1+0.40)(3-4*0.40)}{2(1-0.40)} [0.749] \left[\frac{4082}{0.032 \times 17.19} \right]$$

$$E_{sg} = \mathbf{1533.65} \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Finalmente, aplicamos la ecuación 6 para obtener el CBR, se consideró un factor de subrasante del suelo natural de 130, teniendo como dato el módulo resiliente de la subrasante.

$$M_r = K * CBR \quad \text{ecuación (6)}$$

$$CBR = \frac{1533.65}{130} = 11.80\%$$

Es así mediante este método de hogg se obtiene el módulo resiliente de la subrasante con las deflexiones dadas por la VB.

A continuación, se obtiene la tabla de resultados de todas las deflexiones del tramo con geomalla biaxial como refuerzo.

Valor de coeficientes y variables ajustes de curvas caso II)								
R	=	25	A	=	10.7	U	=	0.4
1/α	=	2.629	y0	=	0.602	P	=	4082
1/β	=	0.548	m	=	0.192	I	=	0.1689
B	=	0	M	=	0.48			

Fuente: elaboración propia

D0 - mm	D25 - mm	%	Dr/D0 > 0.426	S.C./N.C.	R50	L0	S0/S	Mrr (kg/cm2)	CBR
0.32	0.21	65.63	0.7	Cumple	35.63	17.19	0.7493	1533.65	11.80
0.64	0.35	54.69	0.5	Cumple	27.71	11.90	0.6164	911.44	7.01
0.57	0.32	56.14	0.6	Cumple	28.62	12.54	0.6385	1005.77	7.74
0.53	0.35	66.04	0.7	Cumple	35.99	17.42	0.7532	918.54	7.07
0.64	0.35	54.69	0.5	Cumple	27.71	11.90	0.6164	911.44	7.01
0.57	0.32	56.14	0.6	Cumple	28.62	12.54	0.6385	1005.77	7.74
0.54	0.32	59.26	0.6	Cumple	30.70	13.96	0.6802	1015.80	7.81
0.55	0.33	60.00	0.6	Cumple	31.22	14.31	0.6892	985.82	7.58
0.51	0.29	56.86	0.6	Cumple	29.09	12.87	0.6488	1113.50	8.57

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6: resultados de modulo resiliente y CBR **GRUPO EXPERIMENTAL**

CARRIL	Mrr (kg/cm2)	CBR %
Lado lzq.	1533.65	11.80
Lado lzq.	911.44	7.01
Lado lzq.	1005.77	7.74
EJE	918.54	7.07
EJE	911.44	7.01
EJE	1005.77	7.74

Lado Der.	1015.80	7.81
Lado Der.	985.82	7.58
Lado Der.	1113.50	8.57

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar los resultados del GRUPO EXPERIMENTAL y si hablamos nivel de modulo resiliente el promedio es de **1044.64 kg/cm²** en el tramo experimental y realizando una correlación respectiva tenemos un **CBR** promedio de **8.04 %**.

Tabla 7: Calculo y resultado de Modulo resiliente y CBR **GRUPO CONTROL**

D0 - mm	D25 - mm	%	Dr/D0 > 0.426	S.C./N.C.	R50	L0	S0/S	Mrr (kg/cm ²)	CBR
0.93	0.56	60.22	0.6	Cumple	31.37	14.42	0.6917	581.01	4.47
0.85	0.48	56.47	0.6	Cumple	28.83	12.69	0.6432	671.58	5.17
0.89	0.52	58.43	0.6	Cumple	30.13	13.58	0.6697	624.12	4.80
0.81	0.44	54.32	0.5	Cumple	27.49	11.74	0.6104	723.02	5.56
0.89	0.56	62.92	0.6	Cumple	33.40	15.75	0.7220	579.88	4.46
0.96	0.59	61.46	0.6	Cumple	32.28	15.02	0.7060	551.43	4.24
0.85	0.48	56.47	0.6	Cumple	28.83	12.69	0.6432	671.58	5.17
0.78	0.48	61.54	0.6	Cumple	32.34	15.06	0.7069	677.76	5.21
0.93	0.52	55.91	0.6	Cumple	28.48	12.44	0.6352	618.20	4.76

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8: resultados de modulo resiliente y CBR **GRUPO CONTROL**

CARRIL	Mrr (kg/cm ²)	CBR %
Lado Izq.	581.01	4.47
Lado Izq.	671.58	5.17
Lado Izq.	624.12	4.80
EJE	723.02	5.56
EJE	579.88	4.46
EJE	551.43	4.24
Lado Der.	671.58	5.17

Lado Der.	677.76	5.21
Lado Der.	618.20	4.76

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar los resultados del GRUPO CONTROL y si hablamos nivel de modulo resiliente el promedio es de **633.18 kg/cm²** en el tramo experimental y realizando una correlación respectiva tenemos un **CBR** promedio de **4.87 %**.

Hoog Simplificado con correlación Método II

es el método de Hoog simplificado propuesto por Del Águila (2007), para ser más precisos este utilizo 2135 pares de datos que fueron analizados mediante una tendencia exponencial demostró mejor ajuste, obteniendo una exactitud $R^2 = 0.992$ que se aproxima al 100% de exactitud.

Se aplica el método para obtener el módulo resiliente con la VB.

Datos:

$$D_0 = 32 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$D_R = 21 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

$$R = 25 \text{ cm}$$

calculamos primero la relación de D_0/D_R :

$$\frac{D_0}{D_R} = \frac{32 \times 10^{-2}}{21 \times 10^{-2}} = \mathbf{1.52}$$

Con este dato obtendremos la longitud de curva R50 mediante la tabulación de la tabla (Anexo A)

Haciendo la interpolación de datos para 25cm se obtuvo el resultado de 1.52:

$$R_{50} = \mathbf{35.75}$$

A continuación, con los datos obtenidos se obtendrá $D_0 \times R_{50}$:

$$D_0 \times R_{50} = 32 \times 35.75 = \mathbf{1144}$$

Finalmente, con este dato obtenemos el módulo resiliente de la subrasante aplicando la siguiente ecuación.

$$E_0 = 1091314.96 (D_0 \times R_{50})^{-0.939}$$

$$E_0 = 1091314.96 (1144)^{-0.939}$$

$$E_0 = \mathbf{1465.85 \text{ kg/cm}^2}$$

Para corroborar este resultado usaremos la tabla (Anexo B), valores tabulados por del Aguila para el cálculo del módulo resiliente de la subrasante, con el $D_0 \times R_{50}$ como dato

$$D_0 \times R_{50} = 1144$$

$$E_0 = \mathbf{1466 \text{ kg/cm}^2}$$

Como último paso obtendremos el CBR con este módulo resiliente se usará un K igual a 130.

$$M_r = K * CBR$$

$$CBR = \frac{1465.85}{130} = \mathbf{11.3\%}$$

Tabla 9: Calculo y resultado de Modulo resiliente y CBR **GRUPO EXPERIMENTAL**

PROGRESIVA	D0-10 [^] - 2mm	D75- 10 [^] 2mm	D0/DR	R50-Tabla	DOXR50	Mrr(kg/cm2)	CBR%
0+001	32	21	1.52	35.75	1144.0	1465.85	11.3
0+002	64	35	1.83	27.7	1772.8	971.54	7.5
0+003	57	32	1.78	28.65	1633.1	1049.41	8.1
0+004	53	35	1.51	36.1	1913.3	904.39	7.0
0+005	64	35	1.83	27.7	1772.8	971.54	7.5
0+006	57	32	1.78	28.65	1633.1	1049.41	8.1
0+007	54	32	1.69	30.65	1655.1	1036.27	8.0
0+008	55	33	1.67	31.15	1713.3	1003.21	7.7
0+009	51	29	1.76	29.05	1481.6	1149.87	8.8

Fuente: elaboración propia

Tabla 10: resultados de modulo resiliente y CBR **GRUPO EXPERIMENTAL**

CARRIL	Mrr (kg/cm2)	CBR %
Lado Izq.	1465.85	11.28
Lado Izq.	971.54	7.47
Lado Izq.	1049.41	8.07
EJE	904.39	6.96
EJE	971.54	7.47
EJE	1049.41	8.07
Lado Der.	1036.27	7.97
Lado Der.	1003.21	7.72
Lado Der.	1149.87	8.85

Fuente: elaboración propia

Se puede observar los resultados del GRUPO EXPERIMENTAL y si hablamos nivel de modulo resiliente el promedio es de **1066.83 kg/cm2** en el tramo experimental y realizando una correlación respectiva tenemos un **CBR** promedio de **8.21 %**.

Tabla 11: Calculo y resultado de Modulo resiliente y CBR **GRUPO CONTROL**

PROGRESIVA	D0-10 [^] - 2mm	D75- 10 [^] 2mm	D0/DR	R50-Tabla	DOXR50	Mrr(kg/cm2)	CBR
0+001	93	56	1.66	31.4	2920.2	608.03	4.68
0+002	85	48	1.77	28.85	2452.3	716.39	5.51
0+003	89	52	1.71	30.15	2683.4	658.30	5.06

0+004	81	44	1.84	27.5	2227.5	784.06	6.03
0+005	89	56	1.59	33.4	2972.6	597.96	4.60
0+006	96	59	1.63	32.2	3091.2	576.40	4.43
0+007	85	48	1.77	28.85	2452.3	716.39	5.51
0+008	78	48	1.63	32.2	2511.6	700.48	5.39
0+009	93	52	1.79	28.45	2645.9	667.05	5.13

Fuente: elaboración propia

RESULTADOS

Se va tomar en este caso el primer método el de Hogg simplificado para realizar nuestras debidas comparaciones.

Tabla 12: Resultados del modulo resiente y CBR **GRUPO EXPERIMENTAL**

CARRIL	Mrr (kg/cm ²)	CBR %
Lado Izq.	1533.65	11.80
Lado Izq.	911.44	7.01
Lado Izq.	1005.77	7.74
EJE	918.54	7.07
EJE	911.44	7.01
EJE	1005.77	7.74
Lado Der.	1015.80	7.81
Lado Der.	985.82	7.58
Lado Der.	1113.50	8.57

Fuente: elaboración propia

Tabla 13: resultados de modulo resiliente y CBR **GRUPO CONTROL**

CARRIL	Mrr (kg/cm ²)	CBR %
Lado Izq.	581.01	4.47
Lado Izq.	671.58	5.17
Lado Izq.	624.12	4.80

EJE	723.02	5.56
EJE	579.88	4.46
EJE	551.43	4.24
Lado Der.	671.58	5.17
Lado Der.	677.76	5.21
Lado Der.	618.20	4.76

Fuente: elaboración propia

Se puede observar los resultados del GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPO CONTROL.

Tabla 14: Se observa los resultados finales.

	GRUPO EXPERIMENTAL	GRUPO CONTROL
Mrr (kg/cm²)	1044.64	633.18
CBR %	8.04	4.87

Fuente: elaboración propia

Tabla 15: mejoras en la subrasante con geomalla biaxial.

MEJORAS EN SUBRASANTE		
Mrr (kg/cm²)	411.46	64.98%
CBR %	3.17	60.57%

Fuente: elaboración propia

V. DISCUSIÓN

PRIMERA DISCUSIÓN

Con respecto a la hipótesis general; los resultados obtenidos nos indican que la geomalla biaxial incide en la subrasante de diseño para pavimentos flexibles, con respecto a la subrasante mejorada solo con relleno de Taparachi. Obteniendo una mejora del 64.98% en el módulo resiliente comparado con el tramo de control que no cuenta con la geomalla biaxial, adicionalmente también mejoro el CBR en un 60.57%. En conclusión, la geomalla biaxial mejora significativamente el módulo resiliente de una subrasante y esto conlleva a mejor respuesta ante cargas cíclicas, reducciones de capas superiores, mayor vida útil de la estructura del pavimento, y menor inversión económica. Dicho esto, los resultados anteriormente mencionados son semejantes a los resultados de (Orrego, 2014) con su investigación titulada Análisis “Técnico-Económico del Uso de Geomallas Como Refuerzo de Bases Granulares en Pavimentos Flexibles” quien realizo tres estructuras una sin reforzar y dos con geomalla biaxial y triaxial respectivamente, pero en este caso hace un diseño utilizando las geomallas en donde tiene como resultado que las dos geomallas reduce los espesores hasta más de un 35% y el costo es menor y se incluye toda la conformación.

Cabe mencionar que los resultados fueron comprobados por haber realizado dos métodos para llegar a una respuesta que no se alejan en los resultados, acompañados también de los resultados de laboratorio, en conclusión, la geomalla biaxial mejora el Módulo resiliente.

SEGUNDA DISCUSIÓN

Con respecto a la hipótesis específica el módulo resiliente aumento más de lo que se tenía previsto, en la hipótesis era de 50% pero en el resultado final fue de 64.98 %, De la investigación de (Gavilanes, 2012) titulada “Diseño De La Estructura Del Pavimento Con Reforzamiento De Geosintéticos Aplicado A Un Tramo De La Carretera Zamhuaba” quien realizo la evaluación de dos estructuras de pavimentos flexibles una reforzada con geomalla biaxial más geotextil y el otro sin reforzar, para realizar la debida evaluación que consta del diseño y periodo de vida del mismo segun sus resultados que obtuvo de la viga benkelman concluye que la estructura reforzada

con geomalla biaxial más geotextil mejora el módulo resiliente, su capacidad de soporte, la vida útil y el costo hasta un 25%.

VI. CONCLUSIÓN

- De los objetivos se concluye que según estudios realizados en laboratorio e IN SITU la geomalla biaxial tiene una incidencia al ser colocado en el terreno de fundación, agregando una capa de relleno granular de la cantera Taparachi de 0.30cm para su conformación y compactación; se ha de mencionar que se realizó este ensayo a escala real tomando en cuenta las normativas peruanas, se concluye que la geomalla biaxial aporta mejoras en el módulo resiliente, por tanto, se puede aducir que la subrasante ha sido mejorada exitosamente.

- De los objetivos específicos, la geomalla biaxial mejora significativamente a la subrasante en 64.98% como se indica en los cuadros anteriores, se corrobora con los ensayos realizados en Laboratorio e IN SITU.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda profundizar esta investigación en la inclusión de la geomalla biaxial en la subrasante de Puno para ser evaluado en la carpeta asfáltica, como también se puede utilizar los geocompuestos, para así analizar el porcentaje de mejoramiento que se tendría, en los suelos de Modulo resiliente bajos, capacidad portante menores al 6%, en suelos blandos, en bofedales y otros tantos tipos de subrasante ya que el universo de suelos que se usan en pavimentos es muy extendido cabe resaltar que hay distintos tipos de geosintéticos por estudiar en las vías .
- Se recomienda probar la geomalla con distintos tipos de espesores para conocer el comportamiento ante las cargas cíclicas, también se puede obtener el resultado de disminución de capas granulares tiempo extendido de vida útil y costos con las geomallas, que no se estudió en esta investigación por ser muy extenso.
- El estudio de investigación se realizó en una pavimentación flexible, se recomienda estudiarla en pavimentos rígidos y mixtos.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, M. P., DANIEL, C. W., PAPIC, G. P., ORÓSTICA, L. C., & DÍAZ, J. A. (2017). *Relación Entre Módulo Resiliente Determinado Mediante Deflectómetro De Impacto Y El De Laboratorio*. 17.

Bathust, R. (2015). *Geosintéticos y sus funciones*. International Geosynthetic Society. <http://www.geosyntheticssociety.org/wp-content/plugins/resources/documents/Functions/Espanol.pdf>

Caballeros, E. (2006). *UTILIZACIÓN DE LA GEOMALLA COMO REFUERZO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO FLEXIBLE*. 168. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2672_C.pdf

Campaña, J., Mata, W., & Mendoza, X. (2011). *Los Geosintéticos Aplicados a Obras de Pavimento Flexible*. Escuela Superior Politécnica Del Litoral.

Coria, C., Hernandez, R., & Garnica, P. (2018). *Teorias para Calcular Esfuerzos, Deformaciones y Deflexiones en Pavimentos Flexibles: Un Enfoque Mecanistica*. (N°72). Documento tecnico. <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/DocumentoTecnico/dt72.pdf>

DEL AGUILA, P. (2007). *Determinacion del modulo resiliente del suelo de Fundacion mediante metodo mecanistico-empirico (metodo hogg simplificado)*. 22.

Del Aguila, P. (2007). *Especificaciones para Control Deflectometrico en Obras de Pavimentacion*. https://www.academia.edu/16167957/DETERMINACION_DEL_MODULO_RESILIENTE_DEL_SUELO_DE_FUNDACION_MEDIANTE_METODO_MECANISTICO_EMPIRICISTA_METODO_HOGG_SIMPLIFICADO

Gavilanes, N. E. (2012). *Diseño De La Estructura Del Pavimento Con Reforzamiento De Geosintéticos Aplicado A Un Tramo De La Carretera Zamhuaba* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6427/9.20.001877.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Geotex. (2010). *Hechos históricos de los geosintéticos*. Geotex geosintéticos. <https://www.geosinteticos.net/historia-los-geosinteticos>

Geotexan. (2012). Historia del Geosintético. 2012, 5. <https://geotexan.com/registro-historico-de-los-geotextiles/#>

GÓMEZ, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*.

Google. (2018). *Tipos de geomallas* [Informativo]. Imágenes de geomallas. https://www.google.com/search?biw=1350&bih=640&tbm=isch&sa=1&ei=x6p0XOn-MNGO5wKBh6iYBw&q=geomallas+UNIAXIALES+BIAXIALES+TRIAXIALES&oq=geomallas+UNIAXIALES+BIAXIALES+TRIAXIALES&gs_l=img.3...60548357.60562270..60562788...0.0..2.618.8481.2-28j2j0j2.....1....1..gws-wiz-img.....0j0i5i30j0i24j0i30.Ph48DLvF-e4#imgrc=T7Pgc6gSYSIn-M:

Herrera, G. (2014). *Determinación del Módulo Resiliente de Diseño de Pavimentos Mediante Criterios ASSTHO 1993 Y 2002* [Universidad de Piura]. https://scholar.google.com.pe/scholar?q=geomallas+en+subrasantes&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar

Hoffman, M., & Del Aguila, P. (1985). *Estudios de Evaluación Estructural de Pavimentos Basados en la Interpretación de Curvas de Deflexiones (Ensayos no Destructivos)*. https://www.academia.edu/15896692/ESTUDIOS_DE_EVALUACION_ESTRUCTUR

Olarte, J. (2015). *Proceso Innovado para Determinar el Espesor de Subrasante Mejorada en Suelos Limo—Arcillosos Aplicado en la Carretera Puente Raither—Puente Paucartambo* [Universidad Nacional de Ingeniería]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_93fc557a56fce2a2bf99066045e283ac#details

Orrego, D. A. (2014). *Análisis Técnico-Económico del Uso de Geomallas Como Refuerzo de Bases Granulares en Pavimentos Flexibles*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Otani, J., & Palmeira, E. M. (2018). *Geosintéticos en el terraplenado sobre suelos blandos-igs.pdf*. 1(1), 2. Pdf. <https://www.geosyntheticssociety.org/wp-content/plugins/resources/documents/Embankment/Espanol.pdf>

Palmeira, E. M. (2016). *Geosintéticos en la ingeniería de caminos*. International Geosynthetic Society. <https://www.geosyntheticssociety.org/wp-content/plugins/resources/documents/Road%20Engineering/Espanol.pdf>

Palmeira, E. M. (2018). *Geosintéticos en vías no pavimentadas*. International Geosynthetic Society. <https://www.geosyntheticssociety.org/wp-content/plugins/resources/documents/Unpaved%20Roads/Espanol.pdf>

Papagianakis, A., & Masad, E. (2007). *Pavement design and materials*. Copyright. https://www.google.com/search?q=papagiannakis&rlz=1C1RLNS_esPE930PE930&sxsrf=ALeKk03YwRU9g1-Sy0V9VFNh9hUCt_Tmkw:1615137130855&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=otEIOgAF5YtOZM%252CWe7oN8DVFY5lgM%252C_&vet=1&usg=AI4_-kT0DMnz25q18K050jFJdEOc4m016w&sa=X&ved=2ahUKEwjSusrX1p7vAhXwGbkGHwtwBCIQ9QF6BAGEEAE#imgrc=otEIOgAF5YtOZM

Pavco, G. (2009). *Manual de diseño con Geosintéticos* (Octava edición, Vol. 1). Zetta comunicaciones S.A.

Pavco, G. (2012). *Manual de diseño con geosintéticos novena edición* (Novena, Vol. 1). Norte gráfico. <https://es.scribd.com/document/373419149/Manual-de-Diseño-Geosintéticos-PAVCO>

Perez, A., Garnica, P., & Gómez, J. (2004). *Uso y calibración de Deflectómetros de Impacto en La Evaluación Estructural de Pavimentos*. <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt252.pdf>

Perez, S., & Almazora, D. (2017). *Uso de Geogrillas para mejoramiento de caminos y subrasantes*. XIII Congreso Argentino de vialidad y tránsito, Argentina. <http://www.tecnex-sa.com/Boletines/Bolet%25EDn%20004-01.pdf>

Pilvatec. (2018). *Geodren* [Presentación de productos]. Geosintéticos pilvatec. <http://www.geosinteticos.com/geodren.html>

Quiminet. (2018). Tipos de geosintéticos y sus diversas aplicaciones.docx. 2010, 1, 6. <https://www.quiminet.com/articulos/tipos-de-geosinteticos-y-sus-diversas-aplicaciones-43030.htm>

Raul, D. (2016). *Clasificación de Geosintéticos*. Universidad de Brasilia. <https://www.geosyntheticssociety.org/wp-content/plugins/resources/documents/Classification/Espanol.pdf>

Santillán, D. (2010). *Materiales Geosintéticos: La Estabilización del Terreno*. 2010, 1, 22. <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Santillan-Materiales-Geosinteticos-la-estabilizacion-del-terreno-ok.pdf>

Supo, J. (2012). *Seminarios de Investigación científica*.

Tensor. (2016). *Información General de los Sistemas*. Tensor Earth Technologies. <https://www.tensarcorp.com/Sistemas-y-productos/Tensar-Biaxial-BX-geogrids>

Tensar, E. (s. f.). *Sistemas para Pavimentos Mejoramiento de Subrasantes: Construccion Sobre Suelos Blandos*. Tensar Earth Technologies.

VARGAS, Z. R. (2009). La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista Educación*, 33(1), 155.
<https://doi.org/10.15517/revedu.v33i1.538>

Vera, M. (2011). *Desarrollo de un Procedimiento Para la Evaluacion de Pavimentos Flexibles Basado en la Medicion de Deflecciones con Viga Benkelman. Caso de Estudio: Carretera Lodana—Sucre de 13.67km*. [Universidad Tecnica de Manabi Centro de Estudios de Posgrado U.T.M.].
http://186.46.160.229/bitstream/123456789/11743/1/CEPGDIE_201100174.pdf

Vidal, M., Nahon. (2002). *Optimizar Costos en Carreteras Aplicando el Sistema de Refuerzo con Geomallas*. Universidad Nacional de Ingenieria.

ANEXOS

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=18a-1535004812&student_user=18&lang=es&u=1115001054

feedback studio Cliritza Magna Cahuapaza Condori Incidencia de la geomalla biaxial en el módulo resiliente de la subrasante de diseño para pavimentos flexibles Pun...

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
"Incidencia de la geomalla biaxial en el módulo resiliente de la subrasante de diseño para pavimentos flexibles Puno 2020"

AUTORA:
Cliritza Magna, Cahuapaza Condori (ORCID: 0000-0002-4306-9660)

ASESOR:
Dr. Cancho Zúñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

Resumen de coincidencias

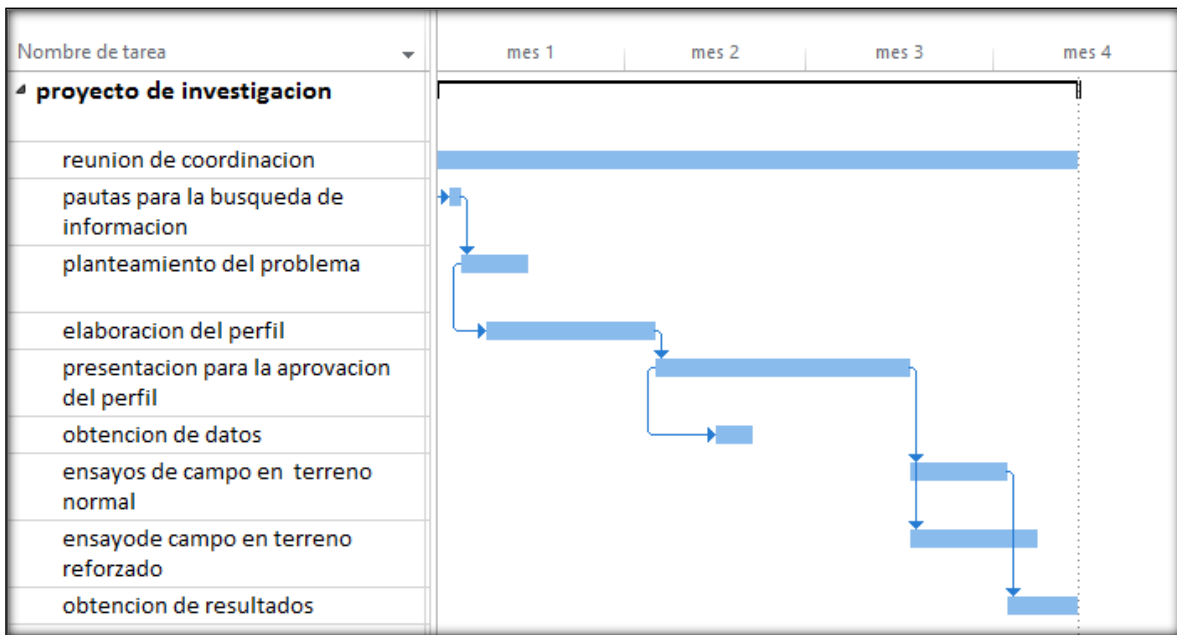
9 %

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	1 %
2	edoc.pub Fuente de Internet	1 %
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	revistas.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
7	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	pirhua.uddep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
9	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %

Página: 1 de 73 Número de palabras: 11740 Text-only Report | High Resolution Activado

05:10 20/03/2021

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO



TABLAS

DO/DR	R5 (cm)								
	R=20cm	R=30cm	R=40cm	R=50cm	R=60cm	R=70cm	R=80cm	R=90cm	R=100cm
1.25	42.8	64.1	85.5	106.9	128.3	149.6	171.0	192.4	213.8
1.26	41.8	62.8	83.7	104.6	125.5	146.5	167.4	188.3	209.2
1.27	41.0	61.5	82.0	102.5	123.0	143.5	163.9	184.4	204.9
1.28	40.2	60.3	80.4	100.4	120.5	140.6	160.7	180.8	200.9
1.29	39.4	59.1	78.8	98.4	118.2	137.9	157.7	177.4	197.1
1.30	38.7	58.0	77.4	96.7	116.1	135.4	154.7	174.1	193.4
1.31	38.0	57.0	76.0	95.0	114.0	133.0	152.0	171.0	190.0
1.32	37.3	56.0	74.7	93.4	112.0	130.7	149.4	168.0	186.7
1.33	36.7	55.1	73.4	91.8	110.2	128.5	146.9	165.2	183.6
1.34	36.1	54.2	72.2	90.3	108.4	126.4	144.5	162.6	180.6
1.35	35.6	53.3	71.1	88.9	106.7	124.4	142.2	160.0	177.8
1.36	35.0	52.5	70.0	87.5	105.0	122.5	140.0	157.5	175.0
1.37	34.5	51.7	69.0	86.2	103.5	120.7	137.9	155.2	172.4
1.38	34.0	51.0	68.0	85.0	102.0	119.0	135.9	152.9	169.9
1.39	33.5	50.3	67.0	83.8	100.5	117.3	134.0	150.8	167.5
1.40	33.0	49.6	66.1	82.6	99.1	115.7	132.2	148.7	165.2
1.41	32.6	48.9	65.2	81.5	97.8	114.1	130.4	146.7	163.0
1.42	32.2	48.3	64.3	80.4	96.5	112.6	128.7	144.8	160.9
1.43	31.8	47.6	63.5	79.4	95.3	111.2	127.0	142.9	158.8
1.44	31.4	47.0	62.7	78.4	94.1	109.8	125.5	141.1	156.8
1.45	31.0	46.5	62.0	76.5	92.9	108.4	123.9	139.4	154.9
1.46	30.6	45.9	61.2	75.6	91.8	107.1	122.4	137.7	153.0
1.47	30.2	45.4	60.5	74.8	90.7	105.9	121.0	136.1	151.2
1.48	29.9	44.9	59.8	73.9	89.7	104.7	119.6	134.6	149.5
1.49	29.6	44.4	59.1	73.1	88.7	103.5	118.3	133.1	147.8
1.50	29.2	43.9	58.5	72.3	87.7	102.3	117.0	131.6	146.2
1.51	28.9	43.4	57.9	71.5	86.8	101.2	115.7	130.2	144.6
1.52	28.6	42.9	57.2	70.8	85.9	100.2	114.5	128.8	143.1
1.53	28.3	42.5	56.6	70.1	85.0	99.1	113.3	127.4	141.6
1.54	28.0	42.1	56.1	69.4	84.1	98.1	112.1	126.2	140.2
1.55	27.8	41.6	55.5	68.7	83.3	97.1	111.0	124.9	138.8
1.56	27.5	41.2	55.0	68.0	82.4	96.2	109.9	123.7	137.4
1.57	27.2	40.8	54.4	67.4	81.6	95.3	108.9	122.5	143.1
1.58	27.0	40.4	53.9	66.8	80.9	94.3	107.8	131.3	134.8
1.59	26.7	40.1	53.4	66.2	80.1	93.5	106.8	120.2	133.5
1.60	26.5	39.7	52.9	65.6	79.4	92.6	105.8	119.1	132.3
1.61	26.2	39.3	52.4	65.0	78.7	91.8	104.9	118.0	131.1
1.62	26.0	39.0	52.0	64.4	78.0	91.0	104.0	117.0	129.9
1.63	25.8	38.6	51.5	63.9	77.3	90.2	103.1	115.9	128.8
1.64	25.5	38.3	51.1	63.3	76.6	89.4	102.2	114.9	127.7
1.65	25.3	38.0	50.7	62.8	76.0	88.6	101.3	114.0	126.6
1.66	25.1	37.7	50.2	62.3	75.3	87.9	100.5	113.0	125.6

1.67	24.9	37.4	49.8	62.3	74.7	87.2	99.6	112.1	124.5
1.68	24.7	37.1	49.4	61.8	74.1	86.5	98.8	111.2	123.5
1.69	24.5	36.8	49.0	61.3	73.5	85.8	98.0	110.3	122.5
1.70	24.3	36.5	48.6	60.8	73.0	85.1	97.3	109.4	121.6
1.71	24.1	36.2	48.3	60.3	72.4	84.5	96.5	108.6	120.6
1.72	23.9	35.9	47.9	59.9	71.8	83.8	95.8	107.8	119.7
1.73	23.8	35.6	47.5	59.4	71.3	83.2	95.1	106.9	118.8
1.74	23.6	35.4	47.2	59.0	70.8	82.6	94.4	106.1	117.9
1.75	23.4	35.1	46.8	58.5	70.2	82.0	93.7	105.4	117.1
1.76	23.2	34.9	46.5	58.1	69.7	81.4	93.0	104.6	116.2
1.77	23.1	34.6	46.2	57.7	69.2	80.8	92.3	103.9	115.4
1.78	22.9	34.4	45.8	57.3	68.6	80.2	91.7	103.1	114.6
1.79	22.8	34.1	45.5	56.9	68.3	79.7	91.0	102.4	113.8
1.80	22.6	33.9	45.2	56.5	67.8	79.1	90.4	101.7	113.0
1.81	22.4	33.7	44.9	56.1	67.3	78.6	89.8	101.0	112.2
1.82	22.3	33.4	44.6	55.7	66.9	78.0	89.2	100.3	111.5
1.83	22.2	33.2	44.3	55.4	66.5	77.5	88.6	99.7	110.8
1.84	22.0	33.0	44.0	55.0	66.0	77.0	88.0	99.0	110.0
1.85	21.9	32.8	43.7	54.7	65.6	76.5	87.5	98.4	109.3
1.86	21.7	32.6	43.4	54.3	65.2	76.0	86.9	97.8	108.6
1.87	21.6	32.4	43.2	54.0	64.8	75.6	86.3	97.1	107.9
1.88	21.5	32.2	42.9	53.6	64.4	75.1	85.8	96.5	107.3
1.89	21.3	32.0	42.6	53.3	64.0	74.6	85.3	95.9	106.6
1.90	21.2	31.8	42.4	53.0	63.6	74.2	84.8	95.3	105.9
1.91	21.1	31.6	42.1	52.7	63.2	73.7	84.2	94.8	105.3
1.92	20.9	31.4	41.9	52.3	62.8	73.3	83.7	94.2	104.7
1.93	20.8	31.2	41.6	52.0	62.4	72.8	83.2	93.7	104.1

D0/DR	R5 (cm)								
	R=20cm	R=30cm	R=40cm	R=50cm	R=60cm	R=70cm	R=80cm	R=90cm	R=100cm
1.94	20.7	31.0	41.4	51.7	62.1	72.4	82.8	93.1	103.4
1.95	20.6	30.9	41.1	51.4	61.7	72.0	82.3	92.6	103.9
1.96	20.5	30.7	40.9	51.1	61.4	71.6	81.8	92.0	102.3
1.97	20.3	30.5	40.7	50.8	61.0	71.2	81.3	91.5	101.7
1.98	20.2	30.3	40.4	50.6	60.7	70.8	80.9	91.0	101.1
1.99	20.1	30.2	40.2	50.3	60.3	70.4	80.4	90.5	100.6
2.00	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0
2.01	19.9	29.8	39.8	49.7	59.7	69.6	79.6	89.5	99.5
2.02	19.8	29.7	39.6	49.5	59.4	69.2	79.1	89.0	98.9
2.03	19.7	29.5	39.4	49.2	59.0	68.9	78.7	88.6	98.4
2.04	19.6	29.4	39.1	48.8	58.7	68.5	78.3	88.1	97.9
2.05	19.5	29.2	38.9	48.7	58.4	68.2	77.9	87.6	97.4
2.06	19.4	29.1	38.7	48.4	58.1	67.8	77.5	87.2	96.9
2.07	19.3	28.9	38.5	48.2	57.8	67.5	77.1	86.7	96.4
2.08	19.2	28.8	38.3	47.9	57.5	67.1	76.7	86.3	95.9

2.09	19.1	28.6	38.2	47.7	57.2	66.8	76.3	85.8	95.4
2.10	19.0	28.5	38.0	47.5	56.9	66.4	75.9	85.4	94.9
2.11	18.9	28.3	37.8	47.2	56.7	66.1	75.6	85.0	94.4
2.12	18.8	28.2	37.6	47.0	56.4	65.8	75.2	84.6	94.0
2.13	18.7	28.1	37.4	46.8	56.1	65.5	74.8	84.2	93.5
2.14	18.6	27.9	37.2	46.5	55.8	65.1	74.5	83.8	93.1
2.15	18.5	27.8	37.1	46.3	55.6	64.8	74.1	83.4	92.6
2.16	18.4	27.7	36.9	46.1	55.3	64.5	73.8	83.0	92.2
2.17	18.4	27.5	36.7	45.9	55.1	64.2	73.4	82.6	91.8
2.18	18.3	27.4	36.5	45.7	54.8	63.9	73.1	82.2	91.3
2.19	18.2	27.3	36.4	45.5	54.5	63.6	72.7	81.8	90.9
2.20	18.1	27.1	36.2	45.2	54.3	63.3	72.4	81.4	90.5
2.21	18.0	27.0	36.0	45.0	54.0	63.1	72.1	81.1	90.1
2.22	17.9	26.9	35.9	44.8	53.8	62.8	71.7	80.7	89.7
2.23	17.9	26.8	35.7	44.6	53.6	62.5	71.4	80.3	89.3
2.24	17.8	26.7	35.6	44.4	53.3	62.2	71.1	80.0	88.9
2.25	17.7	26.5	35.4	44.2	53.1	61.9	70.8	79.6	88.5
2.26	17.6	26.4	35.2	44.1	52.9	61.7	70.5	79.3	88.1
2.27	17.5	26.3	35.1	43.9	52.6	61.4	70.2	79.0	87.7
2.28	17.5	26.2	34.9	43.7	52.4	61.1	69.9	78.6	87.3
2.29	17.4	26.1	34.8	43.5	52.2	60.9	69.6	78.3	87.0
2.30	17.3	26.0	34.6	43.3	52.0	60.6	69.3	77.9	86.6
2.31	17.2	25.9	34.5	43.1	51.7	60.4	69.0	77.6	86.2
2.32	17.2	25.8	34.4	42.9	51.5	60.1	68.7	77.3	85.9
2.33	17.1	25.7	34.2	42.8	51.3	59.9	68.4	77.0	85.5
2.34	17.0	25.6	34.1	42.6	51.1	59.6	68.1	76.7	85.2
2.35	17.1	25.6	34.2	42.7	51.3	59.8	68.3	76.9	85.4
2.36	17.0	25.5	34.0	42.6	51.1	59.6	68.1	76.6	85.1
2.37	17.0	25.4	33.9	42.4	50.9	59.4	67.8	76.3	84.8
2.38	16.9	25.3	33.8	42.2	50.7	59.1	67.6	76.0	84.5
2.39	16.8	25.3	33.7	42.1	50.5	58.9	67.3	75.8	84.2
2.40	16.8	25.2	33.6	41.9	50.3	58.7	67.1	75.5	83.9
2.41	16.7	25.1	33.4	41.8	50.2	58.5	66.9	75.2	83.6
2.42	16.7	25.0	33.3	41.6	50.0	58.3	66.6	75.0	83.3
2.43	16.6	24.9	33.2	41.5	49.8	58.1	66.4	74.7	83.0
2.44	16.5	24.8	33.1	41.4	49.6	57.9	66.2	74.5	82.7
2.45	16.5	24.7	33.0	41.2	49.5	57.7	66.0	74.2	82.4
2.46	16.4	24.7	32.9	41.1	49.3	57.5	65.7	74.0	82.2
2.47	16.4	24.6	32.8	40.9	49.1	57.3	65.5	73.7	81.9
2.48	16.3	24.5	32.7	40.8	49.0	57.1	65.3	73.5	81.6
2.49	16.3	24.4	32.5	40.7	48.8	57.0	65.1	73.2	81.4
2.50	16.2	24.3	32.4	40.5	48.7	56.8	64.9	73.0	81.1
2.51	16.2	24.3	32.3	40.4	48.5	56.6	64.7	72.8	80.8
2.52	16.1	24.2	32.2	40.3	48.3	56.4	64.5	72.5	80.6
2.53	16.1	24.1	32.1	40.2	48.2	56.2	64.3	72.3	80.3

2.54	16.0	24.0	32.0	40.0	48.0	56.0	64.1	72.1	80.1
2.55	16.0	23.9	31.9	39.9	47.9	55.9	63.9	71.8	79.8
2.56	15.9	23.9	31.8	39.8	47.7	55.7	63.7	71.8	79.6
2.57	15.9	23.8	31.7	39.7	47.6	55.5	63.5	71.4	79.3
2.58	15.8	23.7	31.6	39.5	47.5	55.4	63.3	71.2	79.1
2.59	15.8	23.7	31.5	39.4	47.3	55.2	63.1	71.0	78.9
2.60	15.7	23.6	31.4	39.3	47.2	55.0	62.9	70.8	78.6
2.61	15.7	23.5	31.4	39.2	47.0	54.9	62.7	70.5	78.4
2.62	15.6	23.4	31.3	39.1	46.9	54.7	62.5	70.3	78.2

D0/DR	R5 (cm)								
	R=20cm	R=30cm	R=40cm	R=50cm	R=60cm	R=70cm	R=80cm	R=90cm	R=100cm
2.63	15.6	23.4	31.2	39.0	46.8	54.5	62.3	70.1	77.9
2.64	15.5	23.3	31.1	38.8	46.6	54.4	62.2	69.9	77.7
2.65	15.5	23.2	31.0	38.7	46.5	54.2	62.0	69.7	77.5
2.66	15.5	23.2	30.9	38.6	46.4	54.1	61.8	69.5	77.3
2.67	15.4	23.1	30.8	38.5	46.2	53.9	61.6	69.3	77.0
2.68	15.4	23.0	30.7	38.4	46.1	53.8	61.5	69.1	76.8
2.69	15.3	23.0	30.6	38.3	46.0	53.6	61.3	68.9	76.6
2.70	15.3	22.9	30.6	38.2	45.8	53.5	61.1	68.8	76.4
2.71	15.2	22.9	30.5	38.1	45.7	53.3	60.9	68.6	76.2
2.72	15.2	22.8	30.4	38.0	45.6	53.2	60.8	68.4	76.0
2.73	15.2	22.7	30.3	37.9	45.5	53.0	60.6	68.2	75.8
2.74	15.1	22.7	30.2	37.8	45.3	52.9	60.5	68.0	75.8
2.75	15.1	22.6	30.1	37.7	45.2	52.8	60.3	67.8	75.4
2.76	15.0	22.6	30.1	37.6	45.1	52.6	60.1	67.7	75.2
2.77	15.0	22.5	30.0	37.5	45.0	52.5	60.0	67.5	75.0
2.78	15.0	22.4	29.9	37.4	44.9	52.3	59.8	67.3	74.8
2.79	14.9	22.4	29.8	37.3	44.7	52.2	59.7	67.1	74.8
2.80	14.9	22.3	29.8	37.2	44.6	52.1	59.5	67.0	74.4
2.81	14.8	22.3	29.7	37.1	44.5	51.9	59.4	66.8	74.2
2.82	14.8	22.2	29.6	37.0	44.4	51.8	59.2	66.6	74.0
2.83	14.8	22.1	29.5	36.9	44.3	51.7	59.1	66.4	73.8
2.84	14.7	22.1	29.5	36.8	44.2	51.5	58.9	66.3	73.6
2.85	14.7	22.0	29.4	36.7	44.1	51.4	58.8	66.1	73.5
2.86	14.7	22.0	29.3	36.6	44.0	51.3	58.6	65.9	73.3
2.87	14.6	21.9	29.2	36.5	43.9	51.2	58.5	65.8	73.1
2.88	14.6	21.9	29.2	36.5	43.8	51.0	58.3	65.6	72.9
2.89	14.5	21.8	29.1	36.4	43.6	50.9	58.2	65.5	72.7
2.90	14.5	21.8	29.0	36.3	43.5	50.8	58.1	65.3	72.6
2.91	14.5	21.7	29.0	36.2	43.4	50.7	57.9	65.2	72.4
2.92	14.4	21.7	28.9	36.1	43.3	50.6	57.8	65.0	72.2
2.93	14.4	21.6	28.8	36.0	43.2	50.4	57.6	64.8	72.1
2.94	14.4	21.6	28.8	35.9	43.1	50.3	57.5	64.7	71.9
2.95	14.3	21.5	28.7	35.9	43.0	50.2	57.4	64.5	71.7
2.96	14.3	21.5	28.6	35.8	42.9	50.1	57.2	64.4	71.6


2.97	14.3	21.4	28.6	35.7	42.8	50.0	57.1	64.2	71.4
2.98	14.2	21.4	28.5	35.6	42.7	49.9	57.0	64.1	71.2
2.99	14.2	21.3	28.4	35.5	42.6	49.7	56.9	64.0	71.1
3.00	14.2	21.3	28.4	35.5	42.5	49.6	56.7	63.8	70.9
3.01	14.1	21.2	28.3	35.4	42.4	49.5	56.6	63.7	70.7
3.02	14.1	21.2	28.2	35.3	42.4	49.4	56.5	63.5	70.6
3.03	14.1	21.1	28.2	35.2	42.3	49.3	56.3	63.4	70.4
3.04	14.1	21.1	28.1	35.1	42.2	49.2	46.2	63.2	70.3
3.05	14.0	21.0	28.0	35.1	42.1	49.1	56.1	63.1	70.1
3.06	14.0	21.0	28.0	35.0	42.0	49.0	56.0	63.0	70.0
3.07	14.0	20.9	27.9	34.9	41.9	48.9	55.9	62.8	69.8
3.08	13.9	20.9	27.9	34.8	41.8	48.8	55.7	62.7	69.7
3.09	13.9	20.9	27.8	34.8	41.7	48.7	55.6	62.6	69.5
3.10	13.9	20.8	27.7	34.7	41.6	48.6	55.5	62.4	69.4
3.11	13.8	20.8	27.7	34.6	41.5	48.5	55.4	62.3	69.2
3.12	13.8	20.7	27.6	34.5	41.4	48.4	55.3	62.2	69.1
3.13	13.8	20.7	27.6	34.5	41.4	48.3	55.2	62.0	68.9
3.14	13.8	20.6	27.5	34.4	41.3	48.2	55.0	61.9	68.8
3.15	13.7	20.6	27.5	34.3	41.2	48.1	54.9	61.8	68.7
3.16	13.7	20.6	27.4	34.3	41.1	48.0	54.8	61.7	68.5
3.17	13.7	20.5	27.3	34.2	41.0	47.9	54.7	61.5	68.4
3.18	13.6	20.5	27.3	34.1	40.9	47.8	54.6	61.4	68.2
3.19	13.6	20.4	27.2	34.0	40.9	47.7	54.5	61.3	68.1
3.20	13.6	20.4	27.2	34.0	40.8	47.6	54.4	61.2	68.0
3.21	13.6	20.3	27.1	33.9	40.7	47.5	54.3	61.0	67.8
3.22	13.5	20.3	27.1	33.8	40.6	47.4	54.2	60.9	67.7
3.23	13.5	20.3	27.0	33.8	40.5	47.3	54.0	60.8	67.6
3.24	13.5	20.2	27.0	33.7	40.5	47.2	53.9	60.7	67.4
3.25	13.5	20.2	26.9	33.6	40.4	47.1	53.8	60.6	67.3
3.26	13.4	20.1	26.9	33.6	40.3	47.0	53.7	60.4	67.2
3.27	13.4	20.1	26.8	33.5	40.2	46.9	53.6	60.3	67.0
3.28	13.4	20.1	26.8	33.5	40.1	46.8	53.5	60.2	66.9
3.29	13.4	20.0	26.7	33.4	40.1	46.7	53.4	60.1	66.8
3.30	13.3	20.0	26.7	33.3	40.0	46.7	53.3	60.0	66.7
3.31	13.3	20.0	26.6	33.3	39.9	46.6	53.2	59.9	66.5

DO/DR	R5 (cm)								
	R=20cm	R=30cm	R=40cm	R=50cm	R=60cm	R=70cm	R=80cm	R=90cm	R=100cm
3.32	13.3	19.9	26.6	33.2	39.8	46.5	53.1	59.8	66.4
3.33	13.3	19.9	26.5	33.1	39.8	46.4	53.0	59.7	66.3
3.34	13.2	19.8	26.5	33.1	39.7	46.3	52.9	59.5	66.2
3.35	13.2	19.8	26.4	33.0	39.6	46.2	52.8	59.4	66.0
3.36	13.2	19.8	26.4	33.0	39.5	46.1	52.7	59.3	65.9
3.37	13.2	19.7	26.3	32.9	39.5	46.1	52.6	59.2	65.8
3.38	13.1	19.7	26.3	32.8	39.4	46.0	52.5	59.1	65.7
3.39	13.1	19.7	26.2	32.8	39.3	45.9	52.4	59.0	65.6

3.40	13.1	19.6	26.2	32.7	39.3	45.8	52.4	58.9	65.4
3.41	13.1	19.6	26.1	32.7	39.2	45.7	52.3	58.8	65.3
3.42	13.0	19.6	26.1	32.6	39.1	45.6	52.2	58.7	65.2
3.43	13.0	19.5	26.0	32.5	39.1	45.6	52.1	58.6	65.1
3.44	13.0	19.5	26.0	32.5	39.0	45.5	52.0	58.5	65.0
3.45	13.0	19.5	25.9	32.4	38.9	45.4	51.9	58.4	64.9
3.46	12.9	19.4	25.9	32.4	38.8	45.3	51.8	58.3	64.7
3.47	12.9	19.4	25.9	32.3	38.8	45.2	51.7	58.2	64.6
3.48	12.9	19.4	25.8	32.3	38.7	45.2	51.6	58.1	64.5
3.49	12.9	19.3	25.8	32.2	38.6	45.1	51.5	58.0	64.5
3.50	12.9	19.3	25.7	32.2	38.6	45.0	51.4	57.9	64.3
3.51	12.8	19.3	25.7	32.1	38.5	44.9	51.4	57.8	64.2
3.52	12.8	19.2	25.6	32.0	38.5	44.9	51.3	57.7	64.1
3.53	12.8	19.2	25.6	32.0	38.4	44.8	51.2	57.6	64.0
3.54	12.8	19.2	25.5	31.9	38.3	44.7	51.1	57.5	63.9
3.55	12.8	19.1	25.5	31.9	38.3	44.6	51.0	57.4	63.8
3.56	12.7	19.1	25.5	31.8	38.2	44.6	50.9	57.3	63.7
3.57	12.7	19.1	25.4	31.8	38.1	44.5	50.8	57.2	63.6
3.58	12.7	19.0	25.4	31.7	38.1	44.4	50.8	57.1	63.4
3.59	12.7	19.0	25.3	31.7	38.0	44.3	50.7	57.0	63.3
3.60	12.6	19.0	25.3	31.6	37.9	44.2	50.6	56.9	63.2
3.61	12.6	18.9	25.3	31.6	37.9	44.2	50.5	56.8	63.1
3.62	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.4	56.7	63.0
3.63	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.3	56.6	62.9
3.64	12.6	18.9	25.1	31.4	37.7	44.0	50.3	56.6	62.8
3.65	12.5	18.8	25.1	31.4	37.6	43.9	50.2	56.5	62.7
3.66	12.5	18.8	25.1	31.3	37.6	43.8	50.1	56.4	62.6
3.67	12.5	18.8	25.0	31.3	37.5	43.8	50.0	56.3	62.5
3.68	12.5	18.7	25.0	31.2	37.5	43.7	50.0	56.2	62.4
3.69	12.5	18.7	24.9	31.2	37.4	43.6	49.9	56.1	62.3
3.70	12.4	18.7	24.9	31.1	37.3	43.6	49.8	56.0	62.2
3.71	12.4	18.6	24.9	31.1	37.3	43.5	49.7	55.9	62.1
3.72	12.4	18.6	24.8	31.0	37.2	43.4	49.6	55.8	62.1
3.73	12.4	18.6	24.8	31.0	37.2	43.4	49.6	55.8	62.0
3.74	12.4	18.6	24.7	30.9	37.1	43.3	49.5	55.7	61.9
3.75	12.4	18.5	24.7	30.9	37.1	43.2	49.4	55.6	61.8
3.76	12.3	18.5	24.7	30.8	37.0	43.2	49.3	55.5	61.7
3.77	12.3	18.5	24.6	30.8	37.0	43.1	49.3	55.4	61.6
3.78	12.3	18.4	24.6	30.7	36.9	43.0	49.2	55.3	61.5
3.79	12.3	18.4	24.6	30.7	36.8	43.0	49.1	55.3	61.4
3.80	12.3	18.4	24.5	30.7	36.8	42.9	49.0	55.2	61.3
3.81	12.2	18.4	24.5	30.6	36.7	42.9	49.0	55.1	61.2
3.82	12.2	18.3	24.5	30.6	36.7	42.8	48.9	55.0	61.1
3.83	12.2	18.3	24.4	30.5	36.6	42.7	48.8	54.9	61.0
3.84	12.2	18.3	24.4	30.5	36.6	42.7	48.8	54.9	60.9
3.85	12.2	18.3	24.3	30.4	36.5	42.6	48.7	54.8	60.9

3.86	12.2	18.2	24.3	30.4	36.5	42.5	48.6	54.7	60.8
3.87	12.1	18.2	24.3	30.3	36.4	42.5	48.5	54.6	60.7
3.88	12.1	18.2	24.2	30.3	36.4	42.4	48.5	54.5	60.6
3.89	12.1	18.2	24.2	30.3	36.3	42.4	48.4	54.5	60.5
3.90	12.1	18.1	24.2	30.2	36.3	42.3	48.3	54.4	60.4
3.91	12.1	18.1	24.1	30.2	36.2	42.2	48.3	54.3	60.3
3.92	12.1	18.1	24.1	30.1	36.2	42.2	48.2	54.2	60.3
3.93	12.0	18.1	24.1	30.1	36.1	42.1	48.1	54.2	60.2
3.94	12.0	18.0	24.0	30.0	36.0	42.1	48.1	54.1	60.1
3.95	12.0	18.0	24.0	30.0	36.0	42.0	48.0	54.0	60.0
3.96	12.0	18.0	24.0	30.0	35.9	41.9	47.9	53.9	59.9
3.97	12.0	17.9	23.9	29.9	35.9	41.9	47.9	53.8	59.8
3.98	11.9	17.9	23.9	29.9	35.8	41.8	47.8	53.8	59.7
3.99	11.9	17.9	23.9	29.8	35.8	41.8	47.7	53.7	59.7
4.00	11.9	17.9	23.9	29.8	35.8	41.7	47.7	53.6	59.6

PANEL FOTOGRAFICO

<u>P- 001</u>			
			
Ubicación	Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca Universidad: UANCV	Fecha	2021
Descripción	Trazo para el área de trabajo.		

<u>P- 002</u>			
			
Ubicación	Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca Universidad: UANCV	Fecha	2021
Descripción	Eliminación de la vegetación realizando un corte de 0.30m.		

P- 003

Ubicación	Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca Universidad: UANCV	Fecha	2021
Descripción	Relleno con material de préstamo de la cantera Taparachi hasta un espesor de 0.30m, en el tramo de control.		

P- 004

Ubicación	Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca Universidad: UANCV	Fecha	2021
Descripción	Colocado de la geomalla biaxial, utilizando calvos para su sujeción, relleno con material de préstamo pasante de la malla de 3\"/>		

P- 005**Ubicación**

Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca
 Universidad: UANCV

Fecha

2021

Descripción

Relleno con material de préstamo sobre la geomalla biaxial entre el suelo de fundación y el relleno de la cantera Taparachi.

P- 006**Ubicación**

Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca
 Universidad: UANCV


Fecha

2021


Descripción

Extendido de material granular uniformemente en la subrasante $e=0.30\text{m}$, con la ayuda del nivel de ingeniero.

P- 007

			
Ubicación	Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca Universidad: UANCV	Fecha	2021
Descripción	Humectación del material granular, con la cisterna.		

P- 008

			
Ubicación	Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca Universidad: UANCV	Fecha	2021
Descripción	Conformación y compactación del material granular, en la subrasante de diseño.		

P- 009



Ubicación

Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca
Universidad: UANCV

Fecha

2021

Descripción

Humectación del material granular, el agua utilizada es limpia de impurezas.

P- 010



Ubicación

Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca
Universidad: UANCV

Fecha

2021

Descripción

Ensayo IN SITU cono de arena.

P- 011



Ubicación

Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca
Universidad: UANCV

Fecha

2021

Descripción

ensayo IN SITU, instrumentos a utilizar para el ensayo viga benkelman.

P- 012



Ubicación

Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca
Universidad: UANCV

Fecha

2021

Descripción

Trazo de puntos a tomar datos con la viga benkelman, considerando el área de trabajo de quipo y volquete.

P- 013



Ubicación

Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca
Universidad: UANCV

Fecha

2021

Descripción

Toma de deflexiones con la viga benkelman.

P- 014



Ubicación

Dep.: Puno – Prov.: San Román – Dist.: Juliaca
Universidad: UANCV


Fecha

2021

Descripción

Lectura de la viga benkelman.

ENSAYOS DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM - D-2210 - MTC E 100

CODIGO DE INFORME
GCT - ECH - 659
pagina 1 de 1

PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BIAXIAL EN EL MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO 2020"

SOLICITANTE : BACH. CLIRITZA MAGNA CAHUJAPAZA CONDORI

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. SOLICITUD : 2021-02-24
F. EJECUCION : 2021-02-27
ELABORADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS DE LA MUESTRA


TRAMO : ---	ESPESOR : ---	MATERIAL : CANTERA TAPARACHI	PATRON
SONDEO : ---	ENSAYO : ---	PROFUNDIDAD : m	NIVEL FREATICO : NP
HORA : ---	T.M.N. VISUAL : 1 1/2"		

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	NUMERO DEL TARRO	=	T-07
1	MASA DEL TARRO + MASA DEL SUELO HUMEDO	g	1258.60		
2	MASA DEL TARRO + MASA DEL SUELO SECO	g	1156.40		
3	MASA DEL TARRO	g	107.50		
4	MASA DEL AGUA	g	102.20		
5	MASA DEL SUELO SECO	g	1048.90		
6	HUMEDAD	%	9.74		

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO: 9.7%

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.
2	No se ha realizado la inclusión de ningún tamaño del agregado.
3	La muestra presenta resultado anómalo.
4	Las muestras se presentaron en el interior de sacos con su etiqueta respectiva.
5	La muestra de ensayo si cumple con la cantidad de masa requerido.
6	El metodo usado fue "A" e 1% de acuerdo a su tamaño maximo nominal visual.
7	---
8	---



Ing. Dooli Alfredo Chiriquiano
CIP: 131740

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta solemnemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1726 - Juliaca (Ref. ex vuelo salida cusco)
Teléfonos: 051-328568 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

009716

INFORME DE ENSAYO
LIMITES DE ATTERBERG
(NTP 398.136)

CODIGO DE INFORME

GCT - ELC - 778

PÁGINA 1 DE 1

PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BIAXIAL EN EL MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUÑO 2020"

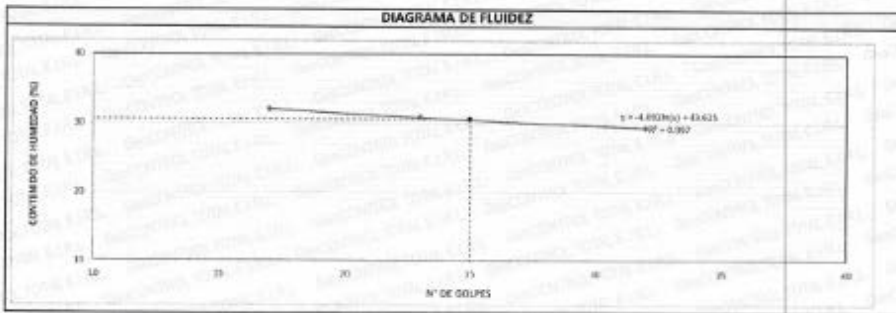
SOLICITANTE : BACH. CLIRITZA MAGNA CAHUAPAZ CONDOR
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUÑO

F. SOLICITUD : 2021-02-24
F. EJECUCIÓN : 2021-02-27
ENSAYADO EN LABORATORIO GEOCONTROL 100% E.A.S.

DATOS DE LA MUESTRA			
TRAMO	---		
MATERIAL	CANERA TARAPACÁ		PROFUNDIDAD(m): ---
ENSAYO	---		ESPESOR : ---
MUESTRA	PATRON		NÍVEL FREÁTICO : NP
T. M. VISUAL	1 1/2"		C. HUMEDAD N. : 0%

LÍMITE LÍQUIDO					RESULTADOS	
DESCRIPCIÓN	UND	T-115	T-20	T-450	CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
Nº Tara	ID	1-115	1-20	1-450	LL (%)	31
Masa Tara + suelo húmedo	(g)	34.12	33.28	32.92	LP (%)	22
Masa Tara + suelo seco	(g)	31.65	30.05	30.54	IP (%)	9
Masa del agua	(g)	2.47	2.43	2.38		
Masa de la tara	(g)	23.25	22.98	23.10		
Masa del suelo seco	(g)	8.40	7.87	7.44		
Contenido de humedad	(%)	29.40	30.88	31.99		
Número de golpes		32	23	17		

LÍMITE PLÁSTICO					LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	UND	T-04	T-10		DESCRIPCIÓN	
Nº Tara	ID	1-04	1-10		LL :	LÍMITE LÍQUIDO
Masa Tara + suelo húmedo	(g)	13.32	13.58		LP :	LÍMITE PLÁSTICO
Masa Tara + suelo seco	(g)	12.47	12.65		IP :	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
Masa de la tara	(g)	8.52	8.37			
Masa del agua	(g)	0.85	0.92			
Masa del suelo seco	(g)	3.95	4.28			
Contenido de humedad	(%)	21.52	21.73			



OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

- LA MUESTRA FUE PRECISAMENTE LABORADA POR EL SOLICITANTE.
- EL MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO FUE EL MÉTODO MECÁNICO.
- EL ESPESOR DE LA PREPARACIÓN DEBÍO SER PREVIAMENTE VERIFICADO CON TUBO A TORSIÓN.
- EL MÉTODO PARA RESECAR LA MUESTRA AL 105°C Y 1 HORA FUE REALIZADO MEDIANTE TUBERÍA.
- EL ESPESOR DE GETADO DE UNA MUESTRA AL ESTADA.
- NO SE HA REALIZADO LA DETERMINACIÓN DE INFLUENCIAMIENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO.
- PARA EL SE VERA UN RIESGO DE ESPESORES MEDIDOS CON CORRE AUTOMÁTICO Y UN RIESGO DE PLASTICIDAD.
- HAIR DETERMINAR DE SE AGUO UN RIESGO MINIMAL.
- SE OCIÓN DE LA CALIDAD DEL MATERIAL SE RESPONSABILIDAD POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO.
- SE OCIÓN DE LA CALIDAD DEL MATERIAL SE RESPONSABILIDAD POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO.

GEOCONTROL TOTAL S.A.S.

 Ing. Raúl Morales Quiroz
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está estrictamente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-3285888 / 951 010447 / 951 871588
 Correos: informas@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

000736

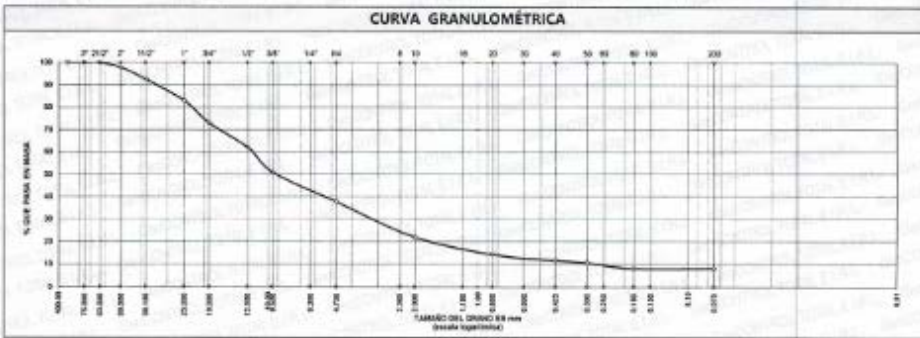
INFORME DE DISEÑO
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
ASTM D 893 / D 6913 - 17

CODIGO DE INFORME
GCT-EAG-799

pagina 1 de 1

PROYECTO: 'INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BIOMAL EN EL MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO 2020'
SOLICITANTE: BACH. CURITZA MAGNA CAHUAPAZA CONDOR
UBICACION: JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
F. SOLICITUD: 2021-02-24
F. EJECUCION: 2021-02-27
EMPRESA DE LABORATORIO: GEOCONTROL TOTAL S.A.S.

DATOS DE LA MUESTRA										
TRAMO	MATERIAL					SONDAJE	C	NUMERO DE MUESTRA		PATRON
	CANTERA TAPACHIC					PROFUND.		CLASIFICACION VISUAL:		GC
TAMIZADO										
N°	TAMIZ	PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACION	RESULTADOS		
	mm	g	%	PARC.	ACUM.	PASA		DESCRIPCION	VALOR	
1	3/16"	90.000	0.0	0.00	0.0	100.0		Maneja de muestra seca:	5,200 g	
2	3"	75.000	0.0	0.00	0.0	100.0		Maneja de muestra lavado y seco:	4,782 g	
3	2 1/2"	63.000	0.0	0.00	0.0	100.0		GENERALES		
4	2"	50.000	110.4	2.3	2.1	97.9		DESCRIPCION	VALOR	
5	1 1/2"	37.500	292.4	6.1	5.6	92.3		Tamaño Máximo	1 1/2"	
6	1"	25.000	480.1	10.0	9.2	83.0		Fino equiv. < #4	1,960 g	
7	3/4"	16.000	518.6	10.8	10.0	73.0		Grava	62.3%	
8	1/2"	12.500	573.6	12.0	11.0	62.0		Arena	29.7%	
9	3/8"	9.500	582.4	12.2	11.2	49.2		Fino ensayado < #4	1542.3 g	
10	#4	4.750	682.4	14.3	13.1	62.3		Finos < # 200	494.5 g	
11	#10	2.000	206.40	4.3	15.7	78.0		COEFICIENTES		
12	#20	0.850	100.10	2.1	7.6	85.7		D ₁₀	D ₃₀	
13	#40	0.425	36.40	0.8	2.8	88.4		D ₆₀	Cu	
14	#50	0.300	13.70	0.3	1.0	89.5		11.96	3.41	
15	#100	0.180	17.30	0.4	1.3	90.8		0.25	47.29	
16	#200	0.075	15.40	0.3	1.2	92.0		8.0	3.83	
17	Fondo	0.000	105.4	2.2	8.0	100.0		HUMEDAD Y LÍMITES DE CONSISTENCIA		
LEYENDA		CLASIFICACION					DESCRIPCION			
Coefficiente de uniformidad	Cu	SUCS		AASHTO		ID	Humedad (%)			
Coefficiente de curvatura	Cc	GP GC		A-2-4		0.0	Limite Líquido (LL)			
Indice de Grupo	I						Limite Plástico (LP)			
TIPO DE SUELO AASHTO:	Grava y arena arcillosa o limosa						Indice Plástico (IP)			
							Grava mal graduada con arcilla con arena GP GC			



COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

LA MUESTRA FUE ENTREGADA Y PUESTO EN EL LABORATORIO.
LAS CALICATAS FUERON RECAUDADAS POR EL SOLICITANTE.
EL RESULTADO ESTA DADO SEGUN EL METODO "A" 476.
EL TIPO DE TAMIZADO REALIZADO PARA OBTENER PESOS RETENIDOS FUE SIMPLE (METODO A).
NO SE HA REALIZADO LA EXCLUSION DE NINGUN ELEMENTO PARA LA REALIZACION DEL ENSAYO.
EL ESPICIMEN NO CONTIENE ENSAYOS PREVIOS.

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Basil Márquez Quispe
CIP: 191480

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA AL DESGASTE
"ABRASION LOS ANGELES"

NORMA: NTP - 400.019, NTP - 400.020

CODIGO DE INFORME

GCT- EA - 158

página 1 de 1

PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BIAXIAL EN EL MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO 2020"

SOLICITANTE : BACH. CURITZA MAGNA CAHUAPAZA CONDORI

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CANTERA : TAPARACHI

F. SOLICITUD : 2021-02-24

F. EJECUCION: 2021-02-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Nº DE ESFERAS	12	Nº REVOLUCIONES	500	TIEMPO ROTACIÓN	15 min
---------------	----	-----------------	-----	-----------------	--------

MATERIAL	TAMICES ASTM				MASA DE TAMAÑO	
	QUE PASA		RETENIDO SOBRE		GRADACIÓN	
	Pulg.	(mm)	Pulg.	(mm)	A	1
AGREGADO GRUESO	3"	75.00	2 1/2"	63.00	---	---
	2 1/2"	63.00	2"	50.00	---	---
	2"	50.00	1 1/2"	37.50	---	---
	1 1/2"	37.50	1"	25.00	1251 g	---
	1"	25.00	3/4"	19.00	1250 g	---
	3/4"	19.00	1/2"	12.50	1250 g	---
	1/2"	12.50	3/8"	9.50	1250 g	---
	3/8"	9.50	1/4"	6.30	---	---
	1/4"	6.30	Nº4	4.75	---	---
	Nº4	4.75	Nº8	2.36	---	---

MASA SECA INICIAL DE LA MUESTRA	5001 g
MASA SECA RETENIDO EN LA MALLA Nº12	3583 g
MASA SECA QUE PASA EN LA MALLA Nº12	1418 g
PORCENTAJE DE PERDIDA	28.35 %
RESISTENCIA AL DESGASTE	71.65 %
% DE PERDIDA POR ABRASIÓN	28 %

OBSERVACIONES

1. Las muestras a ensayar fueron puestas en laboratorio por el solicitante.
2. Muestra obtenida por cuarteo.
3. La muestra fue ensayada en presencia de la supervisión.

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. Noel Miranda Quintanilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Esto terminantemente prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 871588
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

009719

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO PROCTOR MODIFICADO
 (NTP 339.141)

CONDICIONES

GCT-EPM-308

Pág. 1 de 2

PROYECTO : MODIFICACION DE LA GEOMALLA BIALVAL EN EL MODULO RESIDENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO 2007
 SOLICITANTE : BACH. CLIRITZA MAGNA CAHUARAZA CONDORI
 UBICACION : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 F. SOLICITUD : 2021-02-24
 F. EJECUCION : 2021-02-28
 ELABORADO EN : LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL : CANTERA TAPACHACH	PROFUNDIDADES : ---
SONDRO : ---	C. HUMEDAD M. : ---
MUESTRA : INTON	Nº DE GOLPES : 50
T. M. VISUAL : 110"	Nº DE CAPAS : 5

(Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión)

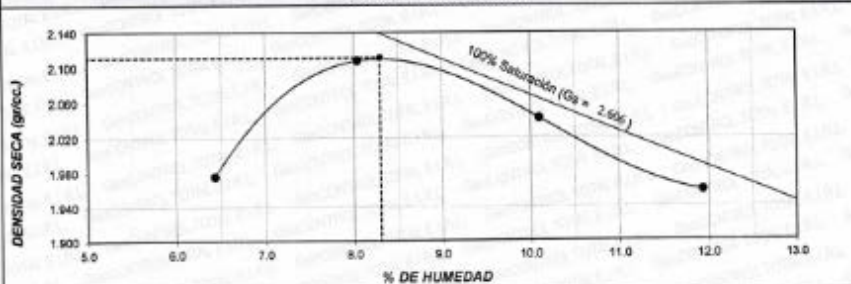
Peso suelo + molde	gr	10384	10753	10622	10574
Peso molde	gr	5940	5940	5940	5940
Peso suelo húmedo compactado	gr	4444	4813	4752	4634
Volumen del molde	cm ³	2114	2114	2114	2114
Peso volumétrico húmedo	gr	2.102	2.277	2.248	2.192
Recipiente Nº		125	25	4	2
Peso del suelo húmedo + tara	gr	754.7	174.5	267.0	292.4
Peso del suelo seco + tara	gr	241.0	256.8	245.0	265.1
Tara	gr	35.8	36.7	35.9	36.4
Peso de agua	gr	13.2	17.7	21.2	27.3
Peso del suelo seco	gr	205.2	220.1	209.9	228.7
Contenido de agua	%	6.4	8.0	10.1	11.9
Peso volumétrico seco	gr/cm ³	1.975	2.107	2.042	1.958

RESULTADOS

Densidad máxima (gr/cm³)
 Densidad máxima (gr/cm³) - Corrección por Grava
 Humedad óptima (%)
 Humedad óptima (%) - Corrección por Grava

2.111
 2.221
 8.30
 8.67

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD



OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1	LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
2	EL ENSAYO FUE REALIZADO MEDIANTE VA SECA
3	EL PRON UTILIZADO ES DE 44.5ML Y UNA ALTURA DE CAIDA DE 2708mm/mxnl
4	EL ENLARGO CUMPLIÓ CON LA CORRECCION POR CONTENIDO DE GRAVA
5	LOS DATOS DE LA IDENTIFICACION DEL MATERIAL, FUE PROPORCIONADO POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO
6	---



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 Ing. Daniel Miranda Espinoza
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización expresa de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex. ovalo salida cutceal)
 Telefonos: 051-328688 / 951 010447 / 951 671568
 Correo: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

069720



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

PESO ESPECIFICO

ASTM D - 854

CODIGO DE INFORME

GCT-EPM-308

pagina 2 de 2

PROYECTO : 'INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BIAJIAL EN EL MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISERO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO 2020'
 SOLICITANTE : BACH, CLIRITZA MAGNA CAHUAPAZA CONDOR
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. SOLICITUD : 2021-02-24
 F. EJECUCIÓN : 2021-02-26
 ENVIADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL	: PRESTAMO	ESPESOR	: ----
SONDEO	: ---	NIVEL FREATICO	: ----
MUESTRA	: M-01	PROGRESIVA	: ----
T. M. VISUAL	: '1'		

AGREGADO FINO MTC E 205

ITEM	DESCRIPCIÓN	ENSAYO 01	ENSAYO 02	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1600.0	/	
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	986.0		
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	614.0		
D	Peso material seco en estufa (105°C)(gr)	1568		
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	582.0		
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.554		2.554
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.606		2.606
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.694		2.694
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	2.041		2.041

RESULTADO

2.606 g/cm3

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

1	LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE
2	EL ENSAYO FUE REALIZADO MEDIANTE VIA HUMEDA
3	EL ESPECIMEN SI CONTEMPLA ENSAYOS PREVIOS.
4	---
5	---



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Queda estrictamente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328568 / 851 010447 / 851 871868
 Correo: informas@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

003831

INFORME DE ENSAYO
DENSIDAD DE CAMPO

CODIGO DE INFORME
GCT-DC-346

PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BIAXIAL EN EL MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO 2020"
 SOLICITA : BACH. CLIRITZA MAGNA CAHUAPAZ CONDORI
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 CANTERA : TAPARACHI

F. SOLICITUD: 2021-02-28
 F. EJECUCION: 2021-03-02
 ENSAYADO EN: Lugar de Obra - In-situ

PROGRESIVA		PUNTO 1				
UBICACIÓN		CAPA 01				
PROFUNDIDAD		14.50				
1	Masa del frasco + arena	6750				
2	Masa del frasco + arena sobrante	1921				
3	Masa de arena empleada	4829				
4	Masa de la arena del cono	1730				
5	Masa de la arena en el hueco	3099				
6	Densidad de la arena	1.44				
7	Volumen del hueco	2152				
8	Masa del tarro + suelo + grava	5064				
9	Masa del tarro	0				
10	Masa del suelo + grava	5064				
11	Masa retenido en tamiz 3/4	750				
12	% retenido en tamiz 3/4	14.81				
13	Peso específico de la grava	2.61				
14	Volumen de la grava	287				
15	Peso del suelo	4314				
16	Volumen del suelo	1865				
17	Densidad húmeda g/cc	2.31				

DETERMINACION DE HUMEDAD						
18	Tarro N°					
19	Masa del tarro + suelo húmedo					
20	Masa del tarro + suelo seco					
21	Masa del agua					
22	Masa del tarro					
23	Masa del suelo seco					
24	Contenido de humedad	7.00				

COMPACTACION						
25	Máxima densidad seca (laboratorio)	2.221				
26	Contenido de humedad óptimo	6.67				
27	Densidad seca campo	2.16				
28	% de compactación	97.20				

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	
1	Las ubicaciones de los puntos a ensayar fueron indicados por el solicitante.
2	Se realizó el ensayo en campo con el número de cono 1.
3	La densidad máxima seca es un dato conseguido por peso específico de grava en laboratorio.
4	El contenido de humedad fue determinado in-situ.

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. Raúl Norberto Guisasa
 CIP: 131400

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está estrictamente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 172B - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cuscol)
 Telefonos: 051-328588 / 851 010447 / 851 871588
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

009722

INFORME DE ENSAYO

ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICA - VIGA BENKELMAN

(ARTM 8-4085) MTC 8-1902)

CÓDIGO INFORME

OCT - ED - 019

página 1 - 2

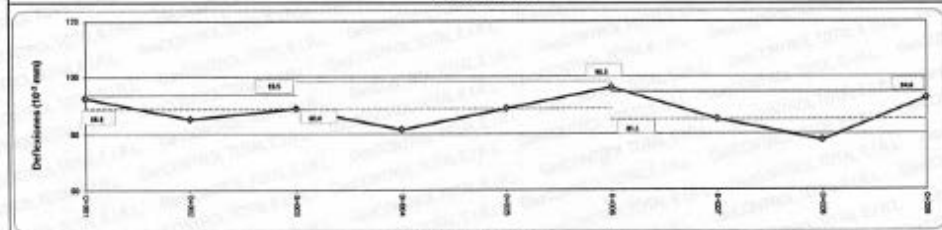
PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BAJAL EN EL MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO - 2020"
 SOLICITANTE : BACH CLIRITZA MAGNA CAHUAPAZ CONDORI F. SOLICITUD : 4/03/2021
 UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO F. EJECUCIÓN : 5/03/2021

ESTRUCTURA	SUBRASANTE	ESAL	---	D año	---
CARRI	EQUMADO- 6E-DIRECH	CARGA POR EJE	8.2 Tn	RELACIÓN DE BRAZOS	3:1
PROGRESIVA	KM 0+001 AL 0+009	CARGA POR ENSAYO	4000g	UNIDAD DE LECTURA	10 ⁻⁴ mm
ESPESOR PAV.	000 cm	FRESADO DEL INFLADO	80 FU	FACTOR ESTACIONALIDAD	1.0

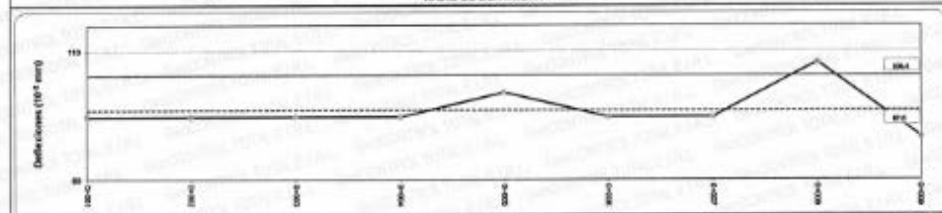
N°	Frec. (cm)	Lado	Deflexiones en Campo					Temp. Amb. °C	temp. asf. °C	Deflexiones Rutas sin Corregir					Deflexiones Corr. (3.21 mm)					RC (m)	D prom.	D mín.	D máx.	S. adm. (10 ⁻⁴ mm)				
			D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅			D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅									
1	0+002	SD	0	18	14	19	20	15.1	0	31	35	48	20	33	35	49	25	84										
2	0+002	SD	0	18	12	15	23	20	0	81	48	44	30	85	48	44	30	84										
3	0+003	SD	0	18	19	16	24	20	0	90	52	44	30	88	52	44	30	84	88.0	3.7								
4	0+004	EE	0	18	14	17	22	15.5	0	81	44	32	19	81	44	32	19	84										
5	0+005	LS	0	9	9	19	20	15.5	0	89	56	52	19	89	56	52	19	84										
6	0+006	LS	0	18	19	20	28	19	0	88	63	44	27	96	59	48	22	84	88.0	7.4								
7	0+007	SDS	0	18	19	16	23	15	0	81	48	43	26	85	48	43	26	84										
8	0+008	SDS	0	8	10	16	21	15	0	76	48	36	22	78	48	36	22	106										
9	0+009	SDS	0	11	14	18	25	15	0	91	52	44	26	93	52	44	26	77	85.1	7.4								
10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										
15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---										

Promedio	8.8	15.1	17.1	23.7	Número de Ejes Equivalentes	Promedio	87.4	51.4	41.9	24.3	87.0
Deflexión Característica	11.1	15.2	20.0	26.3	Deflexión Admisiva - Convencional	Def. Conv.	96.1	58.1	51.2	21.1	108.4
Coef. Estadístico	0.8	1.3	1.8	1.8	$N = (1.15 / D_{ad}) * 0.25 * 100$	Def. Car.	8.9	4.7	5.7	4.2	6.2
Coef. Variación	8.5	9.7	10.3	8.7	Ratio de curvatura - Según MTC	Coef. V.	8.2	8.1	13.8	17.2	6.4
Máxima	11.8	15.3	20.0	26.0	Ratio de curvatura - Según MTC	Máxima	96.2	56.2	52.3	28.8	108.8
Mínima	8.0	11.8	15.0	21.0	Ratio de curvatura - Según MTC	Mínima	77.7	44.4	32.9	18.5	78.8

DEFLECTOGRAMA



RADIO DE CURVATURA



OBSERVACIONES

* Las puntas a emplear fueron validadas por el subalterno.

GeoCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. José Ricardo Quiroz Masillo
 CIP: 131460

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso o la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Paf) ex ovalo salida cusco
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

009724

INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS DEFLECTOMETRICA - VIGA BENKELMAN
(ARTM D-6950 / MTC E-1602)

CODIGO INFORME

OCT - ED - 019

pagina 1-1

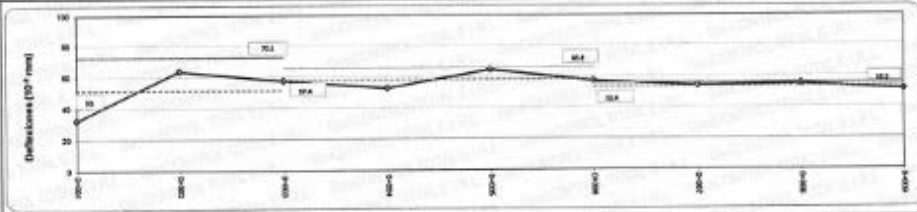
PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BAJAL EN EL MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO - 2020"
SOLICITANTE : BACH. CLIRITZA MAGNA CAHUAPAZ CONDOR F. SOLICITUD : 4/03/2021
UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO F. EJECUCIÓN : 5/03/2021

ESTRUCTURA : SUB RASANTE	PSAL : ---	D adm : ---
CARIL : DUREDO-EE-GRUHA	CARGA POR EE : 8.2 Tn	RELACION DE BRAZOS : 3.71
FRECUENCIA : 100 D-801 AL D-805	CARGA POR ENSAYO : 400kg	UNIDAD DE LECTURA : 10 ⁻¹ mm
ESPESOR PAV. : 0.00 (0)	PRENSION DEL INFLADO : 30 PSI	FACTOR ESTACIONALIDAD : 10

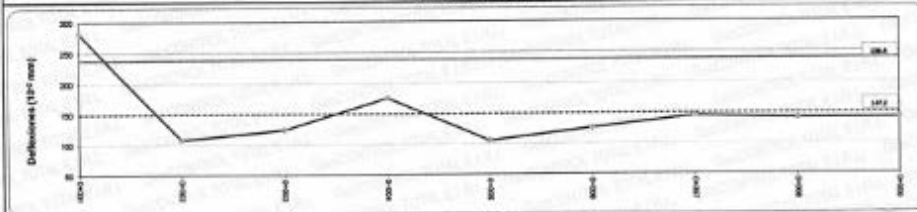
N°	Prop. (km)	Lado	Deflexiones en Campo					Temp. Amb. °C		Deflexiones Reales sin Corrección					Deflexiones Cor. (D.91 mm)					R/C (%)	D proc.	D est.	D carac.	D adm. (10 ⁻¹ mm)											
			D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	D ₇	D ₈	D ₉	D ₁₀	D ₁₁	D ₁₂	D ₁₃	D ₁₄	D ₁₅	D ₁₆	D ₁₇						D ₁₈	D ₁₉	D ₂₀								
1	D-802	OD	0	3	4	6	9	20	0	52	21	17	10	52	21	17	10	282																	
2	D-802	OD	0	8	10	14	17	20	0	64	35	29	12	64	35	29	12	108																	
3	D-803	OD	0	7	9	10	15	20	0	57	37	26	9	57	37	26	9	104	51.1	6.8															
4	D-804	EE	0	5	6	10	14	16	0	51	35	21	4	53	35	21	4	176																	
5	D-805	EE	0	8	10	15	17	20	0	64	35	30	9	64	35	30	9	150																	
6	D-806	EE	0	7	8	14	15	15	0	57	32	18	5	57	32	18	5	150	18.0	6.6															
7	D-807	DES	0	6	10	14	15	17	0	54	32	18	2	54	32	18	2	146																	
8	D-808	DES	0	6	8	10	15	16	0	55	32	23	7	55	32	23	7	141																	
9	D-809	DES	0	6	8	10	14	15	0	51	29	23	14	51	29	23	14	141	53.2	15															
10	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---					
11	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---				
12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---			
13	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
14	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Promedio	8.1	8.9	12.4	14.0	Numero de Cajas Equivales	Promedio	84.1	31.5	22.7	8.0	149.9
Deflexión Característica	8.0	12.2	17.5	18.8	Deflexión Admisible - Concreto	Dist. Cor.	86.1	38.8	35.5	14.3	238.3
Caus. Estándar	1.5	2.0	2.8	2.5	$N = \frac{(1.15 / D_{95}) * 0.25 * 100}{100}$	Dist. Est.	8.4	4.3	4.7	3.8	53.8
Coef. Variación	26.1	22.8	22.4	17.4	Radio de curvatura - Según MTC	Coef. V	17.4	13.8	20.6	47.9	38.8
Máximo	8.0	11.0	15.0	17.4	$R_c = 3125(D_5 - D_{95})$	Máximo	84.4	34.8	25.6	14.1	281.5
Mínimo	3.6	4.8	6.5	8.7		Mínimo	22.2	21.1	17.4	1.9	155.0

DEFLECTOGRAMA



RADIO DE CURVATURA



Las juntas a ensay/ fueron indicadas por el solicitante.

GeoCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raúl Miranda Q. Alvarado
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Es totalmente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cuscol)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

069723

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA DEL SUELO (C.B.R.) IN SITU
(p17 228-772)

CODIGO INFORME

GCT-ECBR-01

Pág. 1 - 1

PROYECTO : "INCIDENCIA DE LA GEOMALLA BIAJAX EN EL MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE DE DISEÑO PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES PUNO 2020"

SOLICITANTE : BACH. CLIRITZA MAGNA CAHUAPAZ CONDORI

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. SOLICITUD : 2021-02-18

F. EJECUCIÓN : 2021-02-19

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL

DATOS DE LA MUESTRA

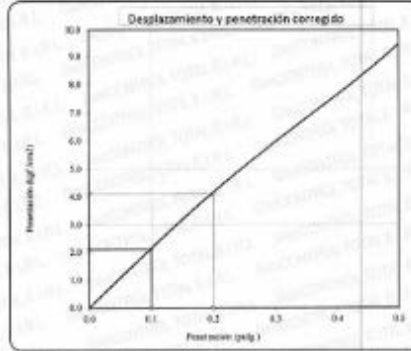
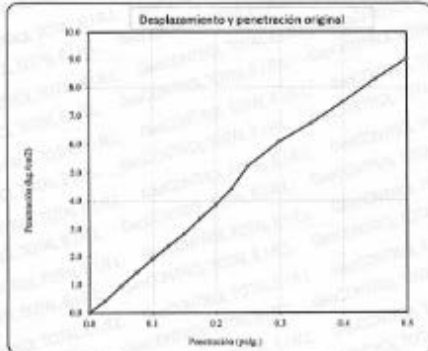
Cant. De Hum. Nat. : ... Densidad seca natural : ...

Prof. de ensayo : 0.14 m Progresiva : ...

N° de Muestra : ... Clasificación SUCS : -CL

Capa : Terreno de fundación Clasificación AASHTO : ...

CONTROL DE PENETRACIÓN			CARGA ESTANDAR	CÁLCULO DE PENETRACIÓN			
INCREMENTO DE CARGA				FUERZA OBTENIDA		PENETRACIÓN (p/100k)	
25.4 mm	1 (kg)	Tiempo (min)	kg/cm ²	LECTURA DIAL	kgf	Original	Corregido
0.000	0.000	0.20		0.0	0.0	0.00	0.00
0.015	0.025	0.49		1.9	8.1	0.42	0.54
1.270	0.050	0.98		3.8	17.2	0.94	1.18
1.905	0.075	1.47		5.4	25.0	1.43	1.64
2.540	0.100	1.95	70.455	7.2	36.0	1.90	2.29
3.175	0.125	2.44		11.2	46.2	2.37	2.45
3.810	0.150	2.93		13.4	54.2	2.82	3.11
4.445	0.175	3.42		15.6	64.2	3.38	3.59
5.080	0.200	3.91	105.662	18.2	76.4	3.85	4.37
5.715	0.225	4.40		20.5	90.3	4.42	4.60
6.350	0.250	4.89		24.9	106.1	5.23	5.07
7.023	0.300	5.86		28.7	122.3	6.10	6.00
8.092	0.350	6.84		33.9	138.0	6.75	6.72
10.190	0.400	7.82		34.8	154.0	7.50	7.62
11.497	0.450	8.79		38.7	168.7	8.29	8.58
12.702	0.500	9.77		42.8	183.2	9.02	9.42



CONTROL DE PENETRACIÓN			VALOR DE PENETRACIÓN Y DE LA RELACION DE SOPORTE	
25.4 mm	1 (kg)	Tiempo (min)	Resistencia corregida (kg/cm ²)	valor de la relación CBR (%)
0.1	2.54	2.0	2.27	3.22%
0.2	5.08	3.9	4.37	4.14%

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. Paul Adriano Cahuapaz
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Teléfonos: 051-328598 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

009798



Feicheng lianyi Engineering plastics Co.,Ltd

Factory Quality Certificate

Product name	PP Biaxial Geogrid	Item	30-30kn/m
Materials	Virgin Polypropylene	Lot No:	170609A
test date	2017/05/21-2017/05/22-	Roll size	3.95mx50m

Note: This report is valid only to the order :P.O 17-002340 Lot Number: 170609A Quantity108rolls 21330m2

Test Rolls: 002,028,056,085, 095,104.

Container No:

TCNU7602432 108rolls 21330m2



	Test item	Test Method	unit	Standard values	AverageTest values	Evaluate
1	MD Tensile strength	ASTM D6637	KN/m	≥30	30.6	Qualified
2	CD Tensile strength	ASTM D6637	KN/m	≥30	30.9	Qualified
3	MD Break Elongation	ASTM D6637	%	≤13	11.3	Qualified
4	CD Break Elongation	ASTM D6637	%	≤13	11.5	Qualified
5	MD Tensile Strength at 2% strain	ASTM D6637	KN/m	10.5	11.2	Qualified
	CMD Tensile Strength at 2% strain	ASTM D6637	KN/m	10.5	11.5	Qualified
	MD Tensile Strength at 5% strain	ASTM D6637	KN/m	21	22.4	Qualified
	CMD Tensile Strength at 5% strain	ASTM D6637	KN/m	21	21.8	Qualified
6	Flexural Rigidity	ASTM D7748	Mg-cm	3,930,000	4,062,000	Qualified
7	Minimum Carbon Black	ASTM D4218	%	2	2.36	Qualified

Project Manager: 尹仲堂

Tester: 徐伟

Re-check: 张修伟



Feicheng lianyi Engineering plastics Co., Ltd. Feicheng, Tian Shan Dong, P.R. China 271000
TEL/FAX: +86 538 3536877

