



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del
viaducto 2 de la Vía Línea Amarilla, Lima 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. John William Mateo Cajachahua (ORCID: 0000-0001-7522-2634)

ASESOR:

Mg. Susy Giovana Ramos Gallegos (ORCID: 0000-0003-2450-9883)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

“El éxito no cae del cielo. Tienes que levantarte, hacer el trabajo e ir en su busca” Kyle Chandler

A mi hermana, Marlene V. Mateo Cajachahua, Por creer en mí y ser la motivación diaria de ser un buen profesional.

AGRADECIMIENTO

Primero de todo, agradecer a Dios por guiarme y darme tranquilidad para seguir adelante con mis objetivos y mantenerme con salud hasta hoy.

Agradezco a mis hermanos y principalmente a mis padres, que siempre me motivaban a seguir estudiando y superando las dificultades.

Al Mg. Ing. Teresa Gonzales Moncada, Por la disposición de su tiempo y su paciencia en la tutoría de este Trabajo.

PÁGINA DEL JURADO

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **John William Mateo Cajachahua**, identificado con **DNI N° 41870146**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de diciembre de 2019



John William Mateo Cajachahua

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

John William Mateo Cajachahua

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
PÁGINA DEL JURADO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II MÉTODO	12
2.1 <i>Diseño de investigación</i>	13
2.2 <i>Variables y operacionalización de variables</i>	14
2.3 <i>Población y muestra</i>	16
2.4 <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	16
2.5 <i>Método de análisis de datos</i>	17
2.6 <i>Aspectos éticos</i>	17
III RESULTADOS	18
3.1 <i>Ubicación del área de estudio</i>	19
3.2 <i>Análisis de densidad de campo para verificar la compacidad</i>	23
3.3 <i>Análisis de estabilidad de taludes</i>	25
3.4 <i>Análisis de deformaciones</i>	27
IV DISCUSIÓN	29
V CONCLUSIONES	34
VI RECOMENDACIONES	36
VII REFERENCIAS	38
VIII ANEXOS.....	42

RESUMEN

Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

Muchas de las vías de la ciudad de lima en la actualidad, no cumplen con la resistencia requerida en su carpeta estructural, ya que presentan problemas de baches, grietas, aglomeraciones y/o deslizamientos debido a problemas de filtración de agua, la mala calidad de sus materiales, estudios geotécnicos inexistentes o al deficiente método constructivo de la vía,

El área de estudio corresponde a la vía principal y de servicio del Viaducto 2 que se ubica a la progresiva PK 3+530 y PK 3+880, intersección del rio Rimac con la Av. Nicolás Dueñas donde se presenta material de relleno no controlado y por donde se construye una nueva carretera como parte del proyecto línea amarilla, con la finalidad de aliviar y descongestionar el tráfico automotor excesivo de nuestra ciudad.

Los ensayos geotécnicos y las pruebas de laboratorio se realizaron en el campo con y sin la inclusión de geomalla para realizar un comparativo de la resistencia de la subrasante, al hacer uso de las geomallas triaxiales se logró aumentar el valor de CBR en la subrasante y por lo tanto también se reduce el espesor de las capas de base, sub base y pavimento.

Asimismo, con la inclusión de geomallas en la subrasante se logró realizar un análisis comparativo mediante software computacionales, la estabilización de taludes y la deformación vertical la cual nos permite verificar el soporte de las cargas vehiculares.

Palabras clave: Geomallas, Refuerzo, valor CBR, Estabilización de suelo, Subrasante

ABSTRACT

Application of geogrids to improve the resistance of the subgrade of viaduct 2 of the yellow line, Lima 2019.

Many of the roads of the city of Lima at present, do not meet the required resistance in its structural folder, since they present problems of potholes, cracks, agglomerations and / or landslides due to water filtration problems, the poor quality of its materials, non-existent geotechnical studies or the poor construction method of the road,

The study area corresponds to the main and service road of Viaduct 2 which is located at the progressive PK 3 + 530 and PK 3 + 880, intersection of the Rimac river with the Nicolás Dueñas Avenue where uncontrolled filling material is presented and where a new road is built as part of the yellow line project, with the purpose of relieving and decongesting excessive automobile traffic in our city.

Geotechnical tests and laboratory tests were carried out in the field with and without the inclusion of geogrid to make a comparison of the resistance of the subgrade, using the triaxial geogrids it was possible to increase the value of CBR in the subgrade and by therefore the thickness of the base, sub base and pavement layers is also reduced.

Likewise, with the inclusion of geogrids in the subgrade, a comparative analysis was achieved using computational software, slope stabilization and vertical deformation which allows us to verify the support of vehicle loads.

Keywords: Geogrids, Reinforcement, CBR value, Ground stabilization, Subgrade

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos 15 años y en casi todas las principales ciudades de Sudamérica se ha visto un incremento en su expansión urbana, este crecimiento poblacional y demográfico se realiza de forma desorganizada y sin planeamiento en los terrenos ocupados, esta ocupación sin control hacen que se formen asentamientos humanos pobladas por una mayoría de migrantes que vienen de otras localidades o del interior del país y que en su mayoría son grupos de personas de bajos recursos económicos y buscan trabajo en los distintos distritos de estas ciudades, así mismo el hecho que tengan que moverse de un lugar a otro hace que se dependa del transporte local para llegar a su destino y con ello la creación de nuevas carreteras o vías.

Las vías principales existentes presentan signos de descuido, ya que fueron ejecutadas hace muchísimos años, estas vías se deterioraron a consecuencia de una mala gestión de conservación, el gobierno de estos países destina entre el 2-3 % de su PBI para solucionar los problemas y gastos de mantenimiento, por ello se adoptan medidas orientadas a desarrollo de nuevos métodos para su financiación y definir políticas para la conservación de estas redes viales.

Uno de los ejes fundamentales del Perú es la intercomunicación de pueblos a través de la construcción de carreteras, a fin de que estas vías contribuyan a la economía del país, para ello se hace una evaluación de las carreteras existentes con la idea de mejorarlas, repararlas o construir las, existe en el Perú muchas carreteras construidas que presentan un mayor o menor grado de deterioro esto es porque los suelos no tienen la resistencia requerida en su capa estructural por la baja calidad de sus materiales y/o por influencia del agua. Incluso puede ser que no se hayan cumplido los procedimientos correctos en la ejecución de estas vías faltando a lo descrito en los expedientes técnico y normativas vigentes, es por ello que la colocación de materiales de baja calidad perjudica la resistencia y durabilidad de las vías, a su vez también perjudica al estado con altos costos de reparación y a los usuarios con problemas de baches, grietas, deformaciones, drenaje, etc.

Este trabajo de investigación se desarrolla en el margen izquierdo del río, intersección del río Rimac con la Av. Nicolás Dueñas, a fin dar solución a los rellenos no controlados por donde se establece el eje de la vía línea amarilla y a su vez aplicar tecnologías de reforzamiento del terreno con geosintéticos, sobre el cual irán aplicadas las cargas vehiculares que serán disipadas debido a la disposición de las geomallas biaxiales y triaxiales.

Se realizó la búsqueda de trabajos previos de investigación de autores nacionales e internacionales que hayan realizado trabajos de investigación experimental o artículos científicos, estos antecedentes sirvieron como base y guía para desarrollar la presente investigación. Entre los autores internacionales se leyó a los siguientes:

(Ganesh, et al, 2018) "Uso de geomallas en el diseño de pavimentos flexibles". Tiene por **objetivo** reducir el espesor del pavimento para minimizar el costo de la ejecución y aumentar la vida útil de esta vía. Su **metodología** es una investigación experimental donde se realizan pruebas de laboratorio y de campo de CBR simulado en muestras de suelo con y sin la inclusión de Geomallas y también variando la posición de la misma en el molde, así mismo **concluye** lo siguiente. Los efectos positivos de las capas de sub-base reforzados con geomallas pueden utilizarse económica y ecológicamente para reducir el grosor agregado. Y también puede aumentar la funcionalidad y vida útil del pavimento y también puede disminuir el costo general de la construcción del pavimento con una vida útil mayor. **Por lo tanto**, la investigación demuestra que los geosintéticos al ser de materiales no degradables, mejora la resistencia de los pavimentos reforzando los suelos pobres, por lo cual se debe de implementar su uso en las carreteras con materiales de baja calidad y conseguir vías de vida útil máxima y resistente.

(Montejo, Otero, 2016) "Evaluación del comportamiento mecánico de una estructura bicapa, reforzada con geomalla biaxial, compuesta por afirmado INVIAS sobre subrasante blanda, aplicable a vías no pavimentadas" Su **objetivo** es evaluar el comportamiento mecánico en laboratorio de las vías no pavimentadas conformadas con afirmado y reforzado con Geomallas, sobre subrasantes de baja capacidad portante. La **metodología** aplicada para la investigación experimental y se inicia con la identificación de los diferentes materiales a utilizar dentro de los modelos a ensayar. Se realizaron pruebas de tensión, medición de aberturas y costillas de las Geomallas a utilizar como elementos de refuerzo. En **conclusión**, la inclusión de Geomallas de refuerzo, en todos los espesores de material afirmado analizados, presenta un mejoramiento de las condiciones mecánicas de la estructura disminuyendo los ahuellamientos en superficie e incrementando los módulos resilientes de las estructuras. **Por lo tanto**, es importante realizar más investigaciones con la inclusión de geosintéticos en pruebas de laboratorio, caracterizado en diferentes tipos de suelo y así poder determinar los efectos de estas variaciones hacia los aportes estructurales de las diferentes geomallas de refuerzo, de esta manera comprender la importancia de sus beneficios.

(Arévalo, 2016) “Utilización de la geomalla biaxial en diseño de pavimento flexible de la carretera pedro carbo – la estacada” Investigación donde el **objetivo** es el uso de la geomalla biaxial. La **metodología** usada fue experimental con ensayos de las secciones reforzadas con geomalla y no reforzadas, En **conclusión**, se determinó que, al hacer el comparativo de los ensayos, se verifico que el costo de pavimento es igual si es que se usa geomalla o sin geomallas, pero si se evidencio que estos geosintético permiten la reducción de las capas de agregados y su efecto positivo en la resistencia del suelo ya que le brinda funcionalidad a la vía. **Por lo tanto**, la inserción de la geomalla biaxial en el proceso de construcción de una estructura de pavimento flexible, es provechoso, tanto económicamente y funcionalmente aportando la resistencia y aumentando la vida útil de la carretera.

(Bustamante 2016) “Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil” se tiene como **objetivo** general determinar el nivel de resistencia sobre una subrasante, utilizando simultáneamente un geotextil y una geomalla como estructura de reforzamiento, La **metodología** fue experimental se estudió es analizar el comportamiento de una estructura de pavimento compuesta por una capa de base y un suelo de subrasante con una baja capacidad portante, bajo la aplicación de una carga monotónica, Se **concluye** que no existe mayor diferencia entre ambas curvas y que llegan a tener un comportamiento similar, exceptuando que en la curva de reforzamiento con geotextil y geomalla se nota un pequeño régimen plástico. **Por lo tanto**, Se estima que la colocación de la geomalla sobre el geotextil representa un gasto innecesario para el proyecto en análisis.

(Gutierrez, 2015) “Estradas não pavimentadas reforçadas com geossintéticos: influencia de propriedades físicas e mecânicas do reforço” establece como **objetivo** evaluar los factores que influyen el desempeño de carreteras no pavimentadas construidas sobre suelos débiles, reforzadas con geosintéticos. La **metodología** es de tipo experimental, se realizó ensayos y procedimiento en laboratorio, buscando la simulación del comportamiento de una carretera no pavimentada sometida al tráfico de vehículos. En **conclusión**, El refuerzo geosintético empleado en las carreteras no pavimentadas simuladas, contribuyó a aumentar el número de repeticiones de carga soportadas por la carretera. Esto en condiciones reales, resultará en un incremento de la vida útil de la carretera. **Por lo tanto**, los resultados que se obtienen en laboratorio quedaran reflejadas en la carretera con la cual garantiza un buen desarrollo de su ejecución y funcionalidad.

Para proseguir con los antecedentes también se leyó a estos autores nacionales:

(Novoa, 2017) “Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabayllo – 2017”. En donde expone como **objetivo** determinar como la aplicación de la geomalla triaxial mejorará la estabilización del suelo blando en la Avenida Trapiche Chillón, Carabayllo - 2017. La **metodología** fue experimental y desarrollada en laboratorio, se hizo un diseño en dos tramos de la vía, y en cada una se realizaron los ensayos y comparar parámetros. La **conclusión** fue que la geomalla demostró ser una solución práctica y económica en la estabilización de suelos blandos. Incrementan la capacidad portante del suelo y así permitir el paso de cargas pesadas. **Por lo tanto**, las geomallas permiten que la resistencia de la vía sea optima, generando menores costes en los agregados granulares y maximizando su vida útil y funcional.

(Ramírez, 2017) “Análisis del terreno natural -aplicando material geosintético mejorando su resistencia para la base granular de la carretera de Yangas – Lima 2017” En donde el **objetivo** es determinar la relación que hay entre el terreno natural aplicando material geosintético y el mejoramiento de su resistencia para la base granular. su **metodología** para su aplicación fue descriptiva con la técnica de observación y recolección de información, tesis, libros y ensayos de laboratorio, en **conclusión**, se determina que la geomalla biaxial se relaciona de forma favorable con el terreno natural, ya que refuerza su resistencia actual de la carretera. **Por lo tanto**, la implementación de estas geomallas en obras de carretera, sumado a su eficiente colocación y siguiendo los procedimientos de trabajo, garantizan una buena funcionalidad durante su vida útil

(Núñez, 2016) “Pavimentos con aplicación de geo-sintéticos”. Donde se plantea como **objetivo** realizar una evaluación a las espesuras de la base y sub base de una vía con la aplicación de geosintético, de esta forma minimizar el costo, el tiempo de ejecución, verificando los resultados positivos y negativos que se desarrollará en toda la vida útil de la carretera. La **metodología** de tipo experimental, se realizó trabajos de ensayos de laboratorio, sosteniendo como base para esta investigación, antecedentes de otras investigaciones similares y con un sustento de base teórica y de hipótesis. **concluye** que los resultados de la evaluación son positivos, pues la implementación de las geomallas en la estructura del pavimento (sub-base). **Por lo tanto**, respecto las verificaciones de tiempo de vida de las geomallas tienden a durar entre 25 a 30 años, por lo que cuando se hagan los mantenimientos también se lograra un ahorro sustancial del costo.

(Carrión, 2019) “Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector sausacocha – pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de la libertad, 2017” el **objetivo** es determinar la seguridad de la estabilidad del talud mediante el software slide y determinar su rango de estabilidad. La **metodología** de investigación es descriptiva, pues se proporciona resultados precisos en relación con la realidad, se recogió datos y se expuso un resumen de la información, previo análisis cuidadoso. La **conclusión** definida por el estado de conservación en la que se encuentra esta carretera en mención, Para estabilizar un talud, siempre se tendrá que modificar la topografía de este para aumentar el factor de seguridad. **Por lo tanto**, se tiene la certeza que el uso del software slide nos dará una noción exacta del estado de la estabilidad del talud, pudiendo tomar decisiones para su estabilización según criterio del proyectista.

(Mera, 2017) “Evaluación técnico- económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la carretera santa cruz- bellavista, distrito bellavista-jaén-cajamarca”, El **objetivo** principal de la presente investigación se enfocó en estudiar los efectos técnico y económicos del uso de geomallas multiaxiales como refuerzo en la capa de subrasante. La **metodología** para el desarrollo de la investigación es diseño convencional basado en recopilación de información, determinación de la estación de estudio y llenado del formato. En **conclusión**, que el espesor en los tramos donde se realizaron reforzamiento con geomallas multiaxiales varían entre 5.4 % y 39.2%, en comparación al tramo no reforzado, es por ello que existe una menor demanda de material granular en la ejecución de la carretera y también no existe afectación en la capacidad portante de la vía. **Por lo tanto**, se demostró que el uso de geomallas es más económico ya que permite ahorrar costos en la parte operativa de traslado de material granular de cantera a obra y funcional porque favorece a la resistencia de la estructura de pavimento.

Para poder definir y entender el propósito de nuestra investigación se optó por investigar algunas Teorías relacionadas al tema como son:

Los Geosintéticos que son productos de forma aplanado fabricado con material polimérico que se utiliza en conjunto al suelo, roca u otro material que esté relacionado con la geotecnia como parte fundamental de un proyecto, estructura o sistema de ingeniería civil. los geosintéticos están hechos de polímeros sintéticos o Polipropileno, poliéster o polietileno. Sus campos de aplicación son muy variados y pueden utilizarse muy común mente en carreteras, presas de contención, taludes, obras ambientales e hidráulicas. (Pavco 2009, p.5).

Los materiales geosintéticos tienen cinco principales funciones: (1) Separación, (2) Reforzamiento, (3) Filtración, (4) Drenaje y (5) Contenedor de líquidos o gas, (6) Protección, el uso de geosintéticos tiene básicamente dos objetivos para (1) desempeñarse mejor y (2) ser más económico que usar materiales y soluciones tradicionales (Koerner 2005, p.4).

Geomallas, Este es un producto polimérico plano que consiste en una red abierta regular tipo malla o red de elementos que se intersecan y son resistentes a la tracción, llamados nervios, conectados integralmente en las uniones. Las costillas se pueden unir por extrusión, unión o entrelazado; las geomallas resultantes se clasifican en las siguientes tres categorías, principalmente basadas en la dirección de estiramiento durante su fabricación: 1) Geomalla uniaxial que es producida por el estiramiento longitudinal de una lámina de polímero perforada, y por lo tanto posee una resistencia a la tracción mucho más alta en la dirección longitudinal que la resistencia a la tracción en la dirección transversal, 2) Geomalla biaxial, que es producida por estiramiento tanto longitudinal como las direcciones transversales de una lámina de polímero regularmente perforada, y por lo tanto posee una resistencia a la tracción igual en las direcciones longitudinal y transversal. y 3) Geomalla triaxial que es una geomalla producida para tener una resistencia a la tracción igual en múltiples direcciones, es decir, casi 360 ° propiedades de tracción. (Vargas 2017, p.2).

Entre Las Propiedades de los geomallas que determinan su comportamiento, se tiene una idea de cuál es su mejor uso para que su desempeño en la obra sea eficiente, estas son:

Propiedades Físicas, Las propiedades físicas de un geotextil son gramaje, grosor, rigidez, porosidad y arreglo estructural de las fibras o filamentos. Estas propiedades se ven afectadas por la humedad y la temperatura, lo que hace importante controlar estas variables cuando se realiza un ensayo en campo o laboratorio (Shukla, 2002).

Propiedades Hidráulicas, Las principales propiedades hidráulicas de un geotextil son: permeabilidad, transmisibilidad (o transmisividad), permisividad y apertura de filtración, que se explican a continuación. (Shukla, 2002).

Propiedades Mecánicas, Las propiedades mecánicas de los productos proporcionan una idea de qué geotextil será más apropiado para cada proyecto y cuáles son las calidades del geomalla frente a diferentes solicitudes, estas son la comprensibilidad y la resistencia a la tracción. (Shukla, 2002).

Las geomallas tiene los siguientes mecanismos funcionales cuando se aplica para la construcción de pavimentos:

Efecto de la membrana de tensión, Este mecanismo se basa en el concepto de distribución vertical de tensiones. Este esfuerzo vertical proviene de la forma deformada de la membrana como se muestra en la figura a continuación. Este mecanismo se consideró inicialmente como el mecanismo primario. Pero estudios posteriores demostraron que el mecanismo de restricción lateral es el criterio principal que debe tenerse en cuenta. (Ganesh et al 2018)

Mejora de la capacidad de carga, Uno de los principales mecanismos que ocurre después de la instalación de Geomalla en el pavimento es la reducción del movimiento lateral del agregado. Esto resultaría en la eliminación de tensiones; que si existe se hubiera trasladado a la subrasante. La capa de geomalla posee suficiente resistencia a la fricción que se opone a la subrasante movimiento lateral. Por lo tanto, este mecanismo mejora la capacidad de carga de la capa. La reducción de tensiones externas significa interna. (Ganesh et al 2018)

Capacidad de restricción lateral, Las tensiones producidas por la carga de las ruedas sobre el pavimento. resulta en el movimiento lateral de los agregados. Lo que a su vez afecta la estabilidad del arreglo completo del pavimento. Las geomallas actúan como una restricción contra este movimiento lateral. (Ganesh et al 2018)

Pavimento, Se designa por pavimento la estructura construida sobre el terraplenado de un terreno, que soporta las cargas procedentes del tráfico, redistribuye estas cargas a la infraestructura y proporciona las condiciones satisfactorias de confort, economía y seguridad a quienes utilizan la estructura.

Los tipos de pavimento son de tipo flexibles, rígidos y segmentarios, las cuales describiremos a continuación:

Pavimentos flexibles, se usa debido a la deformación localizada y al rebote que ocurre cada vez que se aplica y se elimina la carga de tráfico. El grosor requerido de cada capa del pavimento flexible varía ampliamente según los materiales utilizados, la cantidad y el número de repeticiones del tráfico, también influyen las condiciones ambientales y la vida útil deseada del pavimento. (Taylor 2006, 8-1)

Pavimentos rígidos, La losa de concreto debe estar diseñada para soportar cargas de tráfico repetidas. Fallos por fatiga del pavimento debido a cargas repetidas. La falla por fatiga ocurre

cuando una carga, aunque menor que la carga de falla de la losa de concreto, se aplica repetidamente en el pavimento a suficientemente número de veces. (Taylor 2006, 9-2)

Estructura de pavimento, está conformada por la capa de rodadura, la base, sub base y la subrasante, es en esta última capa donde se desarrolla esta investigación y describimos un poco más sobre las teorías relacionadas al tema.

El término estabilización del suelo significa la mejora de la estabilidad o la capacidad de carga del suelo mediante el uso de compactación controlada, la dosificación y la adición de aditivos o estabilizantes adecuados. La estabilización trata con métodos físicos, físico-químicos y químicos para hacer que el suelo estabilizado cumpla su función como material de ingeniería.

La compresibilidad es el grado en que una masa de suelo disminuye su volumen bajo el efecto de una carga. Es mínima en los suelos de textura gruesa, que tienen las partículas en contacto. Aumenta a medida que crece la proporción de partículas pequeñas y llega al máximo en los suelos de grano fino que contienen materia orgánica. Un suelo es un material particulado, que consiste en granos sólidos y espacios vacíos encerrados por granos. Los huecos pueden llenarse con aire u otro gas, con agua u otro líquido, o con una combinación de estos. Por ello la disminución del volumen de un suelo bajo tensión podría atribuirse a: (1). Compresión de los granos sólidos, (2). Compresión de agua de poro o aire de poro, (3). Expulsión de agua porosa o aire poroso de los huecos, disminuyendo así la relación de huecos o porosidad.

La estabilidad de los taludes, Un talud de tierra es una superficie inclinada sin soporte de una masa de suelo, las pendientes de tierra se forman para formaciones ferroviarias, terraplenes de carreteras, presas de tierra, bancos de canales, diques y en muchos otros lugares. (K.R. Arora 2004, p440)

la estabilidad de taludes, es, por lo tanto, de interés para el ingeniero geotécnico, ya que la falla implica pérdida de vidas y bienes. El fallo de una pendiente de tierra implica un "deslizamiento". Fuerzas gravitacionales y fuerzas debidas a filtración de agua en la masa del suelo, desintegración progresiva de la estructura de la masa del suelo y la excavación cerca de la base se encuentran entre las principales razones del fracaso de las pendientes de la tierra. (C. venkatramaiah 1993, p318).

Cuando una estructura se coloca sobre una base que consiste en tierra, las cargas de la estructura causan que la tierra esté estresada. Los dos requisitos más importantes para la estabilidad y seguridad de la estructura son: (1) La deformación, especialmente la deformación vertical, llamada "asentamiento" del suelo, no debe ser excesivo y debe estar dentro de límites tolerables o permisibles; y (2) La resistencia al corte del suelo de la base debe ser adecuada para soportar los esfuerzos inducidos. (C. venkatramaiah 1993, p202).

Deformación del suelo, la tensión provoca cambios en las posiciones de cada punto, es decir, deformaciones del medio. Las tensiones no internas causan una compresión de las capas (variando el volumen y afectando muy poco la forma del macizo), siendo responsables de la "represión" (uniforme o diferencial) de las estructuras; Las tensiones de corte producen flujo plástico (con cambio de forma), que puede conducir a la "ruptura" del macizo, si se supera la resistencia al corte del material obtenido numéricamente por la ley de Coulomb.

Una vez concluida con las teorías relacionadas al tema, procedí a realizar la Formulación de Problemas, teniendo como Problema general la siguiente interrogante, ¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorará la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019? Y para los problemas específicos las interrogantes fueron las siguientes. 1) ¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorará la comprensibilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019? 2) ¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorará al análisis de estabilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019? 3) ¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorará la deformación de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019?

las justificaciones propuestas para la presente investigación científica fueron las siguientes:

Teórica, La cual pretende brindar los aportes teóricos sobre la implementación de geomallas en la carretera para lograr la estabilización de la estructura de pavimentos flexibles. El resultado de esta investigación podrá ser útil en el futuro garantizando su aplicación en todas las obras viales que desarrollados y aplicados conjuntamente con otras técnicas permitirán la ejecución y/o construcción de vías mucho más resistentes y vida útil funcional.

Práctica, esto debido a que existe la necesidad de mejorar y optimizar técnicas que permitan lograr una mejor estabilización de suelos en zona de relleno no controlado, con el uso de geomallas en la subrasante de las carreteras se buscan conseguir una solución práctica a una

necesidad, como corresponde a esta investigación el lograr la resistencia estructural del pavimento en carreteras.

Metodológica, La presente investigación científica cumple con los métodos científicos necesarios para demostrar validez y confiabilidad ya que toma los métodos de observación y ensayos de muestras, las cuales serán validadas mediante protocolos de calidad y ensayos de laboratorio, estos datos podrán ser utilizados en otros trabajos de investigación y de campo donde se encuentre similares características de suelos a reforzar.

Económica, La presente investigación científica beneficiará ciudad de Lima, tanto al gobierno como también a sus pobladores, ya que este tipo de técnicas en aplicación de geomallas, mejorará notablemente sus carreteras, minimizando costos en su construcción y maximizando sus beneficios a lo largo de toda la vida útil de la carretera, por lo que su mantenimiento será gastos menores.

El planteamiento de mi hipótesis general es; La aplicación de geomallas mejorará la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

Así mismo como hipótesis específica tenemos las siguientes, 1) La aplicación de geomallas mejorará la comprensibilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019. 2) La aplicación de geomallas mejorará al análisis de estabilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019. 3) La aplicación de geomallas mejorará la deformación de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

Como objetivo general se pide Determinar como la aplicación de geomallas mejora la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

los objetivos específicos son las siguientes; 1) Determinar como la aplicación de geomallas mejora la comprensibilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019. 2) Determinar como la aplicación de geomallas mejora el análisis de estabilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019. 3) Determinar como la aplicación de geomallas mejora la deformación de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Los modelos cuasi-experimentales consisten esencialmente en el mismo que el modelo experimental con la excepción del hecho de que las personas no se asignan aleatoriamente para las diferentes condiciones del estudio o investigación

Los métodos casi experimentales constituyen una clase de estudios de naturaleza empírica a la que faltan dos de las características usuales en la experimentación: un control completo y la aleatoriedad en la selección de los grupos

Método antes/después: Este método establece una medición antes de la intervención y otra después. asimismo, se puede incluir un grupo de comparativo que no reciba el estímulo y que se evalúa antes y después con el fin de medir y comparar otras variables pudiesen cambiar el efecto deseado.

PRE TEST – ESTIMULO - POST TEST

O1 - X - O2

El diseño es de medición (antes) y (después) de la variable dependiente, sin grupo control.

Dónde:

X: Variable Independiente (Geosintéticos).

O1: mediciones previas (antes de la aplicación del geosintético) de la variable dependiente (estructura de pavimento)

O2: medición posterior (después de la aplicación del geosintético) de la variable dependiente (estructura de pavimento)

Tipo de estudio

Aplicada; Esta investigación tiene la finalidad de fomentar el uso de geosintéticos en los diferentes campos de la ingeniería civil como son las viales, hidráulicas, contención y otros brindando soluciones a los diversos problemas relacionados a la estabilización de suelos.

Cuantitativa; Esta investigación es de carácter cuantitativa, ya que recoge y analiza datos numéricos de las variables las cuales nos ayudara en la toma de decisiones utilizando datos y cuadros estadísticos, las cuales serán tratadas mediante un ordenador

Longitudinal, Esta investigación tiene alcance temporal de 6 meses, durante las cuales se recolectarán los datos a ser analizados y comprobados mediante ensayos de laboratorio.

2.2 Variables y operacionalización de variables

Variable independiente: Geomalla

Geosintéticos es un término genérico para todos los materiales sintéticos poliméricos utilizados en conjunto con suelo, roca y / o cualquier otro material relacionado con ingeniería civil como una parte integral de un proyecto, estructura o sistema hecho por el hombre. (Shukla 2002, p.1).

Las geomallas son geosintéticos que están fabricado en base a polímeros sintéticos o naturales, son de forma variada como filtros, mantos, láminas o estructuras tridimensionales, así mismo tiene su principal uso en la geotecnia o la ingeniería civil. (Pavco 2009, p. 17).

Variable dependiente: Subrasante

Subrasante se denomina al suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito.

Operacionalización de variables

La operacionalización de variables es un proceso en el cual se busca descomponer la variable de estudio, de lo general a lo específico permitiéndonos un estudio más específico y con unidades de medición.

Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Geomalla	Las geomallas son geosintéticos que están fabricado en base a polímeros sintéticos o naturales, son de forma variada como filtros, mantos, láminas o estructuras tridimensionales, así mismo tiene su principal uso en la geotecnia o la ingeniería civil. Según (Pavco 2009, p. 17)	Las geomallas se evalúan tomando en cuenta las propiedades física y mecánicas e hidráulicas de su estructura, por ello nos valemos de la fichas técnicas para su medición.	Propiedades físicas	– Resistencia a los rayos ultravioleta	– Test de deterioración de geotextiles
			Propiedades mecánicas	– Resistencia a la Tensión – Sentido Longitudinal – Elongación – Sentido Transversal – Resistencia al Rasgado Trapezoidal – Resistencia al Punzonamiento – Resistencia al Estadillo	– Metodo Grab – Método de banda ancha – Metodo de bullen burst
			Propiedades hidráulicas	– Permisividad – Permeabilidad – Flujo de Agua – Tamaño de abertura aparente	– Ensayo de permeabilidad – Métodos de apertura de un geotextil

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
Subrasante	Subrasante se denomina al suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural de un pavimento. Según (Alvarado 2012, p. 6)	La subrasante debe tolerar las presiones y cargas de tal manera que no se generen fallas en las capas de su estructura, para medirlo se ejecutan una serie de ensayos donde se establecen los parámetros necesarios para la validez de ejecución de cada capa estructural.	Compacidad	– Clasificación – Consistencia – Relación de humedad y densidad – Resistencia al corte – refracción sísmica – Grado de compactación	– Ensayo de granulometría por tamizado. – Ensayo de Atterberg – Ensayo de Próctor Std. – Ensayo CBR. – Ensayo MASW – Ensayo de cono de arena
			Análisis de Estabilidad	– Factor de seguridad	– Método de equilibrio limite
			Deformaciones	– Desplazamientos totales	– Método de elementos finitos

2.3 Población y muestra

Población.

La población definida para la presente investigación estará conformada por el trazo geométrico de la vía expresa línea amarilla, que es de una longitud total de 9 kilómetros y se compone de un túnel y siete viaductos, y que intersectan a varios distritos de Lima.

Muestra.

Para esta investigación se ha tomado como muestra al Kilómetro 3+530 a 3+880, que corresponde al Viaducto 2 de la vía expresa línea amarilla, cruce de la avenida Morales Duares con la avenida Nicolás dueñas, está ubicada al margen del rio Rímac - Cercado de Lima.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos.

Técnica de la observación; Con esta técnica realizaremos el recojo de información en campo dispondremos de formatos específicos de recolección de información de las diferentes actividades como son, levantamientos topográficos, estudios de suelo, controles de compactación

Análisis documental, Con esta técnica se realizaremos los ensayos de mecánica de suelos en el laboratorio, para determinar sus propiedades físicos y mecánicas de la estructura del pavimento de la carretera en estudio, luego se procederá a realizar el análisis e interpretación de los datos.

Instrumentos.

Los instrumentos que utilizaremos en la presente investigación serán fichas técnicas, Hojas de control donde se ingresaran y registrarán los datos necesarios para determinar acciones que nos permitan evaluar los procesos respectivos de la vía línea amarilla, también se utilizarán datos de las hojas e protocolo de obra para validar los ensayos de mecánica de suelos y pavimentos

Validez.

En esta investigación se utilizaron ficha de ensayos aprobadas por el MTC que fueron validados por laboratorios que tienen la certificación de calidad de sus equipos y por el ingeniero civil responsable, así mismo para dar validez a estos instrumentos de recolección se contó con la verificación de 03 ingenieros civiles en la ficha de juicio de expertos.

Confiabilidad.

Se llevaron a cabo diversos ensayos a lo largo de la vía línea amarilla. Las muestras estarán sometidas pruebas de ensayos de laboratorio, tanto a los geosintéticos y también a los ensayos de mecánica de suelos hasta validar el nivel óptimo de resistencia de la estructura de pavimento.

2.5 Método de análisis de datos

El método que se utiliza para el análisis e interpretación de los datos, es el método cuantitativo. Utilizando técnicas de estadística descriptiva mediante el uso de tablas y gráficos realizadas en un ordenador donde se mostrarán los resultados de cada ensayo de las diferentes muestras que fueron tomadas en campo y ensayadas en el laboratorio. Todo esto con el fin de recolectar información confiable.

2.6 Aspectos éticos

El resultado mostrado en esta investigación se desarrolla respetando la propiedad intelectual de los autores citados, también los resultados mostrados de los ensayos de prueba de los diferentes mediciones y protocolos de ejecución son de fuente genuina, sin alteraciones, por lo que se respeta lo establecido en los lineamientos de investigación de la universidad cesar vallejo.

III. RESULTADOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El área de estudio corresponde a la Cimentación de la Tierra Armada del Viaducto 2, que se ubica a la progresiva PK 3+530 y PK 3+890 del proyecto Vía Expresa Línea Amarilla, intersección del río Rimac con la Av. Nicolás y que será cimentado sobre relleno estructural luego de retirar el relleno no controlado del lado del río Rimac, Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente ubicado entre el Viaducto 2 (PK 3+530 y PK 3+880); se llevó a cabo exploraciones, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

Ensayos directos

En este sector se realizaron 3 calicatas, 2 ensayos geofísicos (2 refracción sísmica y 2 MASW). Como resultado de las exploraciones geotécnicas se observó la presencia de relleno no controlado de potencia variable entre el muro existente y el margen izquierdo del río Rimac.

CALICATA	KILOMETRO	PROF.	COTA	COORDENADAS	
				ESTE	NORTE
ID	(KM)	(m)	(msnm)		
C-I	3+750	3.00	92.75	275156.1	8668702.1
C-II	3+820	5.00	94.00	275242.9	8668699.1
C-III	3+600	2.00	90.25	275010.5	8668697.5

3.1.1.1 Ensayo de mecánica de suelos

En cada calicata se registró el perfil estratigráfico del suelo de la sub rasante, clasificando visualmente los materiales mediante el procedimiento de campo establecido por el sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.). Con los resultados obtenidos de los análisis en laboratorio, se determinó las secciones de la carretera el cual describe la ubicación de las calicatas efectuadas, así como la descripción del material encontrado en cada una de ellas.

Por el estribo E-1, se encontró relleno no controlado de 3.50 m de espesor (que será reemplazado en su totalidad por relleno estructural controlado), y por estribo E-2 muestran presencia de relleno no controlado de hasta 6.0m de profundidad.

3.1.1.2 Resultados de ensayo granulométrico y atterberg

Según los resultados de análisis granulométrico y de límites Atterberg el material encontrado en la zona donde se ubica el estribo 2 del viaducto, tiene una clasificación de (GP) y en la zona del estribo 1, tiene una clasificación (GW), encontrándose material antrópico de relleno no controlado, las características se describen en el cuadro siguiente:

CALICATA ID	PROFUNDIDAD (m)	% PESO		LÍMITES DE CONSISTENCIA			CONT. HUMEDAD %	CLASIFICACION	
		MATERIAL > 4	MATERIAL < 4	LL	LP	IP		SUCS	AASHTO
C-I	3.00	60.40	39.60	0	NP	NP	2.20	GP	A-1-a (0)
C-II	5.00	70.60	29.40	0	NP	NP	4.00	GP	A-1-a (0)
C-III	2.00	67.90	32.10	0	NP	NP	2.00	GW	A-1-a (0)

3.1.1.3 Resultados de ensayo proctor modificado y ensayo CBR

Los resultados nos muestran que se obtuvo C-I tiene una máxima densidad seca de 2.21gr/cm² y un óptimo contenido de humedad de 6.4 %, C-II tiene una máxima densidad seca de 2.24gr/cm² y un óptimo contenido de humedad de 7.15 %, C-III tiene una máxima densidad seca de 2.27gr/cm² y un óptimo contenido de humedad de 6.70%, las características se describen en el cuadro siguiente:

CALICATA ID	KILOMETRO (KM)	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE SUELO SUCS	ENSAYO PROCTOR MODIFICADO		ENSAYO CBR	
				MDS gr/cm ²	OCH %	100% (0.1")	95% (0.1")
C-I	3+750	3.00	GP	2.21	6.40	41.00	28.00
C-II	3+820	5.00	GP	2.24	7.15	54.30	39.00
C-III	3+600	2.00	GW	2.27	6.70	42.60	26.50

Ensayos indirectos

Se realizaron 02 ensayos MASW y 02 ensayos de Refracción Sísmica (LS). una en cada estribo del viaducto 2, Estos ensayos nos permiten determinar los perfiles sísmicos en función a las velocidades de ondas P y S respectivamente y determinar parámetros elásticos de los estratos. Similarmente nos permite estimar con buena aproximación los parámetros de resistencia del suelo mediante correlaciones en función a la velocidad de corte de las ondas sísmicas.

3.1.1.4 Perfil estratigráfico

Según el perfil de ondas sísmicas en la margen izquierda del estribo 1, se muestra relleno no controlado de 3.50 m de espesor, subyace un estrato horizontal de 4 m de espesor y caracterizado como grava compacta, seguido por un estrato horizontal de aproximadamente 7m de espesor caracterizado como grava rígida, finalmente se tiene material caracterizado como grava muy rígida.

Según el perfil de ondas sísmicas y Calicatas, en la margen izquierda del estribo 2 de los perfiles mostrado limitado por el muro de contención existente, se muestra relleno no controlado de espesor variable entre 1.0 y 6.0m; este relleno está compuesto básicamente por bolonería, arenas, limos y gravas, asimismo presenta materiales de construcción como fragmentos de ladrillos y concreto

3.1.1.5 Resultados de cohesión por back análisis

Para determinar los valores de la cohesión de la grava se tomó los datos de varios ensayos de corte directo a gran escala y ensayos MASW, Los valores de la cohesión han sido validados mediante back análisis específicamente en 2 zonas en Lima:








- Bajada de John Lenon en la Costa Verde.
- Talud Módulo 30-C (Proyecto vías parque Rímac)

Unidad Geotecnica	Profundidad de Unidad Geotecnica	Angulo de friccion	Cohesion obtenida con el Back Analisis	
			Proyecto Vía Parque Rimac	proyecto bajada John lenon
Grava Media 180<vs<420 m/s	5 - 10	38.7	-	7.0
Grava Compacta 420<vs<560 m/s	10 - 15	41.8	24.0	19.0
Grava Rigida 560<vs<760 m/s	10 - 15	45.6	35.0	-
	15 - 20	44.4	-	40.0
Grava Muy Rigida vs<760 m/s	15 - 20	47.8	38.0	-

Back análisis considerando una estabilidad de FS=1, (factor de seguridad); en este caso se asume el ángulo de fricción y se busca la cohesión con esta condición primigenia planteada, El análisis fue realizado para cada rigidez de la grava considerando su altura; de donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tipo de suelo	Profundidad de Unidad Geotécnica	Peso específico saturado (*) (KN/m3)	Peso específico seco (*) (KN/m3)	Cohesion (KN/m2)	Angulo de fricción (°)
Grava Media	0 - 3	20.5	18.1	1	38.9
	3 - 5			3.7	38.9
	5 - 10			4.9	38.7
	10 - 15			9.1	38
	15 - 20			14.5	37.3
	>20			24	36.6
Grava Compacta	0 - 3	21.4	19	2	43.6
	3 - 5			5.1	43.6
	5 - 10			7.7	43.1
	10 - 15			17	41.8
	15 - 20			29.1	40.5
	>20			40.6	39.2
Grava Rigida	0 - 3	22.4	20	3	47.2
	3 - 5			5.8	47.2
	5 - 10			8.6	46.7
	10 - 15			21.8	45.6
	15 - 20			32.9	44.4
	>20			48.6	43.1
Grava Muy Rigida	3 - 5	23.5	20.9	6.4	50.4
	5 - 10			9.5	50
	10 - 15			24	48.9
	15 - 20			38.6	47.8
	>20			60	46.6

Por lo tanto, se estima los parámetros geotécnicos a partir de los ensayos de Línea de Refracción Sísmica – 01 y 02 y MASW – 01 y 02; utilizados para el análisis geotécnico de la presente investigación ubicado entre la progresiva del PK 3+530 hasta PK 3+880.

Material Name	Color	Unit Weight (kN/m3)	Strength Type	Cohesion (kN/m2)	Phi
Concreto		24	Mohr-Coulomb	250	45
Relleno Estructural		20	Mohr-Coulomb	0	35
Relleno no Controlado		18	Mohr-Coulomb	3	30
Grava muy Densa		22	Mohr-Coulomb	58	48.7
Grava Densa		21.5	Mohr-Coulomb	44.6	45.5
Grava Compacta		20	Mohr-Coulomb	33.6	42.9
Grava Media		19.6	Mohr-Coulomb	20.1	39.7

3.2 Análisis de densidad de campo para verificar la compacidad

El análisis de densidad de campo se realizó entre el PK 3+530 y PK 3+880 (vía de servicio adyacente al talud) lado rio rimac, se realizaron cinco (5) análisis de densidad de cono de arena en el PK 3+600 y otras cuatro (4) en el PK 3+820 en cada capa compuesta de geomalla.

Consideraciones del ensayo de cono de arena

El análisis de densidad de campo nos permite determinar la densidad seca y humedad de un suelo compactado en el campo y de esa forma verificar el grado de compactación del suelo, según norma **ASTM D 1556-82**. se establece que el dato mínimo requerido es de 95%, el cual garantiza una buena compactación. Este método puede usarse en junto con el estándar (AASHTO T-99) o el estándar modificado modificado (AASHTO T-180) Prueba de densidad para determinar el porcentaje de densidad máxima.

Resultados de densidad de campo

En el resultado densidad de campo realizados en campo en cada capa reforzada por las geomallas de ambas progresivas, el cual se describen en el siguiente cuadro resumen.

Progresiva 3+600

Resumen de control de densidad de campo								
Estructura	Elemento	Progresiva	Capa	lado	M.D.S. gr/cm3	O.C.H. %	% de Compt. Valor	% de Compt. Especificado
Viaducto 2	Relleno	3+600	1	lzquierdo	2.244	6.9	95.7	95
Viaducto 2	Relleno	3+600	2	lzquierdo	2.244	6.9	96.4	95
Viaducto 2	Relleno	3+600	3	lzquierdo	2.244	6.9	95.7	95
Viaducto 2	Relleno	3+600	4	lzquierdo	2.244	6.9	101.3	95
Viaducto 2	Relleno	3+600	5	lzquierdo	2.244	6.9	96.2	95

Progresiva 3+600

Resumen de control de densidad de campo								
Estructura	Elemento	Progresiva	Capa	lado	M.D.S. gr/cm ³	O.C.H. %	% de Compt. Valor	% de Compt. Especificado
Viaducto 2	Relleno	3+820	1	Izquierdo	2.244	6.9	96.7	95
Viaducto 2	Relleno	3+820	2	Izquierdo	2.244	6.9	98.9	95
Viaducto 2	Relleno	3+820	3	Izquierdo	2.244	6.9	96.7	95
Viaducto 2	Relleno	3+820	4	Izquierdo	2.244	6.9	95.7	95

Interpretación

Habiéndose revisado los resultados obtenidos mediante ensayos de densidad por cono de arena en cada capa ensayada tanto en el PK 3+600 y el PK 3+820, se verificó que los valores de compactación alcanzaron valores mayores al 95 % establecido en las normas ASTM D 1556-82. Esto nos confirma nuestra hipótesis 1 (La aplicación de geomallas mejorará la comprensibilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.) que el uso de geomallas en conjunto con la compactación y granulometría adecuada nos garantiza mayores valores de porcentaje de compactación

3.3 Análisis de estabilidad de taludes

El análisis de estabilidad de taludes para el tramo de análisis ubicado entre el PK 3+530 y PK 3+880 (vía de servicio adyacente al talud) se realizó dos (2) secciones del talud, Una sección en el PK 3+600 y otra seccionen el PK 3+820

Consideraciones para el análisis de estabilidad de taludes

Para el análisis de estabilidad de taludes se utilizó el programa de cómputo Slide versión 8.0, el cual sirve para evaluar el factor de seguridad o la probabilidad de falla, de superficies de falla circulares o no circulares en el suelo o laderas rocosas. Slide analiza la estabilidad de las superficies de deslizamiento utilizando métodos de equilibrio de límite de corte vertical o no vertical, tanto para condiciones estables como transitorias, permitiendo modelar configuraciones complejas, definir modelos para el suelo y la roca tales como: Mohr-Coulomb, Hoek-Brown anisotrópico, Hoek-Brown, Bartin-Bandis.

Factores de seguridad mínimos

En el cuadro se presentan los factores de seguridad mínimos aceptables, recomendados por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (U.S. Army Corps of Engineers).

Caso analizado	Factor de seguridad
Estático	1.50
Pseudoestatico	1.00

Consideraciones de carga sísmica

De acuerdo a lo establecido en los estudios realizados en el área del proyecto (Estudio de Peligro Sísmico del Proyecto Línea Amarilla. Diciembre 2011). El coeficiente de aceleración sísmica horizontal tomada para el análisis de estabilidad de taludes para un periodo de retorno de 1000 años (10% de probabilidad de excedencia en 100 años de exposición sísmica) se considera igual a $k_h=0.26$, para un Suelo Tipo C.

Resultados del análisis de estabilidad de taludes

En el análisis de Estabilidad de Taludes se consideró la evaluación local del talud adyacente a la vía de servicio y sin tomar en cuenta la estructura de tierra armada, Además se consideró una carga distribuida de 20 kPa para incorporar la carga debido a la construcción del paquete estructural del pavimento y carga vehicular.

Los resultados del análisis de estabilidad local muestran factores de seguridad en Condiciones Estáticas y Pseudo – Estáticas, donde se observan las superficies de ruptura circular. El cuadro muestra el resumen de los valores de FS obtenidos en cada sección analizada, donde se muestra las condiciones estáticas y pseudo estáticas (con $kh= 0.26g$).

Progresiva 3+600

Progresiva	Análisis de estabilidad de taludes				Condiciones de Estabilidad
	Estatico	FS = 1.50	Pseudo - Estatico	FS = 1.00	
PK 3+600	2.92	Estable	2.27	Estable	con geomalla
PK 3+600	2.02	Estable	1.37	Estable	sin geomalla

Progresiva 3+820

Progresiva	Análisis de estabilidad de taludes				Condiciones de Estabilidad
	Estatico	FS = 1.50	Pseudo - Estatico	FS = 1.00	
PK 3+820	1.45	Estable	1.05	Estable	con geomalla
PK 3+820	1.13	Inestable	0.80	Inestable	sin geomalla

Interpretación

Habiéndose revisado los resultados obtenidos mediante modelamiento en el software Slide en las secciones del PK 3+600 y el PK 3+820 se pudo constatar la inclusión de las geomallas aporta a la estabilidad de los taludes, Esto nos confirma nuestra hipótesis 2 (La aplicación de geomallas mejorará al análisis de estabilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.) al superar los factores de seguridad establecidos en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

3.4 Análisis de deformaciones

El análisis de estabilidad de taludes para el tramo de análisis ubicado entre el PK 3+530 y PK 3+890 (vía de servicio adyacente al talud) se realizó dos (2) secciones del talud, Una sección en el PK 3+600 y otra seccionen el PK 3+820.

Consideraciones para el análisis de deformaciones

Se utilizó el programa computacional PLAXIS V.8.2. El objetivo del análisis es verificar el desplazamiento vertical en la superficie superior del relleno estructural mejorado, El análisis se efectuó mediante modelamiento numérico por elementos finitos. Para ello se hizo el análisis en el PK 3+530 y PK 3+890 respectivamente, considerándose las cargas distribuidas en cada sección analizada y considerándose la disposición espacial de las geomallas y relleno estructural según la profundidad debajo de la vía

Parámetros de diseño del suelo reforzado

El planteamiento para el mejoramiento de la fundación de la vía de servicio adyacente al talud, es mediante el uso de suelo reforzado con geomallas triaxiales de 5.0m de longitud, de alta resistencia a la tracción y alto módulo de Elasticidad para elongaciones bajas.

Resistencia a la Tension Permisible		
Tult	220	Resistencia a la Tension Ultima
Rfid:	1.2	Factor de Reduccion por Daño a la Instalacion
Rfcr:	2.5	Factor de Reduccion por Fluencia
Rfid:	1.25	Factor de Reduccion por Degradacion Quimica y Biologica
Tperm	58.667	(KN/m)

Propiedades de los refuerzos utilizados en los análisis

Tipo	Análisis de estabilidad de taludes	
	Resistencia Ultima (KN/m)	Resistencia Ultima (KN/m)
Geomalla Triaxial	220	59

Resultados de análisis de deformaciones

En el resultado del Análisis Tenso Deformacional se toma en cuenta el asentamiento máximo de 1 pulgada según AASHTO guide for design of pavement structures – 1993; garantizando la funcionalidad y estabilidad del Refuerzo con Geomallas Triaxiales. Asimismo, el refuerzo colocado en una potencia de 1.50m de espesor en el estribo 1 y de 7 metros en el estribo 2, disipan la carga vehicular inducidas (estimado en 30kPa).

Los resultados se describen en el siguiente cuadro, donde se observan los comparativos realizados con y sin refuerzo de geomallas.

Progresiva 3+600

Progresiva	Análisis de deformaciones					Condicion
	L. 92 (m)	L. 94 (m)	L. 96 (m) L. 98 (m) L. 100 (m)	L. 102 (m)	L. 104 (m)	
PK 3+600	0.006	0.013	0.014	0.012	0.002	con geomalla
PK 3+600	0.007	0.030	0.035	0.030	0.005	sin geomalla

Progresiva 3+820

Progresiva	Análisis de deformaciones					Condicion
	L. 130 (m)	L. 135 (m)	L. 140 (m)	L. 145 (m)	L. 150 (m)	
PK 3+820	0.000	0.010	0.030	0.040	0.005	con geomalla
PK 3+820	0.010	0.030	0.050	0.060	0.010	sin geomalla

Interpretación

Habiéndose revisado los resultados obtenidos mediante modelamiento en el software Plaxis en las secciones del PK 3+600 y el PK 3+820 respectivamente se pudo verificar que la inclusión de las geomallas beneficia en gran medida a que la subrasante consiga una rigidez dentro de los parámetro establecido en la norma, Esto nos confirma nuestra hipótesis 3 (La aplicación de geomallas mejorará la deformación de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.) estas deformaciones alcanzadas son elásticas, debiéndose mencionar que una vez superado la carga volverá a su posición original

IV. DISCUSIÓN

La ciudad de Lima en su crecimiento urbanístico rápido y desordenado se encuentra saturada de viviendas lo cual hace que no se puedan diseñar vías por espacios públicos, ya que implicaría una expropiación y reubicación de viviendas a gran escala, es por ello que se diseñó llevar el eje de la vía paralelo al río Rímac para no afectar a la población, se hace mención que a lo largo de todo el margen del río se encuentran rellenos no controlados o antrópicos ya que durante años la población arrojaba desechos al borde del río Rímac generándose un falso suelo que no tiene la capacidad portante suficiente para soportar una estructura como es la vía línea amarilla. En esta investigación establecemos la inclusión de geomallas para el mejoramiento de la subrasante a fin de garantizar la seguridad y estabilidad de la subrasante, considerando que sobre ella irá la estructura del viaducto 2.

D0. La geomalla es el geosintético de refuerzo, su aplicación en carreteras tiene impactos positivos en lo económico, reduciendo volúmenes de movimiento de tierras; en lo técnico, incrementando la vida útil de los pavimentos; en lo ambiental, reduciendo el impacto de la emisión de carbono en las actividades de construcción realizadas con esta tecnología. Según (Novoa, 2017) en su tesis titulada “Aplicación de la Geomalla Triaxial para mejorar la estabilización de suelos blandos en la avenida Trapiche Chillón, Carabaylo – 2017”. Demostró que el uso de geomallas es una solución práctica y económica en la estabilización de suelos, incrementando su capacidad portante.

Asimismo, en esta investigación se tomó variables 3 variables independientes sujetos a investigación, con la cual se realizaron pruebas comparativas con la inclusión y sin la inclusión de geomallas para determinar la resistencia ante cargas verticales y de desplazamiento lateral. En concordancia con lo mencionado al estudio que realizó (Novoa, 2017), se confirma que las geomallas permiten que la resistencia de la subrasante sea óptima, generando funcionalidad a la carpeta asfáltica y una vida útil a la vía

D1. La compresibilidad es el grado en que una masa de suelo disminuye su volumen bajo el efecto de una carga, La compresión que sufre un suelo se debe a la disminución del volumen de los poros, ya que las partículas se asumen incompresibles o de efecto despreciable. En suelos saturados la compresión ocurre solamente si se presenta drenaje de agua. Según (Ganesh et al. 2018) en su tesis titulada "Uso de geomallas en el diseño de pavimentos flexibles", realiza una investigación experimental donde se realizan pruebas de laboratorio y de campo de CBR simulado en muestras de suelo con y sin la inclusión de Geomalla y también variando la posición de la misma en el molde, establece que los efectos positivos de las capas de sub-base reforzados con geomalla pueden utilizarse económica y ecológicamente para reducir el grosor agregado.

En la presente investigación se realizaron ensayos de densidad de cono de arena en los PK de 3+600 con 5 capas de geomalla y en el PK 3+820 con 4 geomallas, los ensayos se realizaron en cada capa para verificar el porcentaje de compactación alcanzadas y si cumplen con lo especificado en la norma NTP 339.143 (ASTM D1556), que son de 95% para subrasante, Los valores alcanzados en el PK 3+600 superan el 95% con un rango de (95.7 – 101.3) y los del PK 3+820 superan el 95% con un rango de (95.7 – 98.9) con lo cual se garantiza su compresibilidad de la subrasante

Por lo tanto, en concordancia con lo mencionado de Ganesh, se concluye que la inclusión de geomallas aumenta la funcionalidad y vida útil de la subrasante y por consiguiente se puedan diseñar pavimentos más duraderos y resistentes.

D2. Los análisis de estabilidad son importantes para analizar los puntos de deslizamiento y buscar la forma de estabilizarlo con alguna técnica y evitar riesgos innecesarios. Según (Carrión, 2019) “Análisis y diseño de la estabilidad de talud en el sector sausacocha – pallar km. 8+000 al 9+000 provincia de Sánchez Carrión, departamento de la libertad, 2017” establece que la implementación de software como slide donde nos permiten ver y tomar decisiones para su estabilización según criterio del ingeniero de diseño.

Carrión considera que taludes de El factor de seguridad mayor a 1, indica la estabilidad del talud en condiciones estáticas, Aunque sus valores por ser muy cercanos al 1 presentan una susceptibilidad a que no ocurra deslizamiento y factores de seguridad menores a 1, indica la inestabilidad del talud cuando se presenta una precipitación.

En la presente investigación los taludes están presente a lo largo de la vía donde se mantiene la vía de línea amarilla, por ello se realizó los ensayos geofísicos y de esa manera determinar la profundidad de relleno antrópicos, de lo cual mediante el uso del software SLIDE.

Se realizó un modelamiento de estabilidad tanto estativo y pseudoestaticos en 2 progresivas concretas para verificar su estabilidad mediante el uso de geosintéticos como son las geomallas. Una sección en 1 PK 3+600 y otra sección en el PK 3+820, con factores de seguridad consideradas por el ejército de los estados unidos donde establecen factores de seguridad de 1.5 en condiciones estática y de 1.0 en condiciones Pseudoestaticas.

Se comprueba que en la progresiva 3+600 con la inclusión de geomallas y sin geomallas tienen un valor superior al factor de seguridad tanto esticas y Pseudso estatica, determinando que en esta sección de la via los taludes son estables, En la sección del PK 3+820 de geomalla el talud se mantiene estable ya que tienen valores de seguridad de 1.45 en condición estática y 1.05 en condición pseudoestatica y por otro lado sin geomalla tiene un factor de seguridad estática de 1.13 y 0.8 en condición pseudestatica , determinándose para esta sección un talud inestable, para ello es necesario buscar otra forma de estabilizar este talud.

De esta forma se concuerda con Carrión que el uso del software Slide nos permite identificar la estabilidad de taludes, y se concluye que definir el método para lograr la estabilidad es necesaria garantizar la rigidez de la vía y que la inclusión de geomallas que nos garantizan una estabilidad y vida útil de la carretera.

D3. La deformación ejercida a la subrasante por las cargas de vehículos y de la estructura del viaducto 2 deberán ser resistentes para evitar problemas de hundimiento, deslizamiento y evitar fallas en los pavimentos, Según (Bustamante 2016) “Evaluación en el Nivel de Resistencia de una Subrasante, con el Uso Combinado de una Geomalla y un Geotextil” realiza una comparación de los diagramas carga/deformación en los escenarios: reforzado con geotextil y reforzado con geotextil y geomalla.

Considerando que colocar una geomalla yuxtapuesta a un geotextil, no aumenta significativamente la capacidad de soporte o reforzamiento en la estructura del pavimento, pues se debería evidenciar un mayor incremento en la rigidez, pero si se aplica solamente geomalla, mejora sustancialmente la rigidez de la subrasante de la vía.

En este trabajo de investigación se realizó un comparativo reforzamiento de la vía con la inclusión de geomalla y sin geomallas para verificar las deformaciones ejercidas a la subrasante considerando las cargas de toda la carpeta asfálticas de 30kPa

las deformaciones que proporciona el programa PLAXIS donde se observa los modelamientos con la inclusión de geomalla y sin geomallas en las secciones PK 3+600 y el PK 3+820 y considerando las normas de la AASHTO 93 donde establece como deformación máxima permitida un valor de 1 pulgada o 0.025 metros.

Se comprueban que en la sección PK 3+600 los valores con la inclusión de geomalla cumple sin problemas lo establecido en la norma y sin geomalla los parámetros están por encima del valor máximo establecido, Asimismo en la sección del PK 3+820 los valores con inclusión de geomallas están dentro del rango de la norma y sin geomallas también están con los valores por encima de los permitido en la norma.

Con esto se determina lo mencionado por Bustamante y se concluye que la inclusión de geomallas en la subrasante de la vía aumenta la rigidez de la subrasante tanto vertical y lateral permitiendo que las capas superiores disminuyan el espesor de sus respectivas capas.

V. CONCLUSIONES

Existe un aumento en la capacidad de carga dinámica de la subrasante cuando aumenta el número de geomallas utilizadas como refuerzo, esto gracias a sus propiedades, mecánicas, hidráulicas y físicas de las geomallas, de esta manera incrementa la capacidad portante del suelo, distribuyendo las cargas uniformemente sobre la superficie mejorada.

1) Al realizar los ensayos de densidad por capas, se comprobó que los mejoramientos con geomalla triaxial lograron alcanzar valores superiores al 95 % de compactación de acuerdo a la norma NTP 339.143 (ASTM D1556), este resultado es debido a que las geomallas encapsulan el material compactado en sus celdas, no permitiendo su deslizamiento lateral y mejorando la resistencia a cargas verticales, de esta forma se confirma que el uso de geomallas ayuda a la comprensibilidad del suelo mejorando su resistencia.

2) El resultado del análisis de estabilidad de taludes en las secciones evaluadas en Condiciones Estáticas y Pseudoestáticas (Estabilidad local del talud adyacente a la vía de servicio y sin tomar en cuenta la estructura de tierra armada); muestra valores superiores a los mínimos recomendados garantizando la estabilidad. La inclusión de geomallas ayuda a mantener una estabilidad local a la carretera.

3) Al realizar los análisis de deformación se se pudo comprobar que el uso de geomalla disminuye la deformación de la subrasante, donde a través de la subrasante mejorada con geomalla se obtuvo una deformación de rango 0.02 m hasta 0.014 el el PK 3+600 y de rango 0.000 hasta 0.04 en el PK 3+820 y sin geomallas superan los parámetro establecidos en la norma “AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993”, recordemos también que estas deformaciones son elásticas, que una vez que termine de ejercer la carga vertical , estas regresaran a su posición normal.

VI. RECOMENDACIONES

El uso de geomallas debe de fomentarse como una forma efectiva y moderna de mejorar las carreteras y los diferentes tipos de construcciones de manera que se puedan reforzar las subrasante y de esa forma mejorar su resistencia. Las geomallas no son biodegradable y por lo tanto son durables con lo cual aumenta la vida útil máxima del pavimento.

Es recomendable aplicar como alternativa de solución el uso de geomallas de polipropileno para realizar un mejoramiento de subrasante ya que lo que se busca es el aumento de la capacidad de carga máxima de suelos y reducción del asentamiento.

Los problemas de inestabilidad de taludes en los sectores del km 3+600 al km 3+820 fueron ocasionados por el relleno no controlado, es por ello que se recomienda realizar más estudio de suelo a lo largo de la vía línea amarilla y de esa manera evitar gastos innecesarios futuros.

Se recomienda continuar con la realización de más ensayos combinando en las capas de refuerzo otros tipos de materiales que posiblemente podría mejorar aún más la capacidad de soporte de los suelos,

VII. REFERENCIAS

1. AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement structures 1993. Washington, D.C.
2. AASHTO. (2017). AASHTO R 50-09 - Recommended Practice for Geosynthetic. Recuperado el 21 de febrero de 2017, a partir de <http://www.standardsdownload.com.au/aashto-c-3/aashto-r-5009-recommended-practice-for-geosynthetic-reinforce-p-362.html>
3. AASHTO.(2009). Geosynthetic Reinforcement of the Aggregate base Course of Flexible Pavement Structures R
4. Al-Qadi, I.L., Dessouky, S.H., Kwon J. and Tutumluer, E. (2018). Geogrids in flexible pavements: Journal of the Transportation Research Board, No. 2045, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C.
5. BRAJA, M. Principales fundamentos de ingeniería geotécnica. Barcelona: Cengage Learning. 2010, 457 pp. ISBN 97845689798
6. BROWN, S. F. (1996). Soil mechanics in pavement engineering. Géotechnique, 46(3), 383–426. doi:10.1680/geot.1996.46.3.383
7. CIDELSA. Cidelsa Geomallas. [En línea]. Lima: 2015. [Fecha de consulta: 24 de octubre de 2017.] Disponible en <http://www.cidelsa.com>.
8. C. VENKATRAMAIAH (2006). Geotechnical engineering, tirupati, india: Ed NAI
9. K.R. ARORA, (2004). Soil mechanics and foundation engineering. Delhi, USA: Ed Standar publisher distributors.
10. GAVILANES, Nydia. Diseño de la estructura del pavimento con reforzamiento de geosintético aplicado a un tramo de la carretera Zumbahua- La Maná. Disertación (Ingeniero Civil). Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2012.
11. GEOSISTEMAS PAVCO DE MEXICHEM. (junio 2009). Manual de diseño con Geosintéticos. Bogotá D.C.- Colombia: ZETTA COMUNICADORES S.A.
12. HAAS, Ralph, Walls, Jamie y R., Carrol.(2010). Geogrid Reinforcement of Granular Bases in Flexible Paviments.
13. HEINEMANN, Klaus. Introducción a la metodología de la investigación empírica. Barcelona: Ed. Paidotribo, 2003. 287pp. ISBN: 84-8019-678-5
14. HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación científica. México. Mc Graw Hill. 2010. ISBN 9701057538.

15. H. PINTO, (1996) Mecânica dos solos e suas aplicações, rio de janeiro, Brasil: Ed Livros técnicos e científicos editora s.a.
16. JORDAN, Carlos y SUAREZ, Jefferson, Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicado en las vías de acceso a la ciudadela La Milina del Cantón Salinas. Ecuador: Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2017. 129 pp, Disponible en <http://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4098>
17. KOERNER, R. M. (2012). Designing with geosynthetics. (6th Editio). United States of America: Xlibris Corporation.
18. LAMBE T.W. Y WHITMAN R.V. (1969), "Soil Mechanics", John Wiley, New York
19. MANUAL DE CARRETERAS (Perú).RD. N° 10-2014 –MTC/14. Sección suelos y pavimentos. Lima: MTC, 2014.
20. MANUAL PAVCO. Introducción a los geosintéticos. 2da. Edición. México: Mexichem, 2016.
21. M. SOUZA et al, (2019), Geosynthetic Encased Columns for Soft Soil Improvement, Londres: Ed CRC Press/Balkema
22. MERA, Jeans, Evaluación técnico- económico del uso de geomalla multiaxial como refuerzo en la subrasante de la Carretera Santa Cruz- Bellavista, distrito Bellavista- Jaén-Cajamarca”, Perú: Universidad de Cajamarca 2017. 97 pp.
23. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. (2013). Manual de carreteras
24. M. MEGUID, (2019) Advances in Geosynthetics Engineering, Cham, Switzerland
25. ORREGO, Daniel (2014). Análisis técnico económico del uso de geomallas como refuerzo de bases granulares en pavimentos flexibles. Tesis (Ingeniero Civil). Lima, Perú: Pontificia universidad Católica del Perú.
26. PAVCO. (2009). “Manual de diseño con geosintéticos”. Bogotá – Colombia. 8va edición.
27. RONDÓN y REYES (2018). Metodologías de diseño de pavimentos flexibles: tendencias, alcances y limitaciones. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. 86
28. VARGAS, MONCAYO, CÓRDOVA, MAZA, BARZOLA, VELASCO ET AL. (2017). “La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles” Universidad Autónoma de Yucatán Mérida, México

29. SANJAY (2016). "An Introduction to Geosynthetic Engineering" Edith Cowan University, Joondalup, Perth, Australia - ISBN: 978-1-4987-7809- I
30. SILVA, Mayra (2016). Mejoramiento de la subrasante con geomallas multiaxiales tipo TX140 y TX 160, aplicado a un tramo de la calle Alemania- La molina- Cajamarca 2016. Tesis (Ingeniero Civil). Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte.
31. TAYLOR & FRANCIS GROUP (2006) "The handbook of highway engineering" new York, USA ISBN 10: 0-8493-1986-2
32. TENSAR, E. (2009). Sistema de mejoramiento de carreteras. Geomallas de TENSAR
33. TENSAR. (2017). Geogrid Designs and Systems for Areas with Traffic by Tensar Corp | Tensar International. Recuperado el 20 de febrero de 2017, a partir de <http://www.tensarcorp.com/Systems-and-Products/Tensar-geogrids/Tensar-Triax-geogrid>
34. TERZAGHI K. Y PECK R.8. (1967), "Soil Mechanics in Engineering Practice", John Wiley, New York.
35. TERZAGHI, K. (1943). Theoretical soil mechanics. New York: J. Wiley.
36. TENAX, TDS006 (2018) : Design Of Flexible Road Pavements With Tenax Geogrids
37. SHUKLA (2002) "Geosynthetics and their applications" USA ISBN: 0 7277 3117 3
38. MINAYA, ORDOÑEZ (2006) "diseño moderno de pavimentos" lima, peru. 2da edición
39. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. MTC. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Resolución Directoral N° 18- 2016-MTC/14
40. ZORNBERG, J. (2013). Sistemas de pavimentos reforzados con geosintéticos. Ciencia e Ingeniería, pp. 5-23

ANEXOS

Fotografías De Ensayo De Materiales



Planos De Obra

"CRUCE DE LA AVENIDA NICOLÁS DUENAS"

VIADUCTO 2

UBICACION

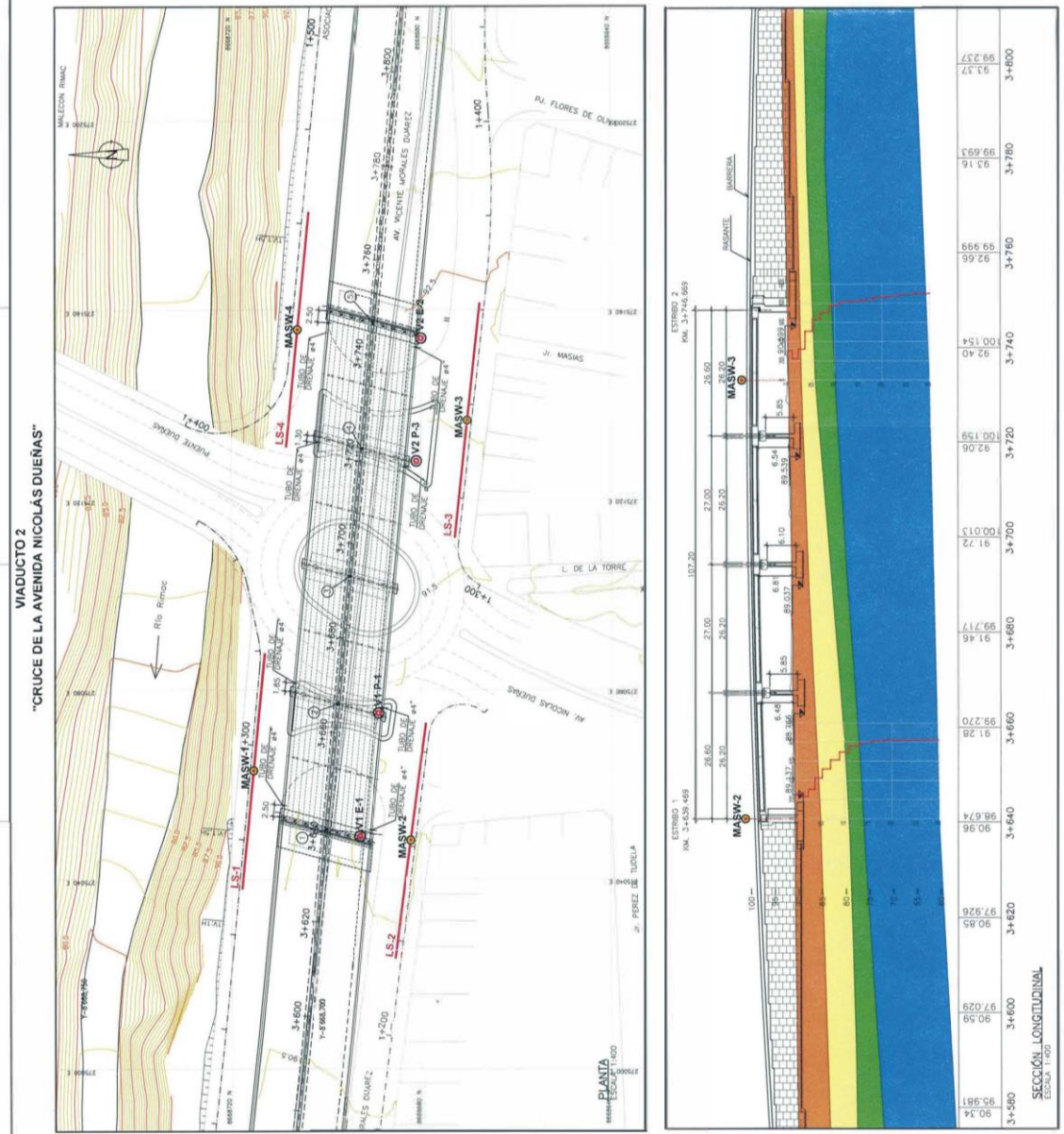
SMBOLO	LEYENDA	DESCRIPCION
MASW-1	ONDAS MSH	
LS-1	LINEA TORCIA	
VZ-P-3	REPERICION INMUNDA	

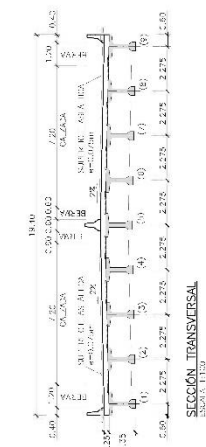
VELOCIDAD DE ONDAS DE CORTE
100 - 125 PVAJ ZONA MEDIA
125 - 150 PVAJ ZONA COMPACTA
150 - 180 PVAJ ZONA MOZA
180 - 200 PVAJ ZONA MFT PASA

NOTAS:

- 1- CANTONAMIENTO EN BARRERA DE CONCRETO
- 2- DISEÑO DE MANTENIMIENTO EN METROS ALAR HORIZONTAL
- 3- DISEÑO DE MANTENIMIENTO EN METROS ALAR VERTICAL
- 4- SISTEMA DE DRENAJE EN METROS ALAR HORIZONTAL

PROYECTO:	VIA LINEA AMARILLA
ESTACION:	3+400
FECHA:	2014
ESCALA:	1:500
PROYECTISTA:	

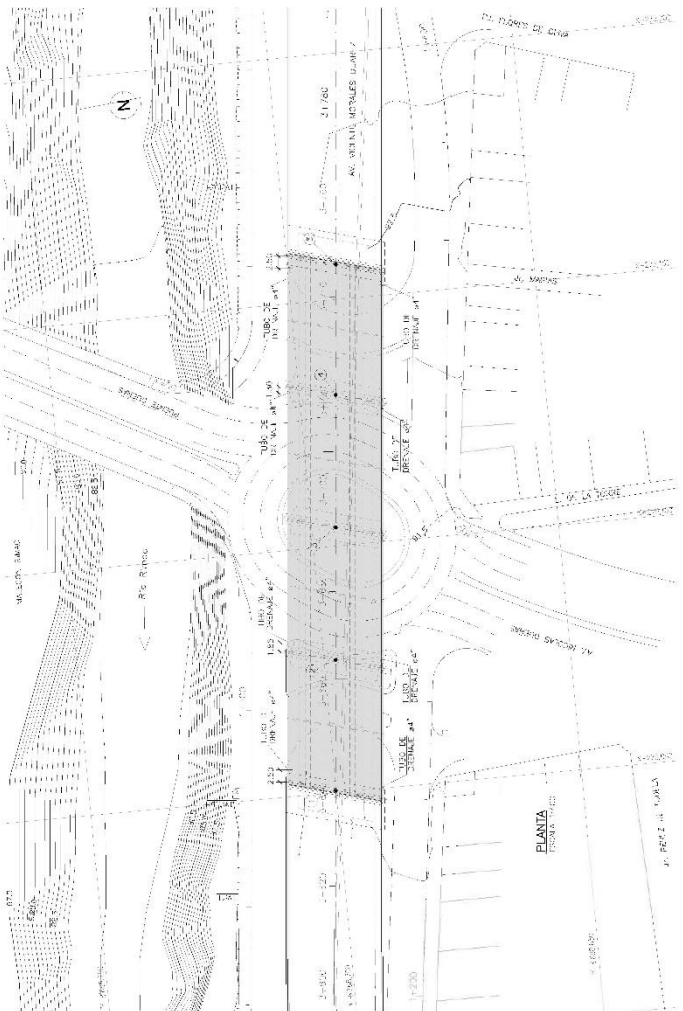
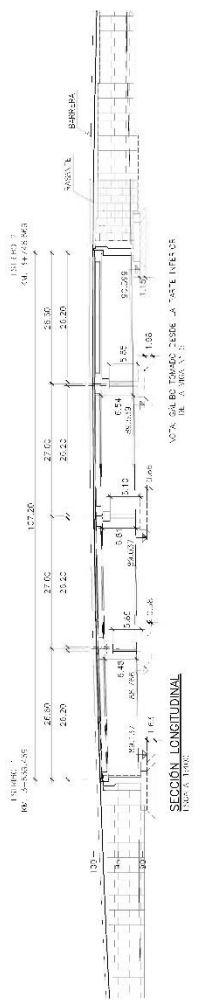




PUNTO	PROGRESIVA	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	3-254822	723824.10	866922.38
2	3-254826	723824.10	866922.38
3	3-254830	723824.10	866922.38
4	3-254834	723824.10	866922.38
5	3-254838	723824.10	866922.38

NOTA:
 1. Esta obra se ejecutará en la vía pública de la Municipalidad Metropolitana de Lima, en el distrito de Barranco, en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina. El proyecto de obra se ejecutará en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina, en el distrito de Barranco, en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina.
 2. El proyecto de obra se ejecutará en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina, en el distrito de Barranco, en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina.
 3. El proyecto de obra se ejecutará en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina, en el distrito de Barranco, en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina.
 4. El proyecto de obra se ejecutará en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina, en el distrito de Barranco, en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina.
 5. El proyecto de obra se ejecutará en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina, en el distrito de Barranco, en el sector de la Avenida del Ejército, a la altura de la Intersección con la Avenida de la Marina.

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1. CIMENTACIONES	CONCRETO
2. BARRAS DE ACERO	CONCRETO
3. PAVIMENTO	CONCRETO
4. OBRAS DE ACERQUE	CONCRETO
5. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
6. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
7. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
8. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
9. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
10. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
11. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
12. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
13. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
14. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
15. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
16. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
17. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
18. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
19. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
20. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
21. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
22. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
23. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
24. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
25. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
26. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
27. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
28. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
29. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
30. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
31. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
32. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
33. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
34. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
35. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
36. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
37. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
38. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
39. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
40. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
41. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
42. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
43. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
44. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
45. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
46. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
47. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO
48. OBRAS DE PAVIMENTACION	CONCRETO
49. OBRAS DE REVESTIMIENTO	CONCRETO
50. OBRAS DE ALIBRADO	CONCRETO



MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA

CONSTRUCCION

JEFE DE OFICINA

REVISIONES

JEFE DE OFICINA

PROYECTO VIA LINEA AMARILLA

PLAN 01

SECCION TRANSVERSAL

SECCION LONGITUDINAL

PLANTA DE OBRAS DE ACERQUE Y ALIBRADO

Ensayo de geotextil (geomallas triaxiales)

**ESPECIFICACIONES TECNICAS
GEOTEXTIL NO TEJIDO -300**

El geotextil no tejido ANDEX-300, se encuentra elaborado por fibras de polipropileno, mediante el punzonado por agujas. Las fibras punzonadas forman una red estable que mantiene la estabilidad dimensional en relación con las demás fibras.

El geotextil no tejido ANDEX-300, es altamente resistente a la degradación biológica y química, que normalmente se encuentra en los suelos.

El Geotextil no tejido ANDEX-300, posee los valores de las propiedades aquí presentadas¹ que se derivan de los ensayos para el control de calidad de la planta:

PROPIEDAD INDICE	METODO DE ENSAYO	VALOR TIPICO ²
<u>Mecánicas</u>		
Método Grab		
Resistencia a la Tensión	ASTM D 4632	990 N (223 lb)
Elongación	ASTM D 4632	> 50%
Método Tira Ancha		
Sentido Longitudinal	ASTM D 4595	16 kN/m
Elongación	ASTM D 4595	> 50%
Sentido Transversal	ASTM D 4595	15 kN/m
Elongación	ASTM D 4595	> 50%
Resistencia al Punzonamiento	ASTM D 4833	570 N (128 lb)
Resistencia al Rasgado Trapezoidal	ASTM D 4533	370 N (83 lb)
Resistencia al Punzonamiento CBR	ASTM D 6241	2.3 kN
Método Mullen Burst		
Resistencia al Estadillo	ASTM D 3786	2680 kpa (388 psi)
<u>Hidráulicas</u>		
Permisividad	ASTM D 4491	1.7 s-1
Permeabilidad	ASTM D 4491	0.32 cm/s
Flujo de Agua	ASTM D 4491	4305 L/min/m ²
Tamaño de abertura aparente (AOS)	ASTM D 4751	0.15 mm (Tamiz #100)
<u>Físicas</u>		
Resistencia a los rayos ultravioleta (% retenido a 500 horas)	ASTM D 4355	> 70%

Dimensiones del rollo: Ancho = 4m / Largo = 105m / Área = 420 m²

1. Los valores de las propiedades de esta especificación son vigentes a partir de abril 2013 y están sujetas a modificaciones sin previo aviso.
2. Los valores publicados corresponden al sentido más desfavorable del Geotextil. Los valores típicos corresponden al promedio de todos los datos históricos.

Usos: Estabilización, Filtración, control de erosión, Separación, etc.

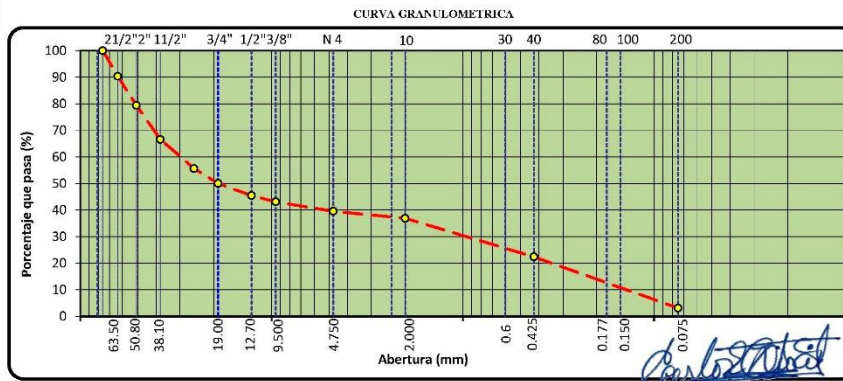
Ensayo de laboratorio de suelos

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422**

Fecha : Octubre - 2019

Proyecto : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.
Solicitante : John William Mateo Cajachahua
Ubicación : Cercado de Lima
Estructura : Viaducto 2
Progresiva : 3+750 (Lado izquierdo) **Material** : Terreno de fundación
Sondeo : C - I **Tamaño Máximo** : 3"
Muestra : M - 3 **Peso Inicial** : 50048 gr
Profundidad : 3.00 **Fracción seca** : 990.90 gr

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
						Gradación "B"		
3 1/2"	80.89							
3"	76.200				100.0			
2 1/2"	63.500	4836.0	9.7	9.7	90.3			%Peso Material >4: 60.4%
2"	50.800	5482.0	11.0	20.6	79.4			% Peso Material <4: 39.6%
1 1/2"	38.100	6394.0	12.8	33.4	66.6			Límite Líquido (LL): 0.0
1"	25.400	5476.0	10.9	44.3	55.7			Límite Plástico (LP): NP
3/4"	19.000	2826.0	5.6	50.0	50.0			Índice Plástico (IP): NP
1/2"	12.700	2284.0	4.6	54.5	45.5			Clasificación(SUCS): GP
3/8"	9.500	1174.0	2.3	56.9	43.1			Clasific.(AASHTO): A-1-a (0)
Nº 4	4.750	1776.0	3.5	60.4	39.6			
Nº 8	2.360							
Nº 10	2.000	66.0	2.6	63.1	36.9			Contenido de Humedad : 2.2
Nº 16	1.190							Materia Orgánica :
Nº 20	0.840							Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600							Índice de Liqueidez :
Nº 40	0.425	363.50	14.5	77.6	22.4			Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300							
Nº 80	0.177							>3" = 33.8 %
Nº 100	0.150							
Nº 200	0.075	482.90	19.3	96.9	3.1			
< Nº 200	FONDO	78.50	3.1	100.0				



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 76173

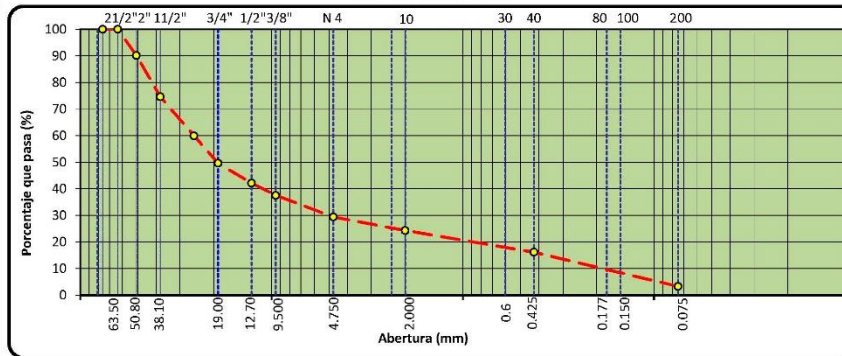
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422**

Fecha : Octubre - 2019

Proyecto : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.
Solicitante : John William Mateo Cajachahua
Ubicación : Cercado de Lima
Estructura : Viaducto 2
Progresiva : 3+820 (Lado izquierdo) **Material** : Terreno de fundación
Sondeo : C - II **Tamaño Máximo** : 3"
Muestra : M - 3 **Peso Inicial** : 39695 gr
Profundidad : 5.00 **Fracción seca** : 920.20 gr

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						Gradacion "B"		
3 1/2"	80.89							
3"	76.200				100.0			
2 1/2"	63.500		0.0	0.0	100.0			%Peso Material >4: 70.6%
2"	50.800	3912.0	9.9	9.9	90.1			% Peso Material <4 29.4%
1 1/2"	38.100	6176.0	15.6	25.4	74.6			Límite Líquido (LL) : 0.0
1"	25.400	5800.0	14.6	40.0	60.0			Límite Plástico (LP) : NP
3/4"	19.000	4108.0	10.3	50.4	49.6			Índice Plástico (IP) : NP
1/2"	12.700	2956.0	7.4	57.8	42.2			Clasificación(SUCS) : GP
3/8"	9.500	1830.0	4.6	62.4	37.6			Clasific.(AASHTO) : A-1-a (0)
Nº 4	4.750	3240.0	8.2	70.6	29.4			
Nº 8	2.360							
Nº 10	2.000	158.6	5.1	75.7	24.3			Contenido de Humedad : 4.0
Nº 16	1.190							Materia Orgánica :
Nº 20	0.840							Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600							Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	256.60	8.2	83.8	16.2			Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300							
Nº 60	0.177							>3" = 29.7 %
Nº 100	0.150							
Nº 200	0.075	402.10	12.8	96.7	3.3			
< Nº 200	FONDO	103.90	3.3	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 D.N. CIP N° 76173

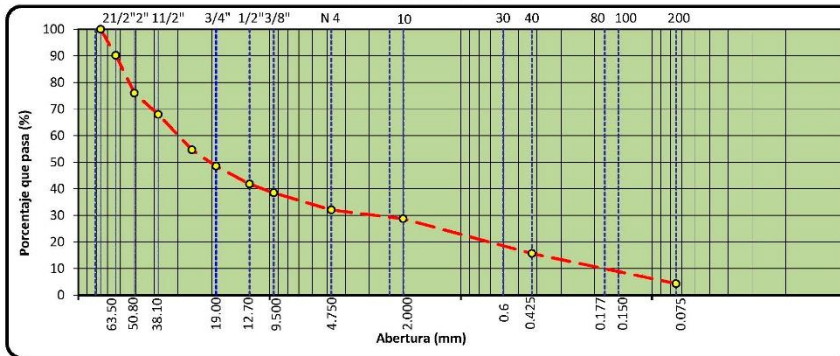
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM - D422**

Fecha : Octubre - 2019

Proyecto : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.
Solicitante : John William Mateo Cajachahua
Ubicación : Cercado de Lima
Estructura : Viaducto 2
Progresiva : 3+600 (Eje de vía) **Material** : Terreno de fundación
Sondeo : C - III **Tamaño Máximo** : 3"
Muestra : M - 3 **Peso Inicial** : 30025 gr
Profundidad : 2.00 **Fracción seca** : 939.20 gr

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
						Gradacion "B"		
3 1/2"	80.89							
3"	76.200				100.0			
2 1/2"	63.500	2940.0	9.8	9.8	90.2			%Peso Material >4: 67.9%
2"	50.800	4276.0	14.2	24.0	76.0			% Peso Material <4 32.1%
1 1/2"	38.100	2392.0	8.0	32.0	68.0			Límite Líquido (LL) : 0.0
1"	25.400	4014.0	13.4	45.4	54.6			Límite Plástico (LP) : NP
3/4"	19.000	1826.0	6.1	51.5	48.5			Índice Plástico (IP) : NP
1/2"	12.700	2024.0	6.7	58.2	41.8			Clasificación(SUCS) : GW
3/8"	9.500	998.0	3.3	61.5	38.5			Clasific (AASHTO) : A-1-a (0)
Nº 4	4.750	1912.0	6.4	67.9	32.1			
Nº 8	2.360							
Nº 10	2.000	97.5	3.3	71.2	28.8			Contenido de Humedad : 4.0
Nº 16	1.190							Materia Orgánica :
Nº 20	0.840							Índice de Consistencia :
Nº 30	0.600							Índice de Liquidez :
Nº 40	0.425	383.40	13.1	84.3	15.7			Descripción del (IC) :
Nº 50	0.300							
Nº 60	0.177							>3" = 40.9 %
Nº 100	0.150							
Nº 200	0.075	330.50	11.3	95.6	4.4			
< Nº 200	FONDO	127.80	4.4	100.0				

CURVA GRANULOMETRICA



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA ASTM - D 2216**

PROYECTO : *Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 la vía línea amarilla, lima 2019.*

SOLICITANTE : *John William Mateo Cajachahua*

UBICACIÓN : *Cercado de Lima*

Estructura : *Viaducto 2*

Progresiva : *Km. 3+750 (Lado Izquierdo)*

Sondeo : *C - I*

Muestra : *M - 3*

Prof. (m.) : *3.00*

Fecha : *Octubre - 2019*

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)			
Tara N°	A15	B15	Z14
Peso de recipiente + muestra húmeda (g)	5248.60	5787.60	6247.50
Peso de recipiente + muestra seca (g)	5154.80	5687.30	6152.60
Peso del recipiente (g)	1215.80	1128.70	1302.70
Peso del agua (g)	93.80	100.30	94.90
Peso de la muestra seca (g)	3939.00	4558.60	4849.90
Contenido de humedad (%)	2.4	2.2	2.0
Contenido de Humedad promedio (%)	2.2		

Observación : *La identificación del tipo de roca ha sido proporcionada por el cliente*


CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA ASTM - D 2216**

PROYECTO : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 la vía línea amarilla, lima 2019.

SOLICITANTE : John William Mateo Cajachahua

UBICACIÓN : Cercado de Lima

Estructura : Viaducto 2

Progresiva : Km. 3+820 (Lado izquierdo)

Sondeo : C - II

Muestra : M - 3

Prof. (m.) : 5.00

Fecha : Octubre - 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)				
Tara N°		A15	B15	Z14
Peso de recipiente + muestra húmeda	(g)	5896.00	5872.00	5886.00
Peso de recipiente + muestra seca	(g)	5716.00	5681.00	5718.00
Peso del recipiente	(g)	1215.80	1128.70	1302.70
Peso del agua	(g)	180.00	191.00	168.00
Peso de la muestra seca	(g)	4500.20	4552.30	4415.30
Contenido de humedad	(%)	4.0	4.2	3.8
Contenido de Humedad promedio	(%)	4.0		

Observación : La identificación del tipo de roca ha sido proporcionada por el cliente


CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA ASTM - D 2216**

PROYECTO : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2
la vía línea amarilla, lima 2019.

SOLICITANTE : John William Mateo Cajachahua

UBICACIÓN : Cercado de Lima

Estructura : Viaducto 2

Progresiva : Km. 3+600 (Eje de vía)

Sondeo : C - III

Muestra : M - 3

Prof. (m.) : 2.00

Fecha : Octubre - 2019

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)			
Tara N°	A15	B15	Z14
Peso de recipiente + muestra húmeda (g)	5228.00	5786.20	6328.40
Peso de recipiente + muestra seca (g)	5141.80	5694.80	6239.60
Peso del recipiente (g)	1215.80	1128.70	1302.70
Peso del agua (g)	86.20	91.40	88.80
Peso de la muestra seca (g)	3926.00	4566.10	4936.90
Contenido de humedad (%)	2.2	2.0	1.8
Contenido de Humedad promedio (%)	2.0		

Observación : La identificación del tipo de roca ha sido proporcionada por el cliente



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76173

**LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318**

Proyecto : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

Solicitante : John William Mateo Cajachahua

Ubicación : Cercado de Lima

Estructura : Viaducto 2

Progresiva : Km. 3+750 (Lado izquierdo)

Sondeo : C - 1 **Fecha** : Octubre - 2019

Muestra : M - 3

Profundidad (mts.) : 3.00 **Material** : Terreno de Fundación

Límites de Atterberg

LL (%): NP
LP (%): NP
IP (%): NP

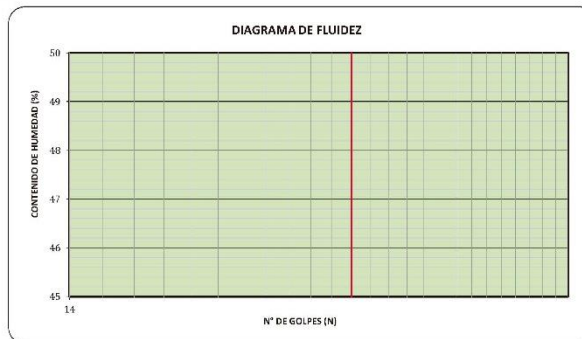
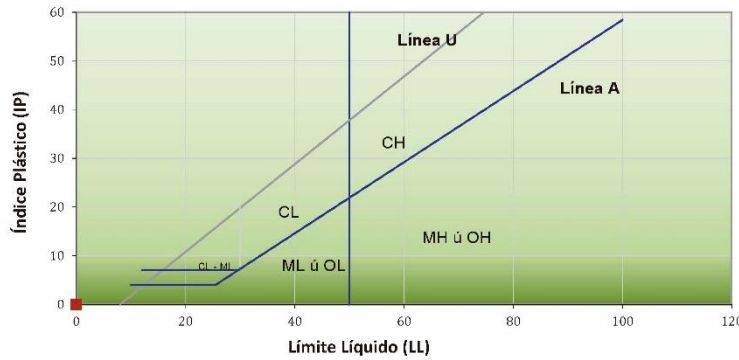


GRÁFICO DE PLASTICIDAD



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante


CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

**LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318**

Proyecto : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

Solicitante : John William Mateo Cajachahua

Ubicación : Cercado de Lima

Estructura : Viaducto 2

Progresiva : Km. 3+820 (Lado Izquierdo)

Sondeo : C - II **Fecha** : Octubre - 2019

Muestra : M - 3

Profundidad (mts.) : 5.00 **Material** : Terreno de Fundación

Límites de Atterberg

LL (%): NP
LP (%): NP
IP (%): NP

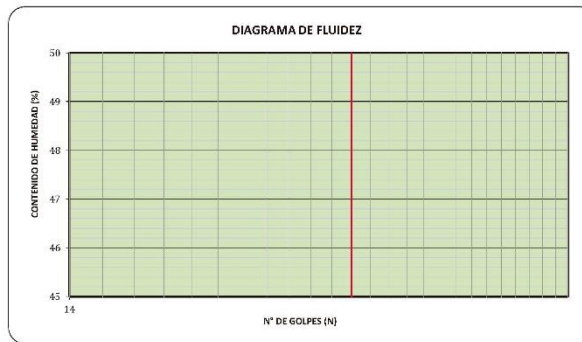
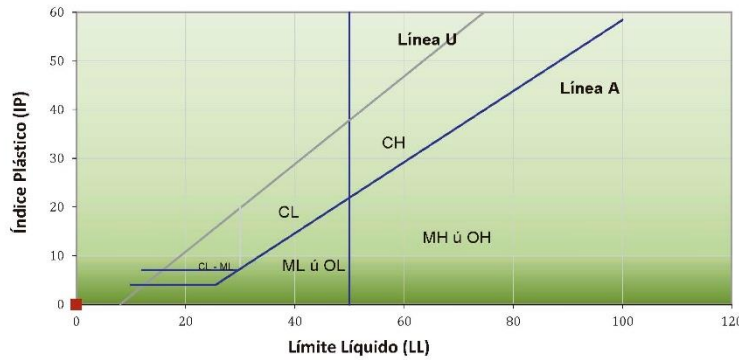


GRÁFICO DE PLASTICIDAD



Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

Carlos Enrique Tito Silva
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

**LÍMITES DE ATTERBERG
ASTM - D4318**

Proyecto : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

Solicitante : John William Mateo Cajachahua

Ubicación : Cercado de Lima

Estructura : Viaducto 2

Progresiva : Km. 3+600 (Lado Izquierdo)

Sondeo : C - III **Fecha** : Octubre - 2019

Muestra : M - 3

Profundidad (mts.) : 2.00 **Material** : Terreno de Fundación

Límites de Atterberg

LL (%): NP
LP (%): NP
IP (%): NP

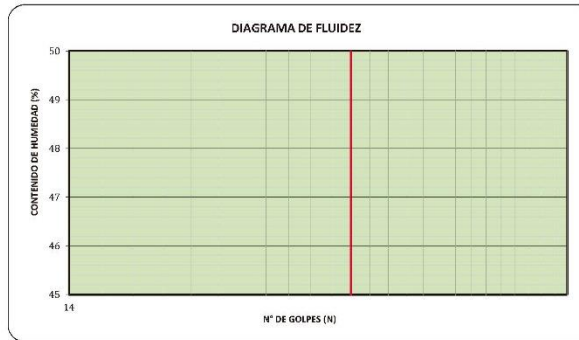
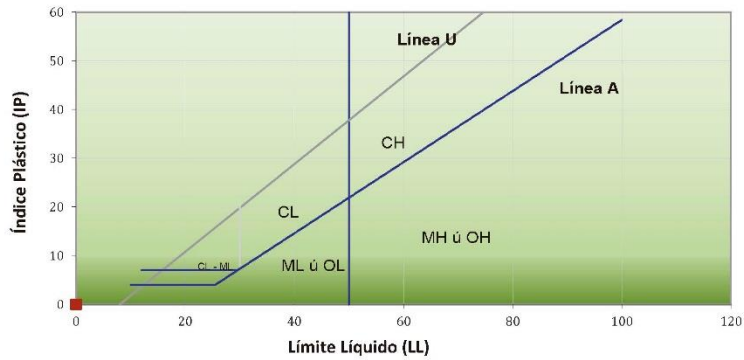


GRÁFICO DE PLASTICIDAD



Carlos Tito Silva
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

Nota: Las muestras han sido proporcionadas e identificadas por el solicitante

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557**

PROYECTO : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

SOLICITANTE : John William Mateo Cajachahua

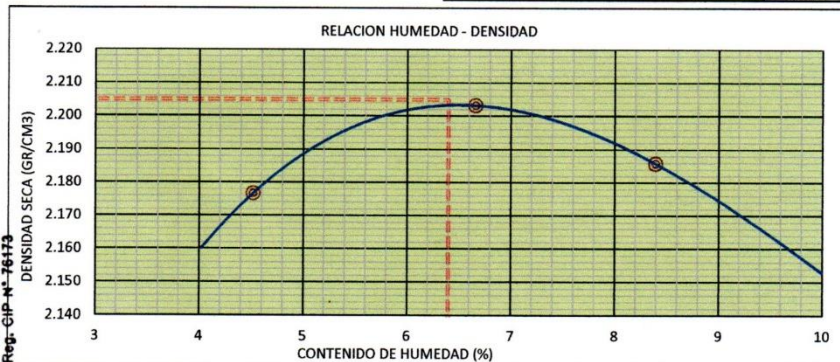
UBICACIÓN : Cercado de Lima

Estructura : Viaducto 2
Progresiva : 3+750
Sondaje : C - 1
Muestra : M - 3
Prof. (m) : 3.00

Clasificación SUCS : GP
Clasificación AASTHTO : A-1-a-(0)
Metodo de compactacion : C

Metodo de preparacion : Humeda
Contenido de Humedad recibido (%) : -
Descripción del pison : Manual
Gravedad específica : -

Peso suelo + molde (gr)	11245	11404	11445	11430	
Peso molde (gr)	6422	6422	6422	6422	
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4823	4982	5023	5008	
Volumen del molde (cm ³)	2120	2120	2120	2120	
Peso volumétrico húmedo (gr)	2.275	2.350	2.369	2.362	
Recipiente N°	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del suelo húmedo+tara (gr)	738.3	762.3	761.9	780.1	
Peso del suelo seco + tara (gr)	706.4	714.7	702.9	700.3	
Tara (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (gr)	31.9	47.6	59.0	79.8	
Peso del suelo seco (gr)	706.4	714.7	702.9	700.3	
Contenido de agua (%)	4.52	6.66	8.39	11.40	
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	2.177	2.203	2.186	2.121	
Densidad máxima (gr/cm³)					2.205
Humedad óptima (%)					6.40



Carlos Enrique Tito Silva
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76473

Observaciones: _____

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557**

PROYECTO : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

SOLICITANTE : John William Mateo Cajachahua

UBICACIÓN : Cercado de Lima

Estructura : Viaducto 2

Progresiva : 3+820

Sondaje : C - II

Muestra : M - 3

Prof. (m) : 5.00

Clasificación SUCS : GP

Clasificación AASTHTO : A-1-a-(0)

Metodo de compactacion : C

Metodo de preparacion : Humeda

Contenido de Humedad recibido (%) : -

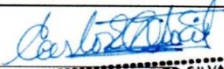
Descripción del pison : Manual

Gravedad específica : -

Peso suelo + molde	(gr)	11149	11372	11496	11419	
Peso molde	(gr)	6422	6422	6422	6422	
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	4727	4950	5074	4997	
Volumen del molde	(cm ³)	2120	2120	2120	2120	
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.230	2.335	2.393	2.357	
Recipiente N°		0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	701.4	679.0	718.0	746.5	
Peso del suelo seco + tara	(gr)	680.2	643.2	670.0	684.2	
Tara	(gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua	(gr)	21.2	35.8	48.0	62.3	
Peso del suelo seco	(gr)	680.2	643.2	670.0	684.2	
Contenido de agua	(%)	3.12	5.57	7.16	9.11	
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	2.162	2.212	2.233	2.160	
Densidad máxima (gr/cm³)						2.235
Humedad óptima (%)						7.15



Observaciones:


 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 16973

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras identificadas.

**PROCTOR MODIFICADO
ASTM D 1557**

PROYECTO : Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.

SOLICITANTE : John William Mateo Cajachahua

UBICACIÓN : Cercado de Lima

Estructura : Viaducto 2

Progresiva : 3+600

Sondaje : C - III

Muestra : M - 3

Prof. (m) : 2.00

Clasificación SUCS : GP

Clasificación AASTHTO : A-1-a-(0)

Metodo de compactacion : C

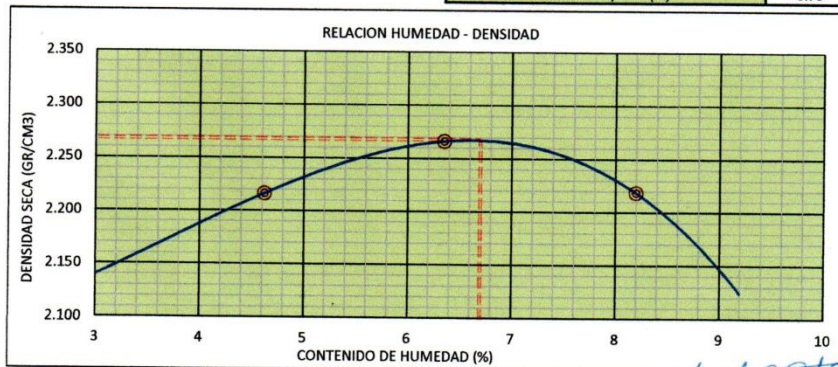
Metodo de preparacion : Humeda

Contenido de Humedad recibido (%) : -

Descripción del pison : Manual


Gravedad específica : -

Peso suelo + molde (gr)	11072	11338	11532	11511	
Peso molde (gr)	6422	6422	6422	6422	
Peso suelo húmedo compactado (gr)	4650	4916	5110	5089	
Volumen del molde (cm ³)	2120	2120	2120	2120	
Peso volumétrico húmedo (gr)	2.193	2.319	2.410	2.400	
Recipiente N°	0.00	0.00	0.00	0.00	
Peso del suelo húmedo+tara (gr)	691.2	753.8	726.8	640.3	
Peso del suelo seco + tara (gr)	672.1	720.5	683.4	591.8	
Tara (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	
Peso de agua (gr)	19.1	33.3	43.4	48.5	
Peso del suelo seco (gr)	672.1	720.5	683.4	591.8	
Contenido de agua (%)	2.84	4.62	6.35	8.20	
Peso volumétrico seco (gr/cm ³)	2.133	2.216	2.266	2.219	
Densidad máxima (gr/cm³)					2.268
Humedad óptima (%)					6.70



Observaciones:

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.


CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76173

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

Proyecto: Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante de la vía línea amarilla km. 3+750 - 3+890, lima 2019.

Solicitante: John William Mateo Cajachagua

Ubicación: Cercado de Lima

Fecha: Octubre - 2019

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 0762 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS: Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

Estructura:	Viaducto 2 al Viaducto 3	Sondeo:	C - 1	Muestra:	M - 3
Profundidad (m):	2.50 - 3.00	Progresiva:	Km. 3+750 (Lado Izquierdo)	Tipo de Material:	Suelo
Cantera:	---			Condición de la muestra:	Muestra Alterada

Método de preparación:	Húmeda	Clasificación SUCS:	GP
Sobrepeso:	4.54	Clasificación AASHTO:	A-1-a (0)
		Método de compactación:	ASTM D1557

COMPACTACION

Molde Nº	7		8		9	
	5		5		5	
Capas Nº	55		25		12	
Golpes por capa Nº	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Condición de la muestra	12053.0	13100.0	13008.0	13095.5	12768.8	12893.8
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8106.0	8106.0	8179.0	8179.0	8133.0	8133.0
Peso del suelo húmedo (g)	4947.0	4994.0	4829.0	4906.5	4835.8	4750.6
Volumen del molde (cm ³)	2108.0	2108.0	2108.0	2108.0	2114.0	2114.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.347	2.369	2.293	2.330	2.193	2.247
Tara (Nº)	A 225	A 142	A 95	A 165	A 202	A 168
Peso suelo húmedo + tara (g)	975.0	998.5	833.3	943.5	996.8	970.4
Peso suelo seco + tara (g)	928.8	930.8	792.7	885.5	849.0	905.4
Peso de tara (g)	170.4	185.5	180.8	187.4	205.8	199.0
Peso de agua (g)	48.4	56.0	40.8	58.1	47.8	65.0
Peso de suelo seco (g)	758.2	745.1	631.9	688.1	743.2	706.4
Contenido de humedad (%)	6.40	7.52	6.43	8.32	6.40	9.20
Densidad seca (g/cm ³)	2.206	2.203	2.155	2.151	2.061	2.058

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTANDAR (kg/cm ²)	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
		Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		15	111			12	98			10	90		
1.270		55	288			50	284			46	247		
1.905		82	404			73	365			69	347		
2.540	70.5	125	592	558.9	41.0	98	474	450.2	33.0	88	430	368.8	27.0
3.810		184	852			147	689			119	598		
5.080	105.7	243	1112	1159.2	58.7	190	878	917.1	44.8	148	685	761.6	37.2
6.350		325	1475			246	1125			195	900		
7.620		383	1777			303	1377			260	1187		
10.160		505	2278			420	1897			395	1786		
12.700		608	2731			490	2210			460	2076		

Observaciones

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú
Teléfono Of. Lima: (01) 4347295
www.gmigingenieros.com

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 76173

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

Proyecto: Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante de la vía línea amarilla km. 3+750 - 3+890, Ima 2019

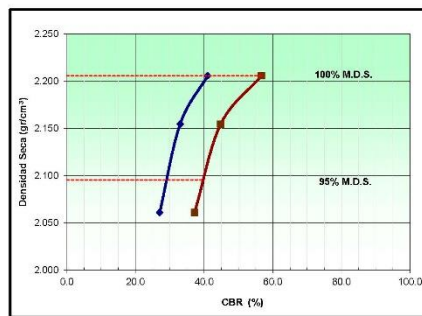
Solicitante: John William Mateo Cajachahua

Ubicación: Cercado de Lima

Fecha: Octubre - 2019

Ensayo: California Bearing Ratio (CBR)
Método: ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
 California Bearing Ratio (CBR) SUELOS: Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

Estructura: Viaducto 2 al Viaducto 3
Profundidad (m): 2.50 - 3.00
Sondeo: C - 1
Progresiva: Km. 3+750 (Lado Izquierdo)
Muestra: M - 3
Tipo de Material: Suelo
Condición de la muestra: Muestra Alterada
Cantera: ---


Datos de la Muestra:

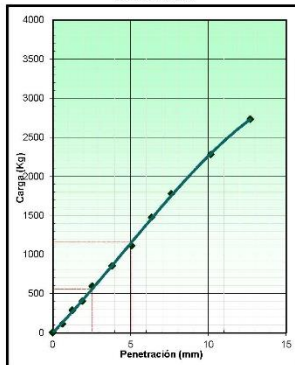
Clasificación SUCS : GP
 Clasificación AASHTO : A-1-a (0)
 Método de compactación : ASTM D1557
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.206
 Óptimo contenido de humedad (%) : 6.40
 95% Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.095

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	41.0	0.2":	56.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	28.0	0.2":	37.9

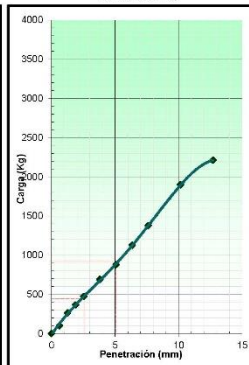
RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 41.0 (%)
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 28.0 (%)

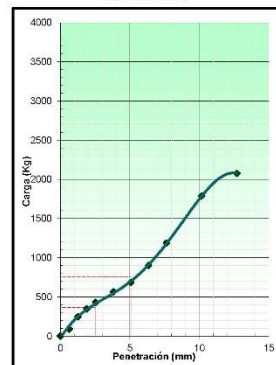
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:



La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II- SMP - Lima - Perú
 Teléfono Of. Lima: (01) 4347295
 www.gmigingenieros.com


CARLOS ENRIQUE TITO SILVA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 76173

Resultados De Densidad De Suelo

Ensayo De Densidad De Campo Pk 3+600

		Obra: Línea Amarilla									
SERVICIO		Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto									
ENSAYO		DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)									
UBICACIÓN DE SERVICIO		Documento de ref.									
VIADUCTO 2		N° CORRELATIVO									
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS											
ESTRUCTURA:	VIADUCTO 2	FECHA:	9/12/2019								
ELLEMENTO:	MEJORAMIENTO DE FUNDACIÓN CIZQ	NORMA:	AASHTO T191, ASTM D1 556, MTC E117								
UBICACIÓN:	AV. MORALES DUAREZ KM: 3+600	P. MUESTREO:	N.A.								
DATOS DE LA MUESTRA											
Hoyo N°:		1	2	3	4	5					
Progresiva (Km.):		3+600	3+600	3+600	3+600	3+600					
Lado:		IZQ	IZQ	IZQ	IZQ	IZQ					
Capa:		01	02	03	04	05					
01	Peso de la Arena + Frasco	gr	7029.0	7025.0	7020.0	7058.0	7013.0				
02	Peso de la Arena Remanente + Frasco	gr	1660.0	1625.0	1680.0	1986.0	1840.0				
03	Peso de la Arena Empleada (1-2)	gr	5369.0	5400.0	5340.0	5072.0	5173.0				
04	Peso de la Arena en el Cono y Placa	gr	1645.0	1645.0	1645.0	1645.0	1645.0				
05	Peso de la Arena en el Hoyo (03-04)	gr	3724.0	3755.0	3695.0	3427.0	3528.0				
06	Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.388	1.388	1.388	1.388	1.388				
07	Volumen del Hoyo (05/06)	cm ³	2683.0	2705.3	2662.1	2469.0	2541.8				
DENSIDAD SECA IN SITU DE LA MUESTRA TOTAL :											
08	Peso de la Muestra Estándar del Hoyo - Recipiente	gr	6567.0	6683.0	6480.0	6247.0	6180.0				
09	Peso del Recipiente	gr	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0				
10	Peso de Muestra Estándar del Hoyo (08-09)	gr	6547.0	6663.0	6460.0	6227.0	6160.0				
11	Densidad Húmeda In Situ (10/07)	gr/cm ³	2.440	2.463	2.427	2.522	2.423				
12	Densidad Seca In Situ (11-12) (1-10/100)	gr/cm ³	2.314	2.334	2.300	2.385	2.287				
Contenido de la Humedad de la Fracción Fina (ASTM D-2216)											
13	Peso de la Muestra Humeda + Tarro	gr									
14	Peso de la Muestra Seca + Tarro	gr									
15	Peso de Agua (13-14)	gr									
16	Peso del tarro	gr									
17	Peso de la Muestra (14-16)	gr									
18	Humedad de la Fracción Fina (15/17*100)	%	7.90	8.20	7.70	7.80	7.90				
19	Humedad de la Muestra Total (27*24 / 28*25*100)	%	5.45	5.51	5.51	5.76	5.96				
CORRECCIÓN A LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD POR PARTICULAS EXTRADIMENSIONADAS (ASTM D-4718) :											
20	Peso de la Muestra Estándar Seca 22/23	gr	6208.5	6315.1	6123.0	5897.5	5913.6				
21	Peso del Material Extradimensionado Húmedo	gr	2215.0	2314.0	2017.0	1770.0	1644.0				
22	Peso del Material extradimensionado seco 21/11 (27/100)	gr	2193.7	2351.2	1997.6	1753.0	1628.2				
23	Peso del Material de la Fracción Fina seca (19-21) (1+18/100)	gr	4014.8	3964.0	4125.3	4134.5	4185.4				
24	Material Extradimensionado 22/20*100	%	35.3	37.2	32.6	29.8	28.0				
25	Material de la Fracción Fina 23/20*100	%	64.7	62.8	67.4	70.2	72.0				
26	Peso específico del Material extradimensionado (ASTM C-127)		2.695	2.695	2.695	2.695	2.695				
27	Aborción del Material extradimensionado (ASTM C-127)		0.97	0.97	0.97	0.97	0.97				
28	Humedad de la Fracción Fina -18	%	7.90	8.20	7.70	7.80	7.90				
29	Densidad Seca de la Fracción Fina 12*26*25(100*26-12*24)	gr/cm ³	2.148	2.163	2.148	2.273	2.159				
GRADO DE COMPACTACIÓN CORREGIDA :											
30	Máxima densidad Seca (Proctor Modificado)	gr/cm ³	2.244	2.244	2.244	2.244	2.244				
31	Humedad Óptima (Proctor Modificado ASTM D-1557)	%	6.90	6.90	6.90	6.90	6.90				
32	Valor de Compactación 29/30*100	%	95.7	96.4	95.7	101.3	96.2				
% MÍNIMO DE COMPACTACIÓN ESPECIFICADO :											
			95%	95%	95%	95%	95%				
<table border="1" style="width: 100%; height: 20px;"> <tr> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> </table>											
Firma y Sello		Firma y Sello		Firma y Sello							
Técnico de Laboratorio		Jefe de Laboratorio		Gerente de Calidad							
		 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 76173									

Ensayo De Densidad De Campo Pk 3+820

 Obra: Línea Amarilla	
SERVICIO	VERSION
Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	
ENSAYO	N° ENSAYO
DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)	
UBICACIÓN DE SERVICIO	N° CORRELATIVO
VIADUCTO 2	Documento de ref.

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
ESTRUCTURA:	VIADUCTO 2	FECHA:	9/2/2019
ELEMENTO:	MEJORAMIENTO DE FUNDACIÓN CAZQ	NORMA:	AASHTO T191, ASTM D1556, MTC E117
UBICACIÓN:	AV. MORALES DUAREZ KM. 3+820	P. MUESTREO:	N.A.

DATOS DE LA MUESTRA					
Hoyo N°:	1	2	3	4	
Progresiva (Km.):	3+820	3+820	3+820	3+820	
Lado:	IZQ	IZQ	IZQ	IZQ	
Capa:	01	02	03	04	
01 Peso de la Arena + Frasco	gr	709.0	702.0	705.0	712.0
02 Peso de la Arena Remanente + Frasco	gr	172.0	179.4	183.6	180.0
03 Peso de la Arena Emplacada (1-2)	gr	529.0	522.6	521.4	532.0
04 Peso de la Arena en el Cono y Placa	gr	1645.0	1645.0	1645.0	1645.0
05 Peso de la Arena en el Hoyo (03-04)	gr	3654.0	3581.0	3571.0	3677.0
06 Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.388	1.388	1.388	1.388
07 Volumen del Hoyo (05/06)	cm ³	2632.6	2580.0	2572.8	2649.1

DENSIDAD SECA IN SITU DE LA MUESTRA TOTAL :					
08 Peso de la Muestra Extraída del Hoyo + Recipiente	gr	6415.0	6380.0	6225.0	6430.0
09 Peso del Recipiente	gr	20.0	20.0	20.0	20.0
10 Peso de Muestra Extraída del Hoyo (08-09)		6395.0	6360.0	6205.0	6410.0
11 Densidad Humedad In Situ (10/07)	gr/cm ³	2.429	2.465	2.412	2.420
12 Densidad Seca In Situ 11/(1+(19/100))	gr/cm ³	2.289	2.337	2.279	2.289

Contenido de la Humedad de la Fracción Fina (ASTM D-2216)					
13 Peso de la Muestra Humeda + Tarro	gr				
14 Peso de la Muestra Seca + Tarro	gr				
15 Peso de Agua (13-14)	gr				
16 Peso del tarro	gr				
17 Peso de la Muestra (14-16)	gr				
18 Humedad de la Fracción Fina (15/17*100)	%	8.00	7.30	7.40	7.80
19 Humedad de la Muestra Total (27*24+28*25)/100	%	6.11	5.49	5.83	5.72

CORRECCIÓN A LA DENSIDAD SECA Y CONTENIDO DE HUMEDAD POR PARTICULAS EXTRADIMENSIONADAS (ASTM D-4718) :					
20 Peso de la Muestra Extraída Seca 22+23	gr	6027.0	6020.0	5863.2	6063.5
21 Peso del Material Extradimensional Humedo	gr	1640.0	1740.0	1446.0	1870.0
22 Peso del Material extradimensional seco 21/(1+(27/100))	gr	1624.2	1723.3	1432.1	1852.0
23 Peso del Material de la Fracción Fina seca (10-21)/(1+18/100)	gr	4402.8	4305.7	4431.1	4211.5
24 Material Extradimensional 22/20*100	%	26.9	28.6	24.4	30.5
25 Material de la Fracción Fina 23/20*100	%	73.1	71.4	75.6	69.5
26 Peso específico del Material extradimensional (ASTM C-127)		2.695	2.695	2.695	2.695
27 Absorción del Material extradimensional (ASTM C-127)		0.97	0.97	0.97	0.97
28 Humedad de la Fracción Fina - 18	%	8.00	7.30	7.40	7.80
29 Densidad Seca de la Fracción Fina 12*26*25/(100*26+12*24)	gr/cm ³	2.169	2.219	2.171	2.147

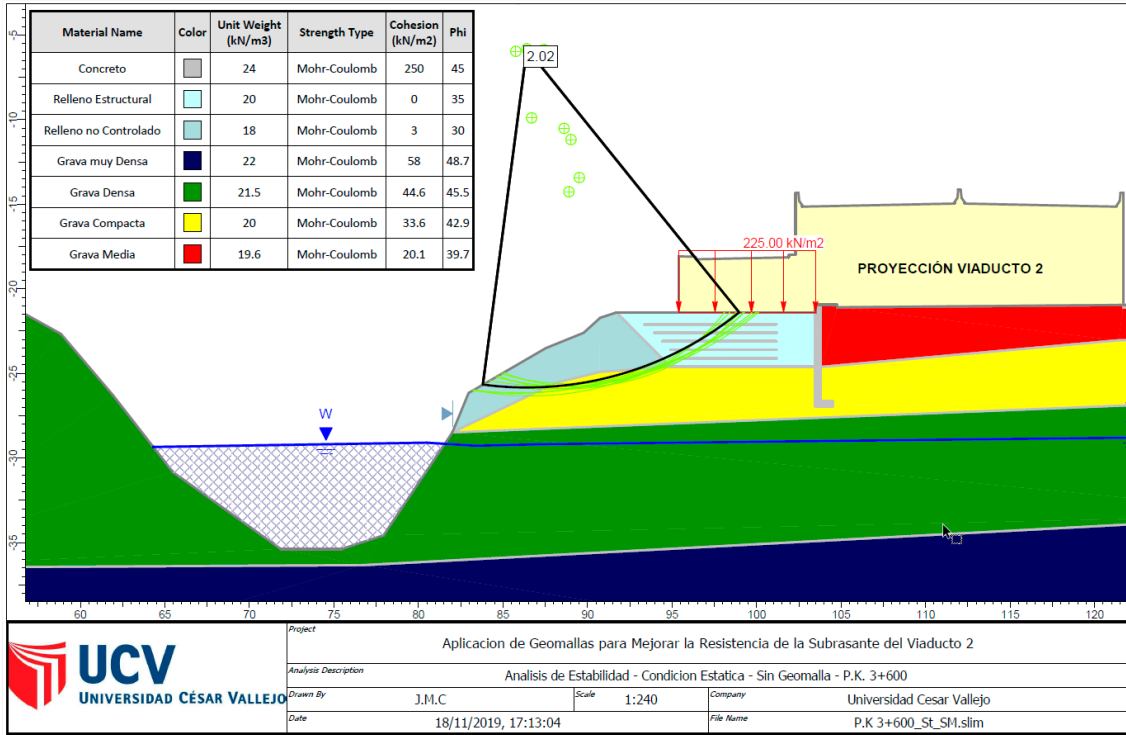
GRADO DE COMPACTACIÓN CORREGIDA :					
30 Máxima densidad Seca (Proctor Modificado)	gr/cm ³	2.244	2.244	2.244	2.244
31 Humedad Óptima (Proctor Modificado ASTM D-1557)	%	6.90	6.90	6.90	6.90
32 Valor de Compactación 29/30*100	%	96.7	98.9	96.7	95.7

% MÍNIMO DE COMPACTACIÓN ESPECIFICADO :		95%	95%	95%	95%
---	--	-----	-----	-----	-----

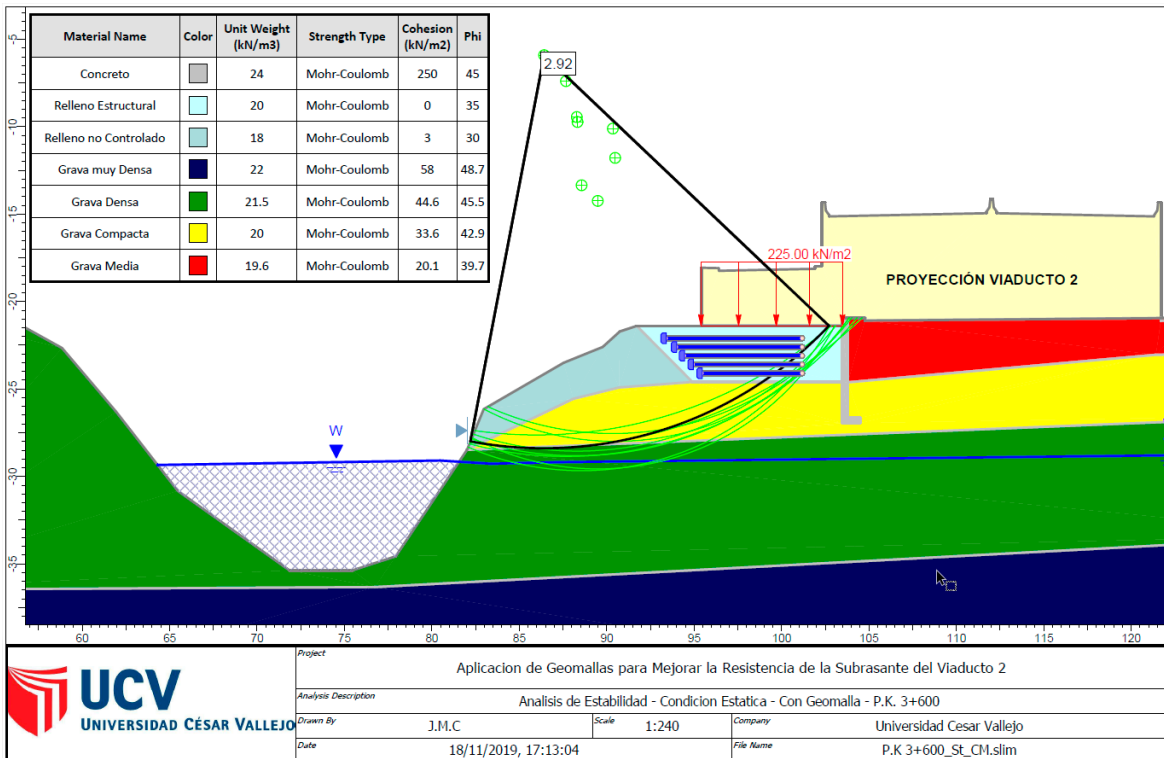
Firma y Sello Tecnico de Laboratorio	Firma y Sello Jefe de Laboratorio	Firma y Sello Gerente de Calidad
	 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 76173	

Resultados De Análisis De Estabilidad De Taludes

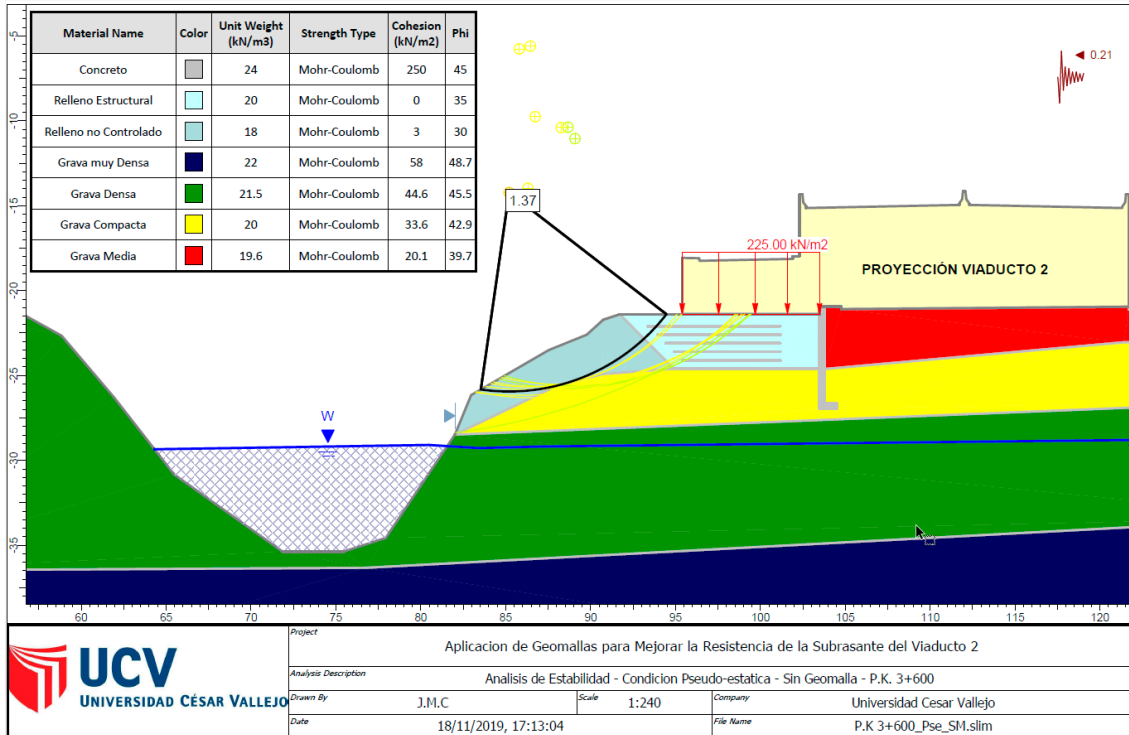
Condición estática sin geomalla PK 3+600



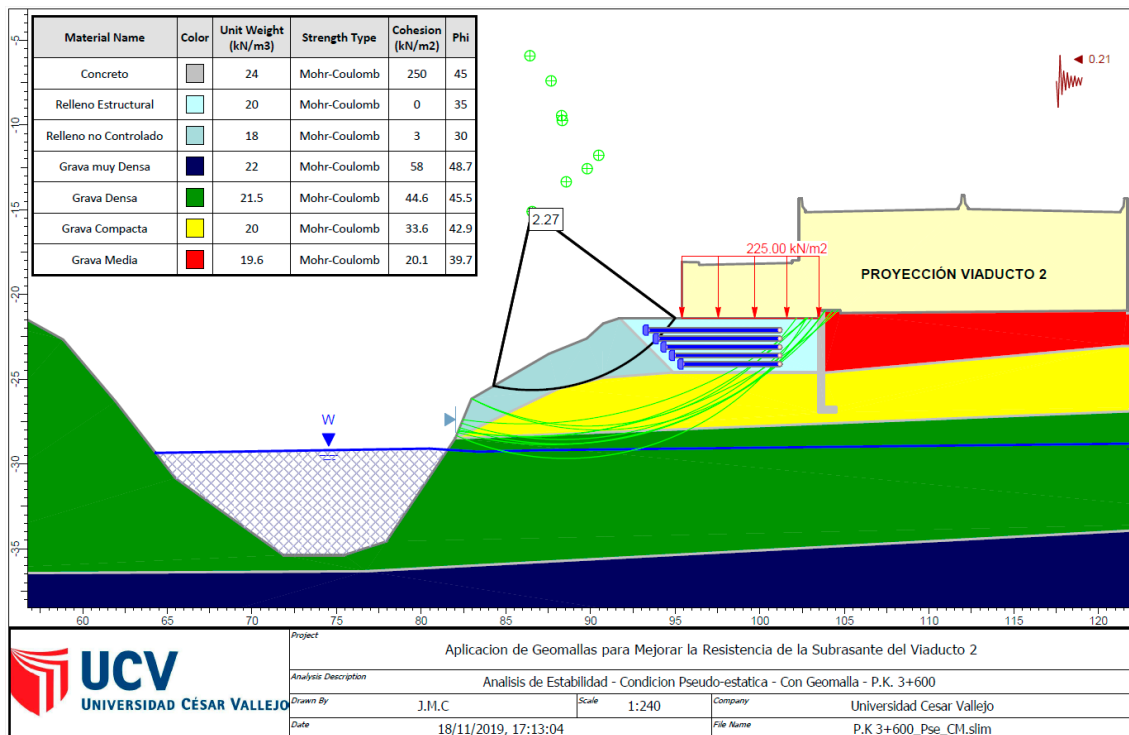
Condición estática con geomalla PK 3+600



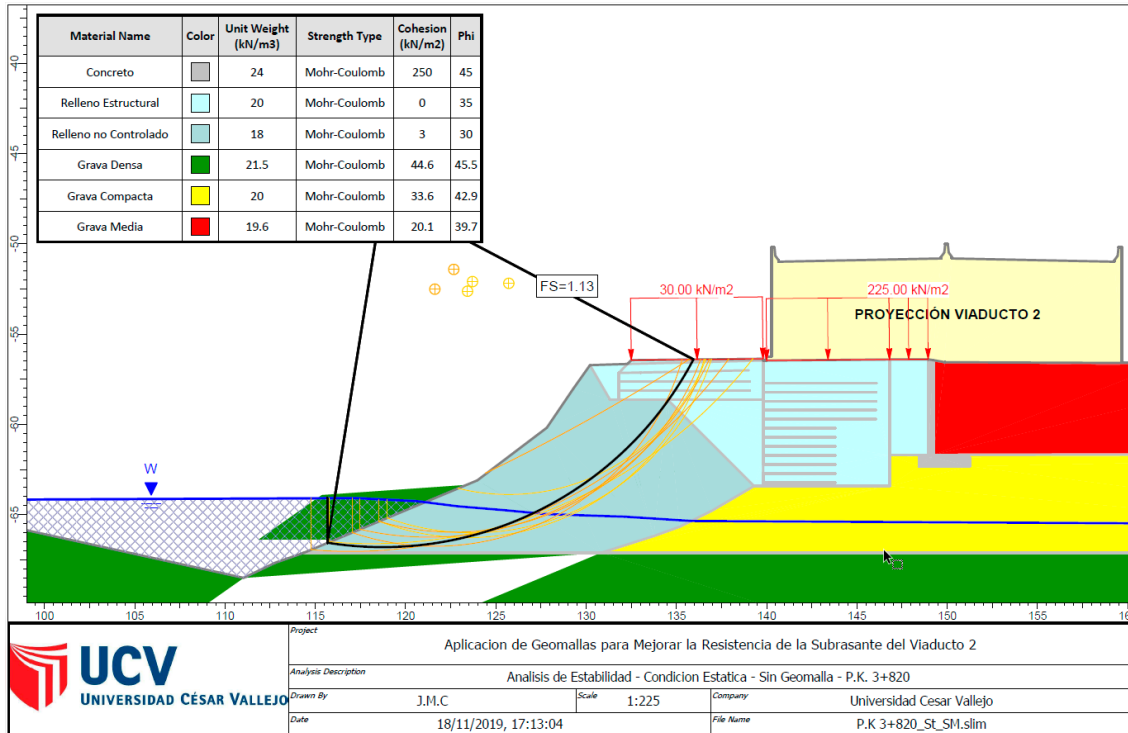
Condición Pseudo-estática sin geomalla PK 3+600



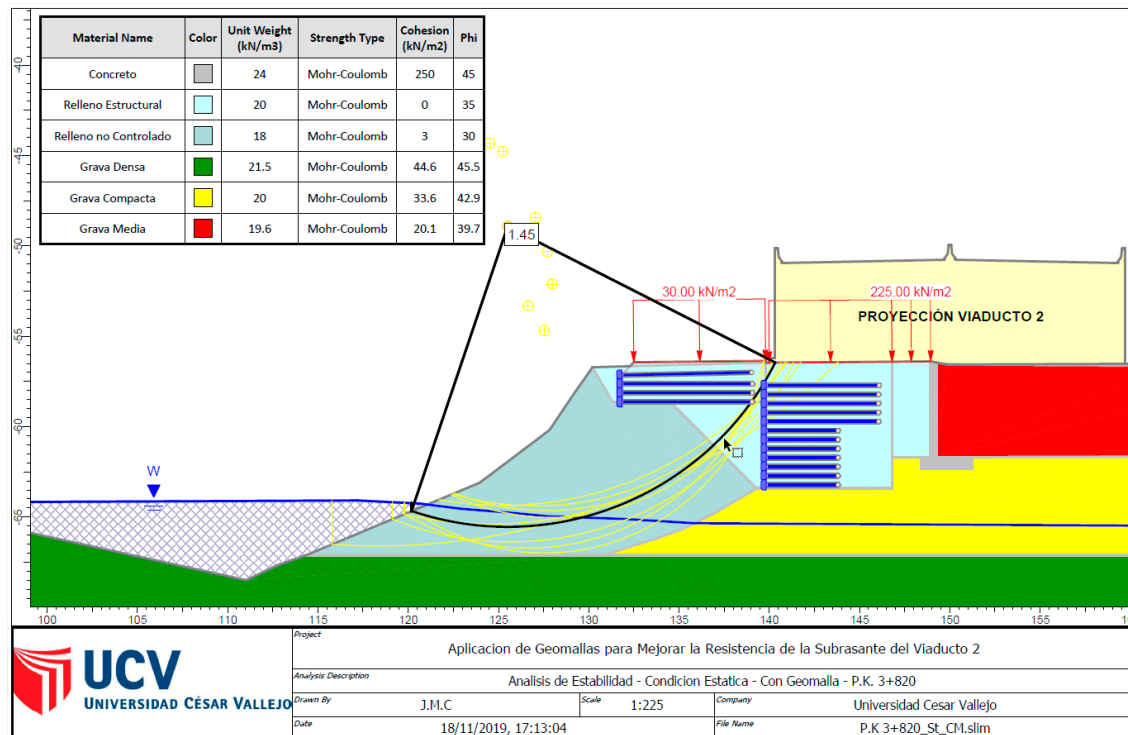
Condición Pseudo-estática con geomalla PK 3+600



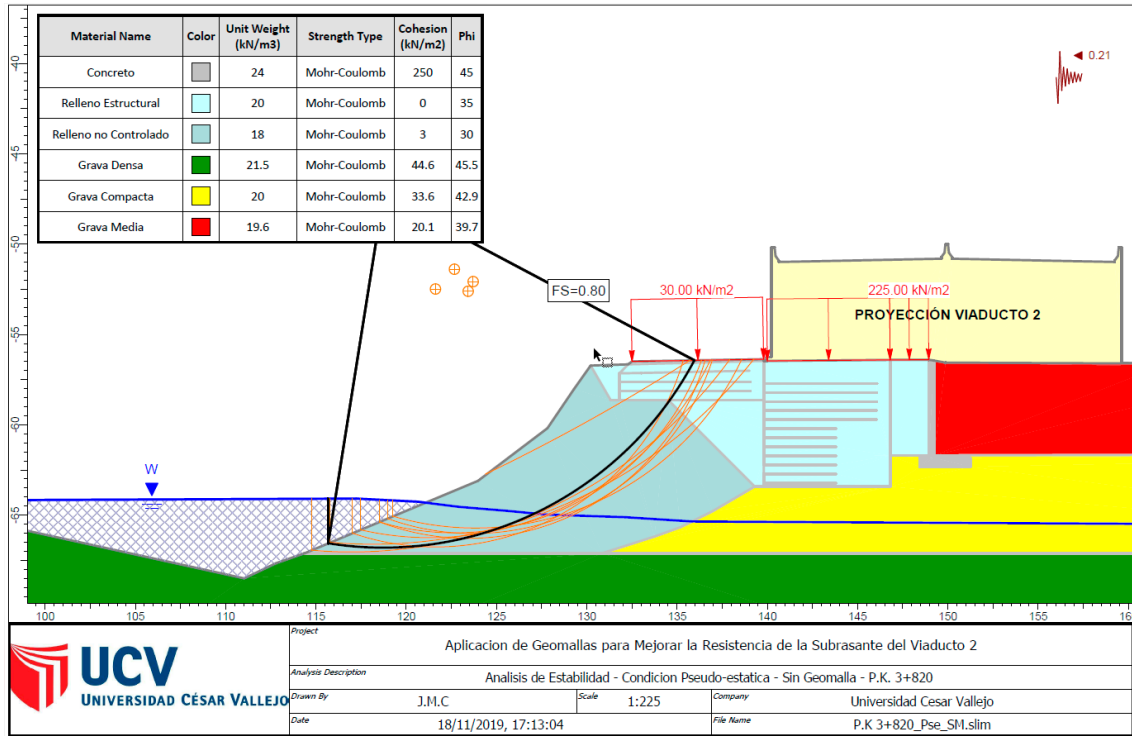
Condición estática sin geomalla PK 3+820



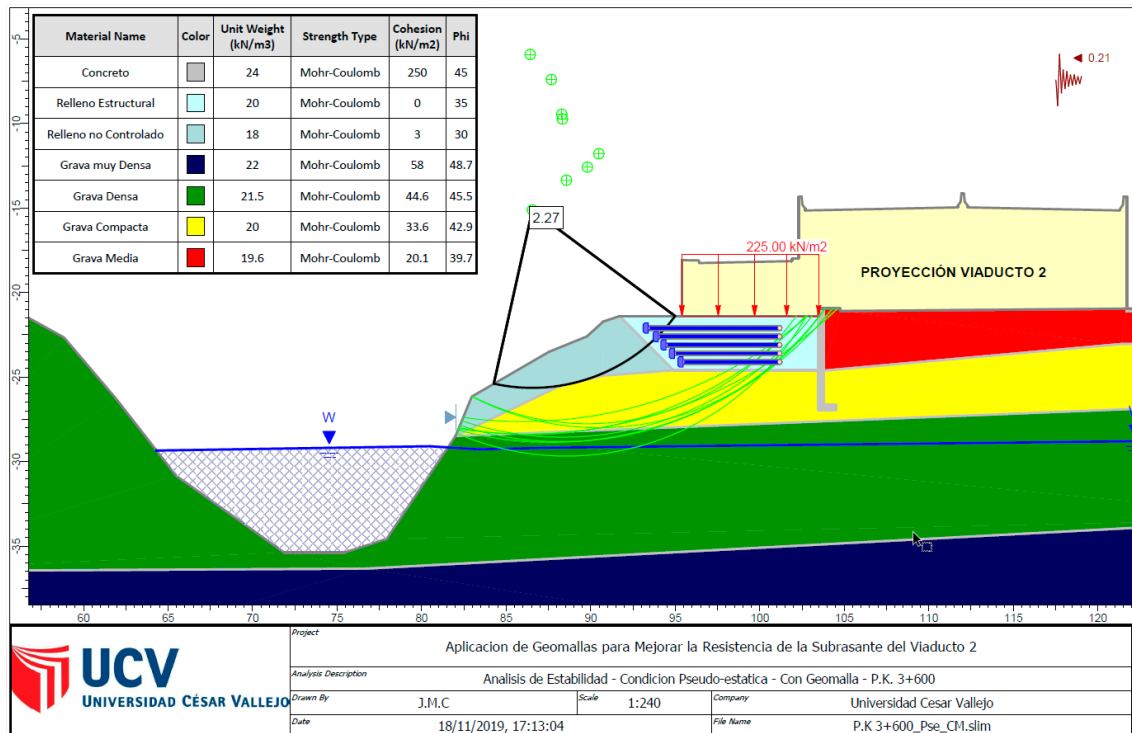
Condición estática con geomalla PK 3+820



Condición Pseudo-estática sin geomalla PK 3+820

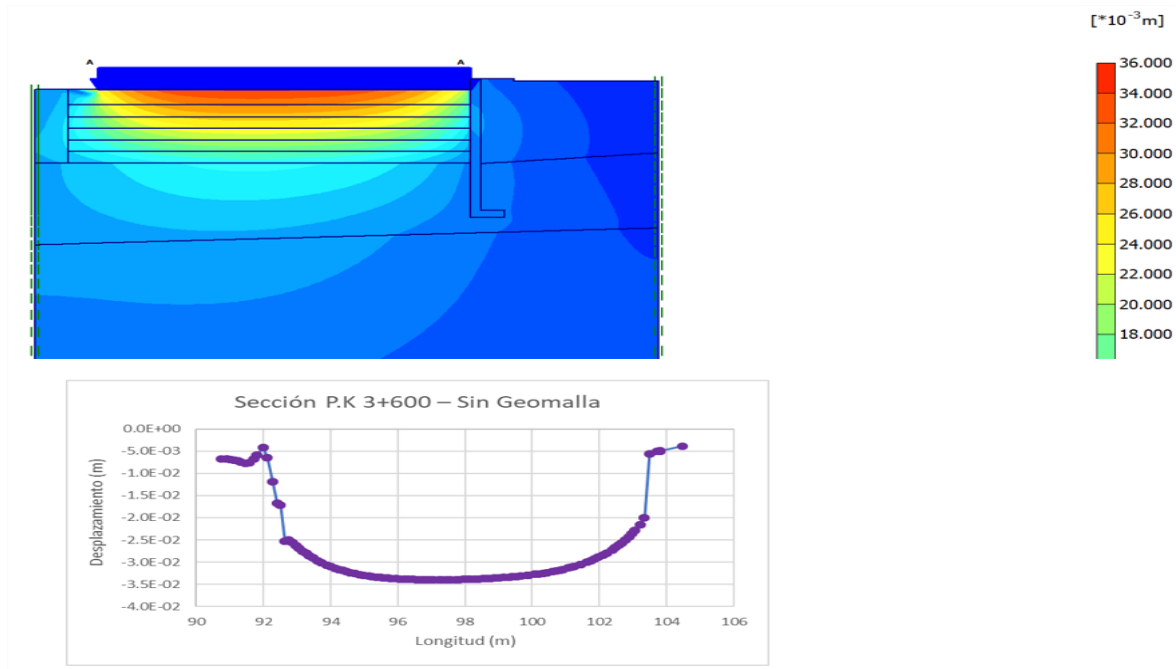


Condición Pseudo-estática con geomalla PK 3+820

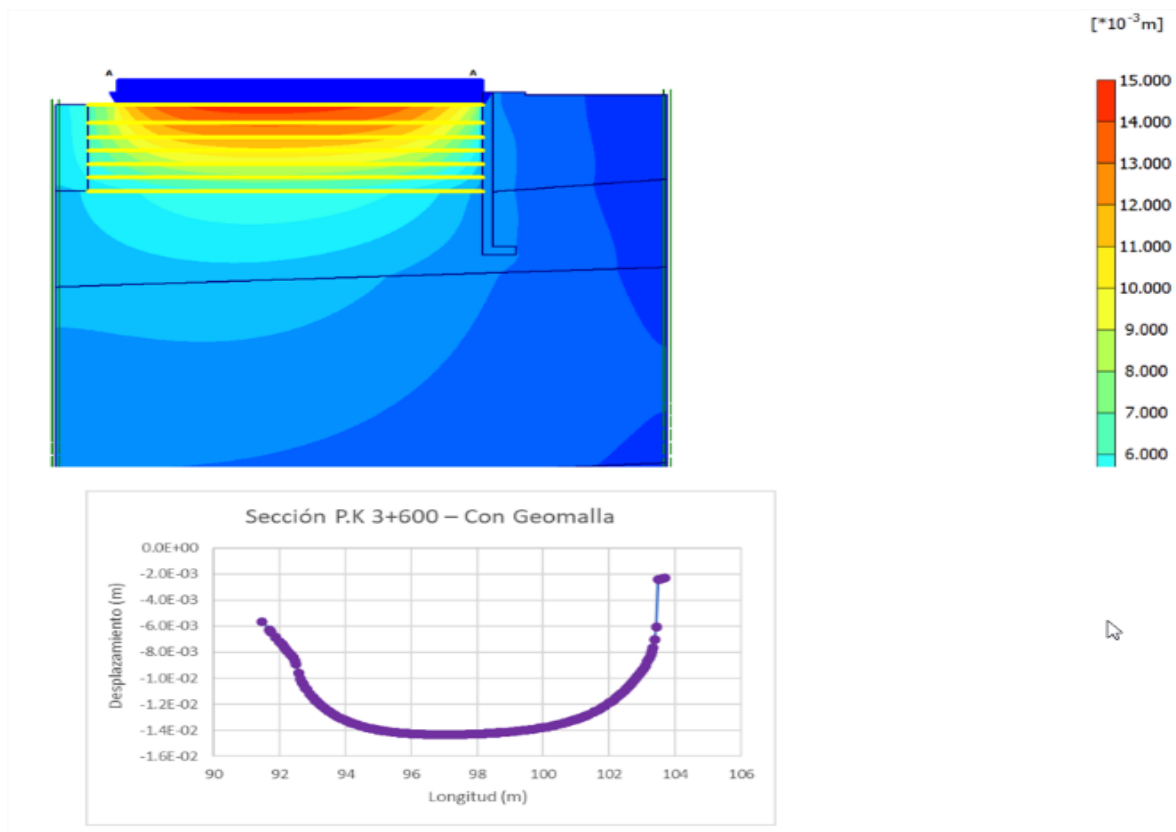


Resultados De Análisis De Deformaciones

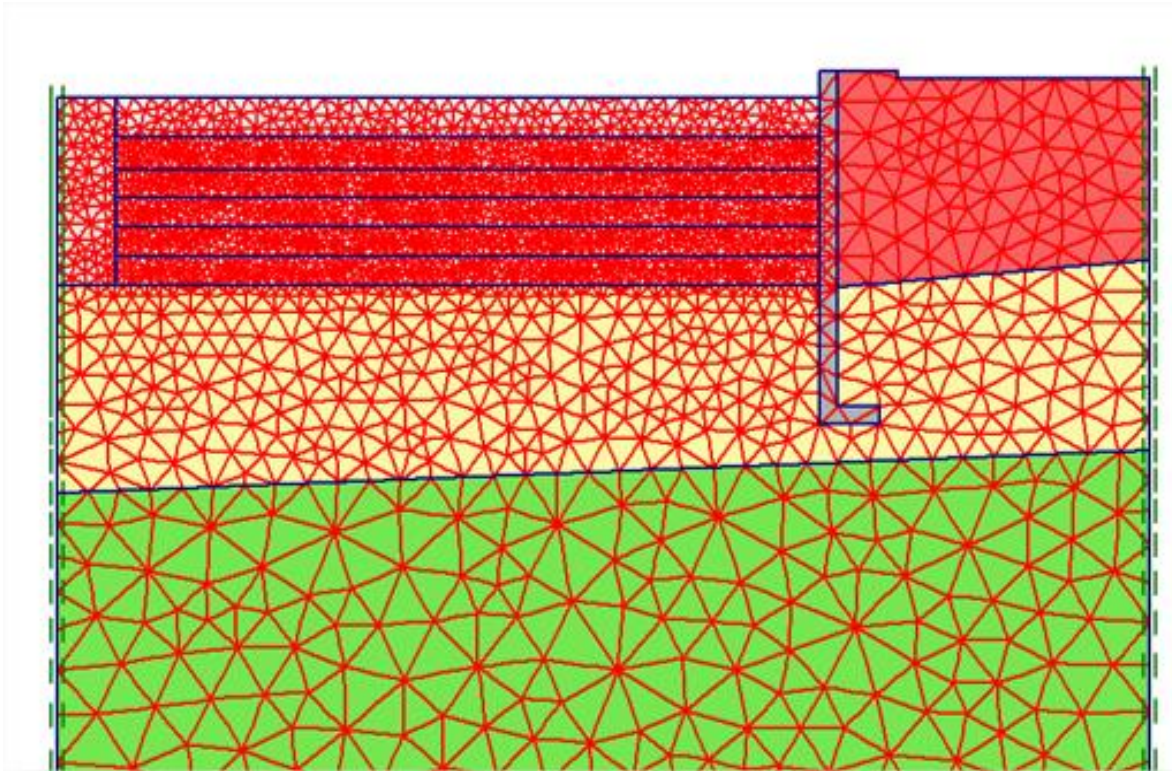
Desplazamientos Totales sin geomallas - PK 3+600



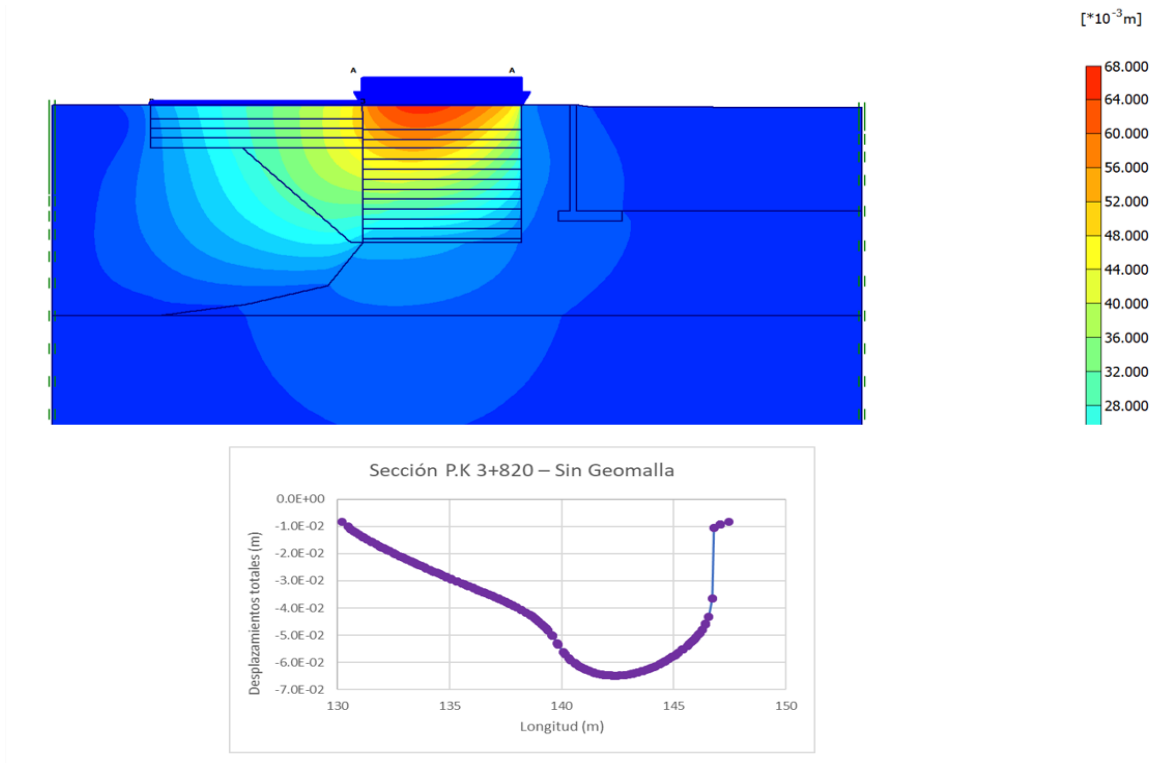
Desplazamientos Totales con geomallas PK 3+600



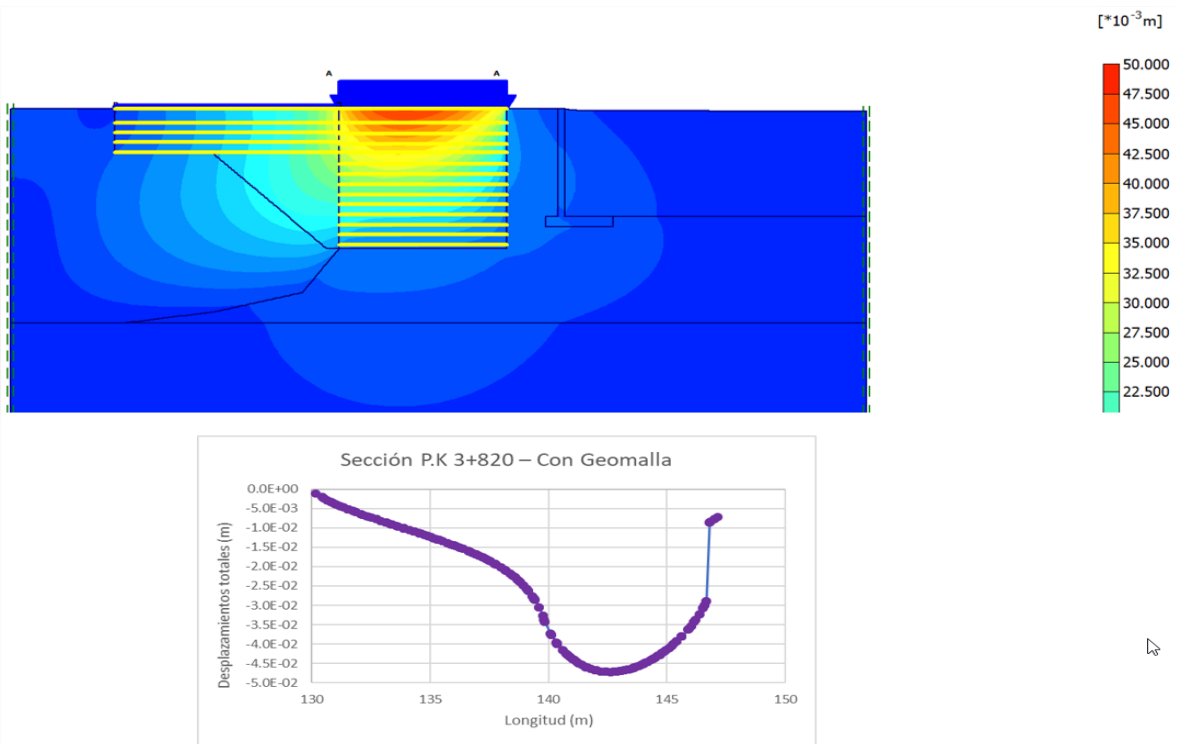
Desplazamientos Totales – malla de elementos finitos - PK 3+600



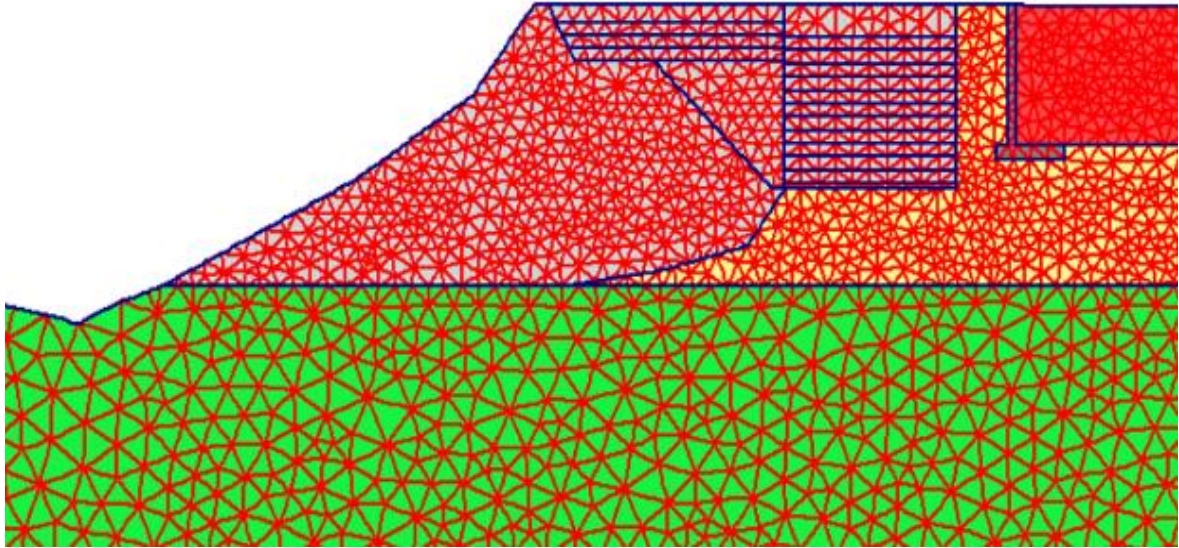
Desplazamientos Totales sin geomallas - PK 3+820



Desplazamientos Totales con geomallas PK 3+820



Desplazamientos Totales – malla de elementos finitos - PK 3+820



Fotografía De Trabajo De Campo

Estribo 1 – viaducto 2

Ensayos directos



Ensayos indirectos



Excavación para mejoramiento de suelo



Colocación de geomallas



Estribo 2 – viaducto 2

Ensayos directos



Ensayos indirectos



Excavación para mejoramiento de suelo



Colocación de geomallas



Juicio De Experto

**VALIDACION DEL INSTRUMENTO
JUICIO DE EXPERTO**

TITULO: "Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019"
AUTOR: John William Mateo Cajachahua

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	leyenda de evaluacion, según Oseda, (2012, p177)						
			Validez nula (0.53 a 0.0)	Validez baja (0.64 a 0.54)	Valida (0.60 a 0.65)	Muy Valida (0.66 a 0.71)	Validez Excelente (0.72 a 0.99)	Validez Perfecta (1.0)	
			INGENIERO 1		INGENIERO 2		INGENIERO 3		
Geomallas	Propiedades físicas	Resistencia a los rayos ultravioleta	0.90			0.95			1.00
		Propiedades mecánicas	Resistencia a la Tensión	0.90			0.90		
	Sentido Longitudinal								
	Elongación								
	Sentido Transversal								
	Resistencia al Punzonamiento								
	Resistencia al Rasgado Trapezoidal								
	Resistencia al Estadillo								
	Propiedades hidráulicas	Permisividad	0.95			0.90			1.00
		Permeabilidad							
		Flujo de Agua							
		Tamaño de abertura aparente							
	Subrasante	Comprensibilidad	Clasificación	0.90			0.85		0.85
Consistencia									
Relación humedad y densidad									
Resistencia al corte									
Refracción sísmica									
Análisis de Estabilidad	Factor de seguridad	0.95			0.90			0.95	
Deformaciones	Desplazamientos totales	0.90			0.95			0.90	
			5.50			5.45			5.70
			0.92			0.91			0.95
			Total			0.93			



ELKIN HAROLD ROJAS ZUMAETA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 88043

CIP:

Ingeniero 1



**DANY DANIEL
BARRETO ALMIDON**
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 148546

CIP:

Ingeniero 2



LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 194542

CIP:

Ingeniero 3

Matriz De Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Aplicación de geomallas para mejorar la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019

PROBLEMA GENERAL	PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS GENERAL	HIPÓTESIS ESPECÍFICO	METODOLOGÍA
¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorará la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019?	<p>¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorará la comprensibilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019?</p> <p>¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorará al análisis de estabilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019?</p> <p>¿De qué manera la aplicación de geomallas mejorará la deformación de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019?</p>	<p>Determinar como la aplicación de geomallas mejora la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019</p>	<p>Determinar como la aplicación de geomallas mejora la comprensibilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.</p> <p>Determinar como la aplicación de geomallas mejora el análisis de estabilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.</p> <p>Determinar como la aplicación de geomallas mejora la deformación de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.</p>	<p>La aplicación de geomallas mejorará la resistencia de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.</p>	<p>La aplicación de geomallas mejorará la comprensibilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.</p> <p>La aplicación de geomallas mejorará al análisis de estabilidad de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.</p> <p>La aplicación de geomallas mejorará la deformación de la subrasante del viaducto 2 de la vía línea amarilla, lima 2019.</p>	<p>Diseño: Cuasi experimental</p> <p>Tipo: Aplicativa Cuantitativa Longitudinal</p>