



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR
SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB,
EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO – MOQUEGUA, 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

**Quispe Huacasi Felix Wuilber (ORCID: 0000-0001-6694-3325)
Rojas Coronel Elmer Reynaldo (ORCID: 0000-0002-0330-3889)**

ASESOR:

AYBAR ARRIOLA GUSTAVO ADOLFO (ORCID: 0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño De Infraestructura Vial

CALLAO - PERÚ

2021

Dedicatoria

La presente tesis, dedicamos a Dios padre todo poderoso, quién nos guio por el buen camino, brindándonos fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándonos a superar las adversidades, ni desfallecer en el intento, por cuidarnos siempre y guiarnos a lo largo de nuestras vidas y por darnos la oportunidad de llegar hasta esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A nuestros padres y hermanos por sus apoyos, consejos, comprensión, amor, ayudarnos en los momentos difíciles por brindarnos valores, principios, perseverancia y coraje para conseguir nuestros objetivos, haciendo que todo esto fuera más fácil y poder cumplir con nuestras metas.

Los Autores

Agradecimiento

Agradecemos primeramente a Dios, por darnos la sabiduría y llenarnos de fortaleza en todo momento.

A nuestros padres y hermanos por brindarnos su apoyo durante todo el camino recorrido, que con mucho esfuerzo y cariño han hecho de nosotros personas de bien; regalándonos la mejor herencia, el estudio.

A nuestros docentes por los momentos que pasamos compartiendo conocimientos, experiencias, oportunidades de capacitación y desarrollo permanente; contribuyendo ampliamente en la innovación y fortalecimiento de conocimientos en nuestra formación profesional. Así mismo agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo por acogerme en su regazo profesional y brindarme el apoyo institucional para poder culminar un peldaño más en mi vida profesional.

Finalmente, a todas las personas que de alguna u otra manera formaron parte de esta investigación

Los Autores

Índice de contenidos

Carátula	I
Dedicatoria	2
Agradecimiento.....	3
Índice De Contenidos.....	4
Índice De Tablas.....	5
Índice De Figuras.....	6
Resumen	7
Abstract	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO.....	15
III. METODOLOGÍA.....	34
3.1. Tipo Y Diseño De Investigación.....	34
3.2. Variables Y Operacionalización.....	35
3.3. Población, Muestra, Muestreo.....	36
3.4. Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos.....	36
3.5. Procedimientos.....	37
3.6. Método De Análisis De Datos.....	37
3.7. Aspectos Éticos.....	37
IV. RESULTADOS.....	37
V. DISCUSIÓN	40
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS	43
ANEXOS.....	47
PANEL FOTOGRÁFICO.....	51

Índice de tablas

Nota: Datos Característicos Para Perfiles Estratégicos.....	22
Nota: Las Arcillas Para Bases Son Elementos Riesgosos	27
Nota: Si El Índice Es Superior A 20 El Terreno Es No Usable.....	27
Nota: Muestras De Material Para Análisis Granulométrico.....	29
Nota: Cantidad De Muestra Requerida Según Tamaño De Grava	30
Nota: Método Para Determinar El Ensayo De Próctor En Los.....	31
Nota: El Valor De Equivalente Arena Es Un Indicativo De La Plasticidad Del Suelo	32
Nota: Valores De La Relación De Soporte	33
Nota: Valores De La Relación De Soporte De Una Subrasante	34
Nota: Se Le Realizó Un Ensayo De Próctor Modificado, Para La Cantidad De Agua – Polímero Que Se Debe Usar Para El Ensayo De Cbr En Diferentes Dosificaciones	34
Nota: Cbr Natural De La Muestra Alterada Y Con Adición Del Polímero Sspmb En Tres Diferentes Dosificaciones 1-3, 1-6, 1-9	39
Nota: En El Desarrollo Del Ensayo De Próctor Modificado Se Sustituyó Una Cantidad De Agua 3, 6y 9 % Por Polímero El Cual Se Usará Para El Ensayo De Cbr.	40

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación De La Vía Urbana De Estudio	9
Figura 2: Polímero Sta'bl-Soil Sspmb.....	18
Figura 3: Ubicación De La Vía Urbana De Estudio	20
Figura 4: Ubicación De Calicatas P-01, P-02 Y P-03.....	21
Figura 5: Número De Calicatas Para Exploración De Suelos	22
Figura 6: Estratigrafía De Un Suelo.....	23
Figura 7: Signos Convencionales De Perfil De Cada Calicata	24
Figura 8: Cuarteo De Las Muestras	25
Figura 9: Ensayo De Cbr Natural	38
Figura 10: Ensayo De Cbr 3%.....	38
Figura 11: Ensayo De Cbr 6%.....	38
Figura 12: Ensayo De Cbr 9%.....	39

Resumen

El presente proyecto de tesis nos permite verificar y cuantificar el comportamiento y mejoramiento de todas las propiedades físico - mecánicas en la vía paralela al frontis de la universidad José Carlos Mariátegui - Moquegua, Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2., mediante la estabilización de suelo empleando el polímero STA'BL-SOIL (PMB). La vía en estudio ha sido estudiada tanto funcional como estructuralmente mediante la determinación de la capacidad de incremento de soporte CBR, donde se utilizaron las dosificaciones del polímero STA'BL-SOIL (PMB). (1-3, 1-6 y 1-9). Los ensayos se efectuaron en el laboratorio de mecánica de suelos acreditado (ISO/EIC 17025) Roberto Cáceres Flores S.R.L., para la muestra de suelo natural, se obtuvo un CBR de 7%, aplicando el polímero SSPMB a una proporción 1-3 un CBR de 12%, 1-6 un CBR de 14% y 1-9 un CBR de 22% logrando reducir el contenido de humedad y del polímero con un CBR natural de la muestra alterada de 7%, aplicando el polímero en la proporción de 1-3 se obtuvo un incrementó de CBR de 71.43%, aplicando el polímero en la proporción de 1-6 se obtuvo un incrementó de CBR de 100.00% y aplicando el polímero en la proporción de 1-9 se obtuvo un incrementó de CBR de 214.29%. Concluyendo que la aplicación del polímero SSPMB mejora la capacidad de soporte del suelo a nivel de subrasante y conlleva menores costos respecto al método convencional.

Palabras clave: CBR, SSPMB, subrasante, polímero.

Abstract

The present thesis project allows us to verify and quantify the behavior and improvement of all the physical-mechanical properties in the road parallel to the front of the José Carlos Mariátegui University - Moquegua, San Antonio Avenue west and San Antonio Avenue south (first block) to C.2. street, through soil stabilization using the polymer STA'BL-SOIL (PMB). The road under study has been studied both functionally and structurally by determining the capacity of increasing CBR support, where the dosages of STA'BL-SOIL polymer (PMB) were used. (1-3, 1-6 y 1-9). The tests were carried out at the soil mechanics laboratory accredited (ISO/EIC 17025) Roberto Cáceres Flores S.R.L., For the natural soil sample, a CBR of 7% was obtained, applying the SSPMB polymer at a proportion 1-3 a CBR of 12%, 1-6 a CBR of 14% and 1-9 a CBR of 22% achieving a reduction of the moisture content and of the polymer with a natural CBR of the altered sample of 7%, applying the polymer at a proportion of 1-3 an increase of CBR of 71% was obtained. 43%, applying the polymer in the ratio of 1-6 resulted in a CBR increase of 100.00% and applying the polymer in the ratio of 1-9 resulted in a CBR increase of 214.29%. In conclusion, the application of the SSPMB polymer improves the bearing capacity of the soil at the subgrade level and leads to lower costs with respect to the conventional method.

Key words: CBR, SSPMB, subgrade, polymer.

I. INTRODUCCIÓN

Se describe como problema real del CP de San Antonio – Moquegua, que en la actualidad, es lamentable ver que en pleno siglo XXI la Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2 en el Sub Sector 1A-3, de Pampas de San Francisco, CP de San Antonio región de Moquegua, los habitantes de la zona no cuenta con una vía en condiciones óptimas para la transitabilidad del servicio automotor, en tal sentido con vías en mal estado, provocan polvo y deterioro de los equipos móviles de la zona; esto se evidencia en el plano de localización de la figura n° 01 y en la fotografía adjunta figura n° 02 en la que se muestra la vía con una estructura vial en mal estado.



Figura 1: Ubicación de la vía urbana de estudio
Nota: Vista satelital de la vía San Antonio Oeste y Sur
Fuente: Google Earth

Estos problemas se han presentado debido a la falta de atención de nuestras autoridades de la zona, por lo que la vía está diseñada para la utilización de los habitantes del sector del CP de san Antonio.

La brecha más cercana al crecimiento socio - económico de un pueblo es la implementación de fuentes de ingreso económico como: bares, tiendas, restaurantes, mercados, escuelas, colegios, universidades, etc.; es por ello que hay la necesidad de mejorar las vías de acceso con nuevas y mejores tecnologías de vanguardia y que los costos de mantenimiento sean los más bajos del mercado y podamos ahorrar y realizar otro tipos de obras; en tal caso en la actualidad la construcción de vías vecinales, departamentales, nacionales y urbanas se encuentran diseñados con tecnología de antaño, el cual hace que los mantenimientos rutinarios y periódicos sean de mayor costo y de poca vida útil.

Una de las alternativas dadas por la tecnología para mejorar y solucionar suelos altamente plásticos y expansivos que son de material de arcilloso en las vías urbanas y/o carreteras es la adición polímeros orgánicos de mínimo costo y de una larga vida útil, para aumentar el CBR de la capa de rodadura de la sub base, el cual la propuesta son de mejorar la sub base adicionando un polímero es mejor que los diseños tradicionales, los polímeros orgánicos de la actualidad tienden a tener un mejor resultado al mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas del material de arcilla aumentando su CBR de la sub base con mejor soporte de capacidad portante y larga vida de útil de diseño.

La necesidad de mejorar la sub base de los suelos con presencia de arcilla se remonta desde las primeras civilizaciones en Egipto, Roma, etc.; de tal manera que como estabilizador primigenio fue todos los derivados de la cal u materiales puzolanicos. En los años de 1945 después de dar fin a los conflictos mundiales se tuvo la necesidad de desarrollar nuevas y mejores vías ya que en las zonas donde se tenía que llevar materiales y alimentación no se conseguían materiales adecuados para la conformación de las vías, es ahí donde se inicia el desarrollo de aditivos para la conformación de terraplenes sin agregado u otros materiales que forman parte de la estructura de pavimento.

Para poder estabilizar la subrasante de una vía necesariamente se tiene dar algún tratamiento a sus propiedades físico – químico – mecánico, para mejorar o darle mejor estabilidad al material arcilloso. Si hablamos de la estabilización en forma química, estamos diciendo que se van a modificar sus moléculas adicionando por sustitución de agua un aditivo, donde, se va mezclar con el material del suelo (arcilla), y así provocar un aumento considerable del CBR. La estabilización físico - mecánica es la alteración de las propiedades del sub suelo.

Este proyecto de investigación (tesis de metodología cuantitativa) tratara de demostrar que el polímero STA'BL - SOIL PMB, se encuentra dentro de los parámetros situados en las normas peruanas de vías y pavimentos de (EG – 2013 MTC), considerando el estudio de específico en suelos arcillosos en el asentamiento humano de pampas de San Antonio sector 1A-2 del CP de San Antonio; comprobando a su vez si el polímero mejora e incrementa el CBR del suelo.

Si describimos como el problema como realidad, podemos decir que existen suelos que no sufrirán alguna alteración por fenómenos climatológicos como son las lluvias, nieve, vientos entre otros, eso quiere decir que esos suelos (trochas carrozables) son estables ya que pueden contener en su composición granulométrica contiene piedra y/o material ligante (finos) plasticidad y la humedad necesaria para ser catalogado como vía carrozable firme.

Años atrás en el siglo 18 y 19 se usaron métodos completamente artesanales o de forma tradicional donde los padres enseñaban a sus hijos o los maestros enseñaban a sus trabajadores (peones), y que estas enseñanzas se transmitían de año en año.

Según como va creciendo la inventiva de la humanidad el desarrollo científico va optando por nuevas y mejores alternativas de solución, tanto así, que, en forma experimentaba se van comprobando hipótesis y problemas cotidianos.

Por esta razón podemos asumir que los subsuelos o la subrasante tienen la posibilidad de ser consolidados o estabilizados, los suelos ya sean arcillosos, arenosos entre otros podrían ser mejorados o estabilizados por cemento, cal viva, cal hidrata, cal, puzolana o cloruros, para lograr la estabilización con estos materiales se tendría que realizar en condiciones extremas de mayor costo y de mayor tiempo

Para poder interpretar de forma correcta la estabilización de un suelo natural, podemos decir que es la formación o tratamiento con agentes externos con propiedades físicas similares (procedencia pétreo) para la conformación de una masa adecuada para que pueda soportar cargas vivas vehiculares y a su vez que puedan soportar condiciones climatológicas extremas de frío, calor lluvia, nieve, etc. De acuerdo a lugares extremos como la costa, sierra y selva se pueden usar otros agentes estabilizadores como cal hidratada, cal viva o solo cal, también material de cloruros o en su defecto con emulsión.

Según la industria química, nos indica que todo tipo de suelo se puede estabilizar la fórmula química o los elementos químicos a usar son diferentes pueden ser de procedencia animal o de procedencia natural pétreo, esto va depender de la zona, climatología, tipo de material (arcilla, arena, etc.), de ahí la industria

complementado con la tecnología crea o fabrica productos adherentes a los diferentes tipos de suelos para mejorarlos y estabilizarlos cambiando su cualidades físicas, como son su permeabilidad, plasticidad, dureza, etc., en vías urbanas o rurales, para la elaboración de y ejecución de una carretera o vía urbana es necesario utilizar canteras de gran potencia (en m³), donde están formados de material granular, material finos (ligantes), así mismo la utilización de equipos mecánicos como excavadoras sobre orugas, tractores orugas, cargadores frontales, volquetes de alto volumen entre otros, el costo estipulado en presupuesto de un proyecto es alto ya que se cuenta con partidas de extracción de material de préstamo de canteras, carguío de material de préstamo y acarreo de material puesto en diferentes lugares de tramo de la vía, desde la segunda revolución industria hasta la fecha se tuvo la necesidad de inventar nuevas formas o maneras de estabilizar o mejorar una subrasante se tuvo que añadir cenizas volcánicas, cal, lechadas de cemento o aditivos estabilizantes, entre otros.

Todos los métodos usados en el transcurrir del tiempo han tenido la necesidad de minimizar el factor permeable, rotura de cargas pesadas y fallas a la resistencia por corte.

El polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), es un aditivo que tiene la cualidad de adherirse a las moléculas del material arcilloso con una solución acuosa, y la combinación o dosificación adecuada en condiciones naturales sin contaminantes los resultados son muy favorables que alcanzan una resistencia de 3,000 psi a más.

Cabe señalar que en la actualidad no todos los aditivos están diseñados para la estabilizar de suelos y que cumplen con las condiciones requeridas para estabilizar un material, en el caso del polímero en cuestión STA'BL-SOIL PMB, realizo varios ensayos con diferentes tipos de materiales, de donde los resultados son positivos.

El polímero STA'BL-SOIL PMB, tiene la cualidad de modificar sus propiedades físicas y mecánicas en los suelos arcillosos de la zona denominada CP de San Antonio, el cual se tiene como **problema general** ¿El polímero STA'BL-SOIL (SSPMB) cómo influye en el incremento del CBR, modificando sus propiedades físico – mecánicas en la subrasante de suelos arcillosos en el centro poblado de

San Antonio de la provincia de mariscal nieto – Región Moquegua?, así mismo se derivan el **problema específico n° 01 - PE1**: ¿Cuál es el procedimiento adecuado para la aplicación del polímero para el incremento del CBR en la estabilización de la subrasante arcillosa?, también se deriva el **problema específico n° 02 – PE2**: ¿de qué manera influye el polímero STA'BL-SOIL PMB en el incremento del CBR en suelos arcillosos?, y finalmente el **problema específico n° 03 – PE3**: ¿de qué manera financieramente sería rentable la aplicación del polímero STA'BL-SOIL PMB para incrementar el CBR, para la estabilización de suelos arcillosos para el CP de San Antonio.

El **objetivo general** es utilizar el polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), para incrementar el valor de soporte del CBR para la estabilización de suelos arcillosos en el centro poblado de San Antonio provincia de Mariscal Nieto - Moquegua. El Objetivo específico N° 01 – OE1: es **Identificar** los planteamientos teóricos directamente relacionados con carreteras, estabilización de suelos, así como la normativa del sector y especificaciones técnicas aplicables. El Objetivo específico N° 02 – OE2: **Determinar** la aplicación del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB) para incrementar el CBR en la estabilización de suelos arcillosos en el centro poblado de San Antonio. El Objetivo específico N° 03 – OE3: **Analizar** e interpretar los resultados obtenidos por la adición del polímero.

Para la justificación del presente proyecto de tesis, es investigar de una forma aplicativa del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), con el material de arcilla en diferentes dosificaciones para ver su comportamiento en el incremento del valor de soporte del CBR, y a su vez, verificar las propiedades físicas y mecánicas de suelos arcillosos, en la vía Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2, de la progresiva 0+000 a 0+225.59 km, CP de San Antonio, donde se realizará la extracción de muestras mediante calicatas, y puedan realizar los ensayos de granulometría, los Límites De Atterberg, sales solubles, equivalente de arena, próctor modificado, CBR entre otros, pero siempre en concordancia con el manual del MTC sección suelos y pavimentos publicada los cuales están certificadas por el MTC e INDECOPI. Se registrarán en base a las normas existentes para la estabilización de la subrasante, que se encuentran en el manual de vías urbanas y carreteras.

La información adquirida y procesada servirá de sustento e investigación para otros proyectos de investigación, donde servirá de aporte significativa al campo de la ingeniería de vías urbano - rurales, en la aplicación del polímero para el incremento del CBR en suelos arcillosos, en la vía Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2, progresiva 0+000 a 0+225.59 km, Los alcances y limitaciones que están contenidos en este proyecto donde los resultados del análisis de los suelos de la presente investigación se proyectan en primer lugar a la ciudad de Moquegua CP de San Antonio.

Esta investigación se encuentra encasillada en el rubro de la construcción de vías urbanas como también enmarca la investigación para la aplicación del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), para el incremento de valor de soporte del CBR, en estabilización de suelos con características de materiales arcillosos; el cual no tendrá influencia como material de estudio a otro tipo de suelo; los pozos de exploración serán obtenidas en el CP de San Antonio provincia de Mariscal Nieto - Moquegua, a la altura de la universidad José Carlos Mariátegui - Moquegua, sus resultados podrán ser aplicados en suelos arcillosos.

- La ubicación de la validación es:
 - País : Perú
 - Región : Moquegua
 - Provincia : Mariscal Nieto
 - Distrito : Moquegua
 - Centro Poblado : CP San Antonio
 - Sector : Pampas de San Francisco.
 - Sub sector : 1A-3
 - Zona : Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2.

Donde la variable **independiente**, es la adición del aditivo STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), la variable **Dependiente** es la estabilización de suelos en zonas arcillosas en el CP de San Antonio, la operación de la aplicación de variables **Independiente E Indicadores** son: la Subrasante con presencia de humedad y la acción del agua ante suelos arcillosos que generan presiones de rodadura de

vehículos y cambios de temperatura bruscos y de las variables **dependientes e indicadores** son encapsulaciones monolíticas que brindan resistencia presiones dadas por los equipos automotores en superficies sólidas.

La hipótesis de la investigación general es la adición del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), para incrementar el valor de soporte del CBR, el cual influye en la estabilización de los suelos arcillosos en el CP de San Antonio; Por lo tanto, **La hipótesis específica N° 01 – HE1**, Se realizarán los ensayos con diferentes proporciones del polímero para comprobar la dosificación exacta superable. **La hipótesis específica N° 02 – HE2**, La influencia del polímero en el mejoramiento de la resistencia del suelo e incremento del CBR, es superior a la resistencia del suelo natural. **La hipótesis específica N° 03 – HE3**, La mejora financiera en la aplicación del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB) para el incremento del CBR en los suelos arcillosos en el CP de San Antonio es favorable.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedente nacional podemos mencionar que, a principios del año 1995, dieron inicio a la aplicación de estabilizadores de naturaleza química, las aplicaciones de estos productos químicos de forma experimental fueron monitoreados en pequeños tramos para corroborar en laboratorio sus propiedades de control de calidad por el MTC (ministerio de transportes y comunicaciones del Perú), es por ello que en la actualidad se cuenta con parámetros de control según normas técnicas dadas en el MTC (ministerio de transportes y comunicaciones) numeral E 1109 año de presentación 2004, las normas técnicas desarrolladas como estabilizadores químicos, dan como característica principal al comportamiento de suelos mejorados o estabilizados según sus propiedades.

Como antecedente internacional se puede mencionar que en los años de 1945 después de los conflictos mundiales se desarrollaron estabilizadores de naturaleza química para la creación de vías de accesos en zonas arenosas, puzolanicos entre otros es de ahí donde existen las necesidades de crear químicamente polímeros que puedan estar acorde a las normas internaciones en la AASHTO (Asociación Americana de Transporte y Carreteras Estatales)

Se llama al proceso de estabilizar suelos nativos a la manipulación o conformación de suelos naturales de modo que se puedan aprovechar todos los componentes naturales y químicos, obteniéndose como resultado final una capa de rodadura estable y sin pérdida de sus propiedades físico – mecánicas, el cual sean capaces de soportar la carga vehicular y con cambios severos de temperatura propios de cada zona, en su libro de la cruz salcedo página 24 del año 2016 menciona qué, para darle mayor resistencia a un suelo nativo es disminuir la plasticidad de esta.

Si hablamos de suelos con propiedades de permeabilidad alta, plasticidad alta, y su vez sus índices de consistencia son inapropiados, podemos mencionar estos suelos son inapropiados para el uso de un proyecto; en su libro Bowles en la página 182 del año 1982 menciona, “que, si se puede mejorar un suelo agregando materiales y aumentar su densidad del suelo, en otras palabras, realizar cambios en su composición física y química y evitar la remoción de suelos malos”

Se tienen varias formas de estabilizar un suelo, se **estabiliza de forma mecánica**, se logra estabilizar de forma mecánica sin modificar sus componentes iniciales o sus propiedades físicas ni químicas, en el año 2014 el MTC (ministerio de transportes y comunicaciones), pagina 98, menciona que, “como herramienta fundamental se usa la compactación para estabilizar y reducir vacíos en los suelos”; cuando hablamos de **estabiliza de forma física**, se tienen que mencionar dos formas de estabilización la primera es la **combinación de proporciones adecuadas o mezclas**, donde se ubican suelos o materiales de préstamo de cantera que contengan una determinada granulometría y posesividad entre sus moléculas, para luego ser combinadas con el material nativo o primigenio de la zona y formen conglomerado adecuado para su transpirabilidad; la segunda forma de estabilización física es por **sustitución o eliminación de material**, esto se da cuando existen en el lugar materiales inadecuados con bastante material orgánico, saturados en agua (TOPSOIL) o material acuoso de procedencia de descomposición animal o vegetal. Si hablamos de sustitución o por eliminación decimos qué, cambiar el material inadecuado otro material que estén acorde con las normas del MTC (ministerio de transportes y comunicaciones); tenemos la **estabilización de forma química**, es la combinación o adición de componentes

químicos, al material existente, cabe señalar que esta combinación deberá cumplir con diferentes propiedades para ser considerada estabilizador de partículas y finalmente puedan cumplir con las especificaciones técnicas del MTC (Ministerio de transportes y comunicaciones). Hablamos también de la **estabilizar por electroósmosis** se considera la utilización de placas eléctricas que generan un campo magnético para la eliminación de impurezas del material; también tenemos la forma de **estabilizar por drenaje**, donde se utilizan diseños especiales como drenes de piedra y grava para la canalización lugares saturados de agua, la forma de eliminación generalmente es por gravedad con pendientes adecuadas, la forma pueden ser longitudinales o transversales con capas de material granular de hasta 15" de diámetro; también se tiene la forma de **estabilizar con derivados asfálticos**, generalmente se usan asfaltos de viscosidad media o en caso contrario emulsificantes, donde se aplican en el campo de acción (IN SITU), según el MTC (ministerio de transportes y comunicaciones), en su manual pagina 108 y año de publicación del 2014, no indica que, "la combinación del material con un ligante asfáltico va depender de su granulometría existente del suelo y su contenido de humedad"; la otra forma de **estabilizar en con materiales calcáreos o cales**, la cualidad de la cal es el fraguado rápido, es ahí donde su composición física lo hace un agente endurecedor en condiciones de humedad y temperatura, una de las ventajas adicionar cal al material pétreo es el aumento considerable de la plasticidad (mayor limite líquido LL y limite plástico LP); también tenemos de la forma de **estabilizar suelo – cemento**, la adición de cemento como agente estabilizante, hace que el material en uso forme una masa dura y resistente, el cemento con el fraguado son inversamente proporcionales a mayor cemento el fraguado demora más tiempo, pero son directamente proporcionados a la su resistencia mayor cemento mayor será la resistencia del material.; también tenemos la forma de **estabilizar con aditivos (polímeros)**, existen en la actualidad una gran gama de artículos o productos químicos o naturales para la estabilización de suelos en las vías urbanas y rurales.

Las estructuras típicas de los pavimentos son la subrasante según la normatividad es el, según la norma técnica citada en la página 10 y publicada en el año 2004, donde menciona que, "el nivel superior viene a ser la sub base o subrasante, la

base y finalmente se tiene la carpeta asfáltica o de concreto, como descripción técnica se dice que la sub-base, es la parte más baja (generalmente a 50 cm de la rasante) de la estructura el cual está diseñada para transmitir cargas y distribuir las de una forma homogénea en toda el área de influencia de la superficie de rodadura.

La estabilización por el polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), actúa de una manera que las moléculas se adhieren entre sí, y que estos con el material forman un material consolidado con baja plasticidad y mayor dureza, el polímero viene en solución acuosa de fácil combinación, y que al ser combina en proporciones normales con el agua, todos los suelos existente ósea nativos, de arcilla, arenas, en concentraciones prescritas y a una temperatura adecuada, se obtienen resultados favorables y permisibles según las normas técnicas peruanas.



Figura 2: Polímero Sta'bl-soil SSPMB

*Nota: Sta'bl-soil se manipula en contenedores de plástico de 250 gln
Fuente: elaboración propia*

La ficha técnica del polímero nos indica que es una solución a la industria de la ingeniería es por ello que su cualidad forma parte de diferentes tipos de suelos a nivel mundial el polímero STA' BL-SOIL o aditivo de mágico, el polímero es un material 100% ecológico y que su función principal es el incremento de valor de soporte de CBR, el valor en el mercado es bajo y cuenta con la capacidad de diluirse fácilmente con el agua no sufre alteraciones moleculares, no sufre evaporación por temperaturas altas en otras palabras el producto no es volátil, los parámetros en cuestión de su temperatura pueden soportar desde -57 grados Celsius hasta llegar una temperatura de 163 grados Celsius, el tiempo de almacenaje del polímero es hasta por un año, obviamente si esto esta cautelado cuidadosamente en almacenes; según las pruebas de ensayos realizados al polímero con diferentes tipos de

materiales están dentro de los parámetros o requerimientos mínimos de Asociación Americana de Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO) para estabilizar suelo.

El polímero (MSDS SSPMB) se encuentra dentro del factor de seguridad de manipulación teniendo como agentes tóxicos de <10% menos referidos al alcohol, entre otros, por otro lado, la viscosidad ofrecida por el polímero no afecta a los ojos, piel, cabello, ingesta ni inhalación de esta por situaciones completamente fortuitas. En condiciones de negatividad una persona tiene a ingerir el producto este en cantidades pequeñas no le hará daño, dentro de las propiedades químicas del polímero se puede decir que es de un material incoloro sin grasas y que su PH es de 7 a 8 ósea alcalino la gravedad específica del polímero 1.05, pero por otro lado se tendría que tener cuidado en ingerirlas en grandes cantidades por lo que se tendrá que acudir al médico inmediatamente, el polímero no es inflamable y si se diluye en agua no es peligroso, el polímero es completamente ecológico que es aceptado por la fauna del lugar.

De acuerdo al manual del ministerio de transportes y comunicación una vía con su mantenimiento rutinario anual, tiende a perdurar en el tiempo, la combinación del polímero con materiales nativos no están excluidos de su mantenimiento periódico, al contrario favorece en su resistencia se pueden aplicar en todo tiempo de suelos como pistas de aterrizaje, estacionamientos playeros también el zonas subterráneas, al combinar este polímero con suelos nativos este se hace monolítico y resistente.

El polímero es de procedencia norteamericana, su nombre técnico es **POLÍMERO MODIFICADO MACROMOLECULAR**, como se vio líneas arriba sus especificaciones técnicas están acordes con la temperatura, tiempo de fraguado o pase vehicular a las 24 horas después de haberse desarrollado la actividad, llegando a su máxima resistencia a los 28 días, la combinación de del polímero con las diferentes aguas la hace formidable la combinación con agua dulce o agua salada, su incremento de valor de soporte del CBR llega a ser mayor de 150%, tiene una garantía de hasta 10 años.

El polímero ya combinado con materiales nativos llega a tener 3000 PSI y más, se comporta la mezcla como si fuera un pavimento semiflexible que soporta todo tipo de cargas, el uso de este polímero es internacional, gracias a su comportamiento

positivo se venden en Estado Unidos de Norte América, México, emiratos Árabes, Nicaragua entre otros, este producto tiene la capacidad de unir materiales y que es casi improbable desunir los enlaces moleculares realizados, la utilización de materiales adicionales de pueden adicionar para que mejore la resistencia del suelo, como cal, cenizas volcánicas, piedra chancada, cemento, u otros, los equipos para la aplicación del polímero comúnmente son equipo pesado para la instalación y construcción de carreteras.

Análisis y estudio de la zona de intervención, el cual se describe la ubicación y características de la zona del proyecto.

Ubicación del área de estudio.

- a. País : Perú
- b. Región : Moquegua
- c. Provincia : Mariscal Nieto
- d. Distrito : Moquegua
- e. Centro Poblado : CP de San Antonio
- f. Sector : Pampas de San Francisco.
- g. Sub sector : 1A-3
- h. Zona : Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2.



Figura 3: Ubicación de la vía urbana de estudio
Nota: Vista satelital de la Av. San Antonio Oeste y Sur.
Fuente: Google Earth

El acceso a la zona de estudio Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2., está al frontis de la universidad José Carlos Mariátegui, la distancia de la avenida oeste y sur (primera cuadra) es de 225.59 ml

y con un ancho de vía de 8.00 ml con un área de estudio de 1,804.72 m² en el sub sector 1A-3. Desde el centro de san Antonio con dirección a la zona de estudio, cuenta con un ingreso de vehículos, por la parte norte de la vía el cual esta denominado la Av. San Antonio norte, el clima del dentro poblado de San Antonio de Moquegua es templado, desértico y con amplitud térmica moderada, la media anual de temperatura máxima y mínima es de 25.8°C y 11.3°C, la precipitación media acumulada anual para el periodo es 15.6 mm, a una altitud de 1457 msnm, los límites del terreno a estudio zona por el **Norte** se encuentra el asentamiento humano pampas de san Antonio sector AB, por el **Sur** el sector de villa el salvador, por el **Este** se encuentra las manzanas A, B, C y D, y por el lado **Oeste** se encuentra la universidad José Carlos Mariátegui.

Las metas físicas a alcanzar en la vía Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (1ra cuadra) hasta la calle C.2, progresiva 0+000 a 0+225.59 km, con un ancho de vía de 8.00 ml y un área total de 1,804.72 m², y el área de estudio está situada en las siguientes coordenadas geográficas Latitud: -17.1953, Longitud: -70.9372, Latitud: 17° 11' 43", Sur Longitud: 70° 56' 14" Oeste, la topografía del terreno es de forma plana con pendientes mínimas entre 0% a 1%, se adjunta el plano U-01 del sector a intervenir.

Como primer paso, se procedió a la identificación de los pozos, una vez culminado la identificación se dio inicio a las actividades de excavación de calicatas, las excavaciones de los pozos nos permiten analizar a detalle los estratos del suelo, su composición física y morfológica; las calicatas P-01, P-02 y P-03 tienen una profundidad de 1.50 m, de acuerdo a la figura 4.



Figura 4: ubicación de Calicatas P-01, P-02 y P-03
Nota: calicatas situadas en san Antonio Oeste y Sur
Fuente: elaboración Propia

Las excavaciones se realizaron en primero (P-01) a 5 metros del inicio, el segundo se realizó (P-02) a los 120 metros y el tercero (P-03) se realizó a los 220 metros, el análisis de cada una de las calicatas de acuerdo al manual de carreteras (en la sección de suelos y pavimentos de MTC) se considera dos calicatas por kilómetro en este caso se realizó uno al inicio uno al intermedio de forma alternada y otro a final.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 4 calicatas x km 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 3 calicatas x km 	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 2 calicatas x km 	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> 1 calicata x km 	

Figura 5: Número de Calicatas para Exploración de Suelos

Nota: Tipo de Vía establecido en el RD 037-2008-MTC/14

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales del MTC

El Área de estudio es de 1,804.72 metros cuadrados, de acuerdo a los procedimientos técnicos de la norma CE 020 de pavimentos urbanos el área en estudio sería de tipo local, por lo que será necesario realizar solamente un pozo de exploración.

Tabla 1

Puntos de investigación y áreas de adecuadas de estudio

Nº	TIPO DE VIA	Nº PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	ÁREA (M2)
1	Expresas	1 cada	1,000.00
2	Arteriales	1 cada	1,200.00
3	Colectoras	1 cada	1,500.00
4	Locales	1 cada	1,800.00

Nota: Datos característicos para perfiles estratégicos.

Fuente: Norma CE. 010 pavimentos urbanos

Como **segundo punto** se realizarán varios tipos de ensayos en dentro del laboratorio, para obtener las características físico – mecánicas del suelo natural, según el perfil Estratigráfico y según la norma técnica peruana (339.150 o la norma del ASTM D-2488), donde se menciona en esta norma todas las operaciones y técnicas admisibles para describir un tipo de suelo, a través de pozos de exploración (calicatas), el cual se va obtener una estratigrafía, en forma de placas de donde se conocerá las características morfológicas de cada uno de los estrato, utilización el método de visualización obtendremos diversas modelos o formas según como se pueden ver como referencia las normas situadas en el compendio de mecánica de suelos ASTM D-2488, de cada una de las muestras encontradas en campo.

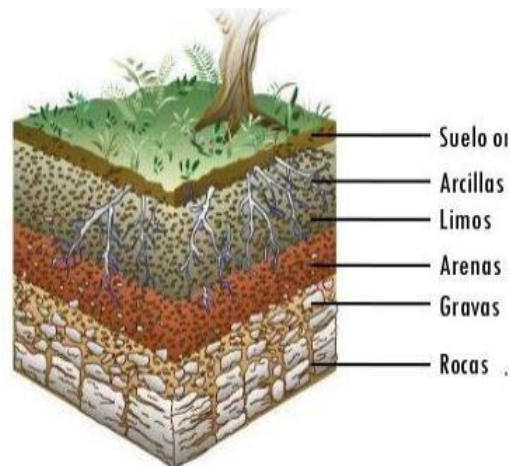


Figura 6: Estratigrafía de un suelo

Nota: El muestreo de cada estrato de los suelos

Fuente: Internet

Las arcillas son suelos de material fino que pasa por el tamiz 200, su $IP \geq 4$ y su ubicación en la carta de plasticidad cae en O sobre la línea A, **los limos** son suelos que pasan por el tamiz n° 200, los cuales no son plásticos o ligeramente plásticos, su $IP < 4$ y su ubicación en la carta de plasticidad recae por debajo de la línea A, **las arenas** son partículas de roca que pasan el tamiz n°4 y son retenidas por el tamiz n° 200, **las arenas gruesas** pasa por el tamiz n° 4 y es retenido por el tamiz n° 10, **la arena media** pasa por el tamiz n° 10 y es retenido por el tamiz n° 40, **la arena fina** pasa por el tamiz n° 40 y es retenido por el tamiz n° 200, **las gravas** son partículas de roca que pasa por el tamiz 3" y es retenida por el tamiz n° 4, **las gravas gruesas** pasa por el tamiz 3" y es retenida por el tamiz 3/4", y **las gravas**

finas pasa por el tamiz 3/4" y son retenidas por el tamiz n° 4, y para realizar las descripciones adecuadas de los suelos, se debe tener en cuenta varios criterios, los cuales están dados en norma técnica peruana (339.150) y los cuales son descritos de la siguiente manera; **La angulosidad**, describe una singularidad en sus formas angulosas de las gravas, rocas planas, como angulares, subangulares, subredondeada o redondeadas; **Su** forma de gravas, rocas planas, rocas alargadas y de forma de guijarros; **Su coloración**, son de color plomizos; otra de sus propiedades más importantes es la formación de los suelos que pueden ser orgánicos e inorgánicos según como encontrar en la zona de estudio o de la localidad. En su mayoría el suelo contiene en su estructura de composición dosis específicamente un aroma que es peculiar de la flora salvaje o cultivadas en la alteración; **La humedad**, describe la naturaleza seca, húmedo, mojado; **Su consistencia**, para el terreno de grano lamido, se describe la solidez se pueden considerar desde lo más suave hasta lo más duro; **Su estructura**, describe de los terrenos vírgenes intactos sin alteraciones humanas, el estratificado del material se encuentra sin vacíos o esponjamientos, exfoliado y rajado.









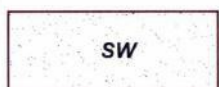

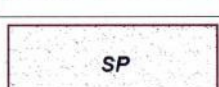

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

Figura 7: Signos convencionales de perfil de cada calicata

Nota: El signo convencional que pertenece en el clasificador SUCS
Fuente: Manual del MTC carreteras sección suelos y pavimentos

Como **tercer paso** se realizó el resguardo de material extraído de los pozos (calicatas), para luego ser transportadas al laboratorio de suelos, para los análisis físicos – mecánicos.

Como **cuarto paso** el material extraído pasa por un proceso de cuarteo según la normatividad de NTP 339.089 / MTC E 105, las muestras del terreno, tales fueron recibidas, se deshumedece al aire libre colocándole en forma dilatada sobre un espacio plano y horizontal en el proceso procediéndose a disgregar el material, deshaciendo los terrones manipulando el mortero o la comba de goma, luego se amalgama bien parejo hasta la conformación de una pila en forma de cono y se realiza esta acción en cuatro oportunidades. Se divide en cuatro partes hasta lograr la cantidad que se requiere como regla general, no se debe realizar el secado en horno mayor a 60 °C, porque puede influir en los resultados.



Figura 8: Cuarteo de las Muestras
Nota: material obtenido en las calicatas
Fuente: elaboración Propia

Los métodos de pruebas de constantes físicas (ASTM D-4318), **El límite líquido (LL)**, se obtiene efectuando las pruebas, en las cuales se coloca sobre la superficie plana una porción de muestra en una copa de bronce, dividida en 02 (dos) por un ranurador, y luego permitiendo que siga adecuadamente a los impactos causados por las repetidas caídas de golpes de la copa en un dispositivo mecánico estándar. Se exhorta a realizar más de tres pruebas sobre un rango de contenidos de humedad, graficar y calcular la información de los ensayos para establecer una relación a partir de la cual determinemos el límite líquido, se concluye que LL es el contenido de humedad, expresada en porcentaje del suelo seco, para el cual el terreno se halla entre los estados líquido y plástico; El valor calculado deberá aproximarse al entero; se traza una, "curva de fluidez" que represente el valor entre

el contenido de humedad y los golpes realizados en la taza de bronce, se representa en un gráfico de papel semilogarítmico. Con el contenido de humedad ordenada sobre la progresión aritmética, y el número de golpes como Abscisa sobre la progresión logarítmica. La curva de flujo es un trazo recto promedia, que pasa tan cerca como sea posible a través de los más de los tres puntos dibujados; tomándose la capacidad humedad que corresponde a la intersección del flujo de curva que se establece a la entrega de 25 golpes, a modo sería como límite líquido de un suelo arcilloso. **El límite plástico (LP)**, es la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho terreno arcilloso entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barras de arcilla se desmoronen, se concluye que el LP es el contenido de humedad, expresado en proporción, para el cual el suelo arcilloso este entre los estados plástico y semisólido.

$$\text{Límite plástico} = \frac{\text{Peso del agua} \times 100}{\text{Peso del suelo arcilloso secado al horno}} \quad (1)$$

Ecuación 1: Límite plástico

Nota: La fórmula indica que el LP es el término medio de las humedades

El índice de plasticidad (IP) es la expresión de porcentaje de peso seco de una muestra de suelo arcilloso el cual indica el contenido de humedad el cual el suelo se podría decir si es plástico o no. El IP se calcula realizando una pequeña diferencia entre el LL menos el LP de una muestra obtenida.

$$\text{IP} = \text{LL} - \text{LP} \quad (2)$$

Ecuación 2: Índice de plasticidad

Nota: La fórmula nos indica el índice de plasticidad y los resultados de la diferencia de los límites

Dónde: el, LL es el límite líquido, y el LP es el límite plástico y el IP es el índice de plasticidad.

Tabla 2
Clasificación de suelos arcillosos según índice de plasticidad

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
20 ≤ IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos
IP = 0	No plástico	suelos exentos de arcilla

Nota: Las arcillas para bases son elementos riesgosos
Fuente: MTC Sección suelos y pavimentos

Índice de grupo (IG), es un índice normado por AASHTO:

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (a*c) + 0.01 (b*d) \quad (3)$$

Ecuación 3: Índice de grupo
Nota: El IG es un valor entero positivo entre 0 y 20 o más

Siendo:

a = % que pasa por el tamiz N°200, comprendido entre el 35% mínimo y 75% máximo, se representa sólo números enteros y varía de 0 a 40.

b = % que pasa por el tamiz N°200, comprendido entre el 15% mínimo y 55% máximo, se representa sólo números enteros y varía de 0 a 40.

c = Parte del límite líquido, comprendido entre el 40% mínimo y 60% máximo, se representa en números enteros y varía de 0 a 20.

d = Parte del índice de plasticidad, comprendido entre el 10% mínimo y 30% máximo, se representa en números enteros y varía de 0 a 20.

Tabla 3
Clasificación de los suelos según índice de grupo

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG > 9	Inadecuado
9 > IG > 4	Insuficiente
4 > IG > 2	Regular
2 > IG > 1	Bueno
1 > IG > 0	Muy bueno

Nota: si el índice es superior a 20 el terreno es no usable
Fuente: Manual de carreteras MTC sección de suelos y pavimentos

El ensayo de análisis granulométrico según la norma ASTM D422 y la norma peruana 339.128 y a su vez las normas dadas por el MTC sección 107, consiste en

obtener muestras en su estado natural que tienen formas y tamaños diferentes de todas las partículas del suelo, juntamente con la clasificación del SUCS, este método nos determina los porcentajes de material que pasan por distintos tamices, hasta el de 75 mm (Nº 200), esto se puede observar en las normas del ASTM D2487, ASTM D3282 y AASHTO.

En esta investigación se realizó la granulometría del material a usarse es una cantidad mínima de 4000 gramos de arcilla para método **A** y **B**, y 6000 kg de arcilla para el método **C**, según norma NTP 339.141, para esta la elaboración de esta tesis se usó el método **C**, para determinar la máxima consistencia y una humedad óptima independientemente de las características del material.

Para el ensayo de límite de consistencia se realizó por el método húmedo según lo que indica la norma (**NTP 339.129:2014**), se dejó remojando en agua para posteriormente ser lavado sobre la malla # 40, resguardando el material pasante de dicha malla, en una bandeja, para luego dejar en reposo por 24 horas y posteriormente ser decantada, para obtener el material fino; este material saturado en agua se deja secando a temperatura ambiente hasta lograr una consistencia pastosa, una vez obtenida la muestra se homogeniza en un recipiente agregando agua destilada y se deja reposar el material por 16 horas, para posterior realizar el ensayo.

Como paso número uno se ejecuto a la clasificación de suelos por el método del SUCS; esto depende los ensayos de granulometría (**NTP 339.128**) límites de consistencia (**ASTM D854:2002**) y para posteriormente la clasificación SUCS (**NTP 339.134**); seguidamente se verifico las especificaciones de la muestra para determinar el tipo de granulometría el cual se determinó el tamaño máximo del material 4.760 milímetros (malla # 4), por método de cuarteo y según la tabla nº 4 corresponde obtener un peso máximo de 500 gr. (tamaño max. De 3/8"). Donde se usó el método por lavado para la determinación de la granulometría por tamizado.

Para el ensayo del peso específico se requirió una cantidad máxima de 500 gr en este caso se usó 301 gr, el cual se hecha a un picnómetro o fiola de 500 ml agregando agua destilada hasta cubrir todo el material. Esto se deja en reposo por 16 horas, una vez cumplido dicho tiempo se pasa a realizar la succión de vacíos mediante una bomba de vacío, luego se afora con agua destilada hasta la marca o menisco de picnómetro, donde se procede a realizar el pesado de la muestra (muestra + agua destilada + picnómetro). Al concluir el ensayo se tomó la temperatura final para la corrección de los cálculos.

Tabla 4
Modelo de agregado grueso para análisis granulométrico

Máximo tamaño nominal con aberturas cuadradas		Peso mínimo de la muestra de ensayo
mm	(pulg)	kg
9.5	3/8	1
12.5	1/2	2
19	3/4	5
25	1	10
37.5	1 1/2	15
50	2	20
63	2 1/2	35
75	3	60
90	3 1/2	100
100	4	150
112	4 1/2	200
125	5	300
150	6	500

Nota: Muestras de material para análisis granulométrico
Fuente: Manual ensayo de materiales MTC E 204

Para el ensayo similar de arena se procedió a realizar un cuarteo de una muestra de 500 gramos para obtener sub muestras no mayor a 150 gramos, para luego realizar el ensayo según la norma (**ASTM D2419 / MTC E 114**), haciendo uso de la solución stock y la solución de trabajo como indica la norma

El ensayo de gravedad específica el cual está dada por la norma del ASTM D854, este método de ensayo nos determina la gravedad específica de sólidos de los suelos arcillosos que pasan el tamiz 4,75 mm (Nº 4) por medio de un picnómetro de agua, Cuando el suelo arcilloso tiene partículas mayores al tamiz de 4.75 mm (No. 4), se realiza el método de ensayo para determinar la Gravedad Específica y la Absorción del agregado grueso.

El caso de sales solubles se utilizó 300 gr de material para ser diluido con agua destilada y realizar según la norma **El método de ensayo de sales solubles (MTC E219)**, con esta prueba se puede obtener el contenido de sulfatos, cloruros, solubles en agua, del agregado pétreo empleado en la base de la vía, pudiendo examinar la capacidad de salinidad del material.

La cantidad de muestra de suelo arcilloso encuentra dentro de la tabla n° 5:

Tabla 5
tabla de cantidades mínimas para sales solubles

Agregado pétreo	Cant. Mínima (g)	Aforo mínimo (ml)
Grava 50-20mm	1,000	500
Grava 20-5mm	500	500
Arena 5mm	100	500

Nota: cantidad de muestra requerida según tamaño de grava

Fuente: Manual ensayo de materiales MTC E 219

El cálculo se encuentra dado por siguiente relación:

$$\text{Sales solubles (\%)} = \frac{1}{\frac{C \times A}{D \times B} - 1} \times 100 \quad (4)$$

Ecuación 4: % de sales solubles

Nota: La fórmula indica el % de sales que se hallarán en los agregados

Siendo:

A= Muestra llevada al horno a 110 +/- 5 °C.

B= líquidos sobrenadantes acumulados, en un matraz aforado.

C= Alícuota de un volumen entre 50 y 100 ml, de la muestra previamente homogeneizada del matraz aforado.

D= Masa constante pasado en un horno a 110 +/- 5 °C.

Para el **ensayo de próctor modificado** que se encuentra dada por la norma técnica peruana 339.141:14 y la norma internacional de ASTM D1557, Por medio de este ensayo realizado en el laboratorio nos permite determinar la relación que existe entre el peso unitario seco y su contenido de humedad del material de arcilla, los equipos en uso para determinar el grado de compactación son un molde con un diámetro de 101,6 o 152,4 mm, con un pisón de 44,5 N (10-lbf) que cae a una altura de 457 mm (18 pulg) produciendo un esfuerzo de compactación de golpeo a 2.700 kN-m/m³ (56.000 pie-lbf/pie³); para lo cual existen tres métodos. El método que se usó para este proyecto de investigación sería por el procedimiento o método “A, B y C” según el siguiente cuadro que se muestra:

Tabla 6
Procedimiento y/o método para ensayo próctor modificado

% Retenido acumulado	Método A	Método B	Método C
Tamiz ¾"	-----	-----	≤ 30%
Tamiz 3/8"	-----	≤ 20%	> 20%
Tamiz N°4	≤20%	>20%	-----
Molde Ø	4"	4"	6"
N° de capas	5	5	5
N° de golpes por capa	25	25	56
Peso del martillo	10 lb	10 lb	10 lb
Altura de caída en <u>pulg</u>	18"	18"	18"
<u>Cant.</u> de material en Kg	4		6
Usar material que pasa	N°4	3/8"	¾"

Nota: Método para determinar el ensayo de próctor en los suelos Fuente: ASTM D1557

El cálculo se realizó por la siguiente ecuación: el contenido de humedad W% es igual a la relación entre el peso del agua entre el peso del solido multiplicado por 100 (ver ecuación n° 5)

$$W (\%) = (Ww / Ws) \times 100 \quad (5)$$

Ecuación 5: Contenido de humedad en porcentaje

Nota: En la ecuación nos da el contenido de humedad y el grado de compactación.

En la ecuación n° 6 nos da la densidad húmeda de espécimen compactado (Mg/m) **Pm** que va ser igual a la masa del espécimen húmedo y molde (kg) **MT**, menos la masa del molde de compactación (kg) **Mnd**, dividido entre 1000 y todo esto multiplicado por el Volumen del molde de compactación (m³) **V**.

$$Pm = (Mt - Mnd) / 1000 \times V \quad (6)$$

Ecuación 6: Peso unitario seco del próctor modificado

*Nota: En la siguiente ecuación nos indica el **Wu** (peso unitario) seco y el grado de compactación en la curva*

Se realizó la automatización entre el agua y el polímero SSPMB en diferentes dosificaciones y así con los datos obtenidos con el próctor modificado, se procedió a realizar con cantidades de agua y el aditivo que es polímero para el CBR. Se puede observar en anexos los cálculos de próctor.

El ensayo de equivalente de arena según la norma internación del ASTM D2419 y del ministerio de transportes y comunicaciones MTC E 114, de la muestra (100% de arcilla). Para la determinación de un índice que representa la proporción y las características de los finos que contiene un suelo granular y fino. Por medio de este ensayo realizado no permitió saber la cantidad de material fino y arcilloso. Según la estructura del pavimento en la zona de la base granular, debe contener una cantidad adecuada de finos y sobre todo no deberá contener material arcilloso, ya que su presencia de esta alteraría la plasticidad y se esponjaría, con la presencia de agua, los cuales traerían consecuencias perjudiciales en su composición molecular y al mantenimiento rutinario de un pavimento.

Para poder realizar el cálculo de equivalente de arena será necesario tener la aproximación a un décimo porcentual. (0.1 %), en la formula podemos ver que:

$$\text{El equivalente de arena (\%)} = (\text{Lectura arena} / \text{Lectura arcilla}) \times 100 \quad (7)$$

Ecuación 7: Porcentaje que equivale a la arena

Nota: La fórmula nos indica que el porcentaje de finos y/o arcillas dentro del suelo analizado

Tabla 7
Clasificación de suelos según equivalente de arena

Equivalente de arena	Características
EA > 40	Cuando el suelo no es plástico, es arena
40 > EA > 20	Cuando el suelo es poco plástico y no heladizo
EA < 20	Cuando el suelo es plástico y arcilloso

Nota: El valor de equivalente arena es un indicativo de la plasticidad del suelo

Fuente: Manual de carreteras sección de suelos y pavimentos

El método de ensayo de CBR natural (ASTM D1883), Por medio de Este método de ensayo se utiliza para evaluar la resistencia potencial de la subrasante, el valor del CBR obtenido mediante esta prueba que forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos flexibles.

El ensayo se realiza normalmente sobre suelos arcillosos preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de la humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. Se toma la cantidad necesaria para preparar la muestra, el ensayo de apisonado, más unos 5 kg por cada molde CBR, de esa manera se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de compactación. Para suelos granulares, la prueba se efectúa dando 56 golpes, 25 golpes y 12 golpes por capa y con contenido de humedad que corresponde a la óptima. Se ejerce una sobrecarga que sea suficiente, para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con $\pm 2,27$ kg de aproximación) pero no menor de 4,54 kg. Los moldes deben estar sumergidos en agua por un período de 96 horas. Se concluye con la introducción mediante una prensa manual, los resultados del esfuerzo (carga) versus la profundidad de introducción se plotean para determinar el CBR de cada espécimen. El CBR a la densidad especificada se determina con un gráfico de CBR versus el peso unitario seco, y se determina del porcentaje de expansión, proceso que dura un curado de 96 horas.

$$\% \text{ Expansión: } \frac{L2 - L1}{127} \times 100 \quad (6)$$

Ecuación 6: Expansión en ensayos de CBR

Nota: La fórmula indica el % de expansión después del curado de 4 días

Siendo:

L1= Lectura inicial en mm.

L2= Lectura final en mm.

Tabla 8
Índice resistente de CBR

Penetración		Presión		
Mm	Pulgadas	MN/m ²	Kgf/cm ²	Lb/plg ²
2.54	0.1	6.9	70.31	1
5.08	0.2	10.35	105.46	1.5

Nota: Valores de la relación de soporte

Fuente: Manual ensayo de materiales MTC E 132

Tabla 9
Categoría de la subrasante según su CBR

Nombre Subrasante	CBR
S0	Muy pobre < 3%
S1	Pobre 3% - 5%
S2	Regular 6% - 10%
S3	Buena 11% - 19%
S4	Muy buena > 20%

Nota: Valores de la relación de soporte de una subrasante
Fuente: Manual de carreteras sección de suelos y pavimentos

Se realizó las pruebas de ensayo en laboratorio, el CBR del suelo existente (suelo natural) añadiendo el polímero STA´BL SOIL PMB, se hizo los cuarteos para la obtención de los ensayos de próctor modificado y CBR según normas (NTP 339.141, NTP 339.145) respectivamente, el cual nos permitirá realizar la comparación del CBR de un suelo natural y el CBR adicionando el polímero, y así, ver la influencia del polímero STA´BL-SOIL PMB (SSPMB) con en el suelo natural.

En la tabla n° 10 nos indica la proporción de polímero a usarse disminuyendo la cantidad de agua en gramos y añadiendo la misma cantidad de polímero en gramos.

Tabla 10
Resultados de agua – polímero según ensayo próctor modificado

Dosificación	Cantidad de agua (gr.)	Cantidad de Polímero SSPMB (gr.)
1 – 1%	82.60	0.000
1 - 3%	78.10	2.275
1 - 6%	79.20	4.483
1 – 9%	70.20	5.616

Nota: Se le realizó un ensayo de próctor modificado, para la cantidad de agua – polímero que se debe usar para el ensayo de CBR en diferentes dosificaciones

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

3.1. tipo y diseño de investigación.

El tipo de investigación es cuantitativo, descriptivo y explicativo. Su fin es probar la eficiencia del uso de polímeros (SSPMB) en el incremento del CBR en suelos arcillosos, para vías urbanas y vías rurales, mediante las pruebas que se realizaran en el laboratorio, el diseño de esta investigación es de carácter

aplicativo, donde se realizará varios ensayos, para luego obtener resultados para comprobar la hipótesis planteada.

3.2. Variables y operacionalización.

La variable **Independiente** es el empleo del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), la variable **Dependiente** es la estabilización de suelos en zonas arcillosas en el centro poblado de San Antonio provincia de Mariscal Nieto – Moquegua, la operación de la aplicación de variables **Independiente E Indicadores** son: la Subrasante con presencia de humedad y la acción del agua ante suelos arcillosos que generan presiones de rodadura de vehículos y cambios de temperatura bruscos y de las variables **dependientes e indicadores** son encapsulaciones monolíticas que ofrecen resistencia al peso y presión en superficies sólidas.

Enfoque: de acuerdo a una metodología de estudio el enfoque de la tesis es de tipo cuantitativo, es cuando se inicia de una idea y que está, a su vez se limita y luego de obtener la definición, se desarrollan los objetivos planteados y las preguntas de la investigación, donde se analiza la línea teórica. A partir de preguntas se realizan o establecen hipótesis, que se determinan las variables; se realizará un plan de verificación; las variables se enmarcan en un contexto dado; todas las mediciones obtenidas se analizarán mediante métodos estadísticos el cual se obtienen de una serie de conclusiones sobre la hipótesis. Es por ello que, nuestra tesis tiene el enfoque cuantitativo donde los resultados obtenidos se planea validar la hipótesis dada.

Nivel de investigación: De acuerdo con la metodología de Hernández, el estudio se desarrolló a un nivel descriptivo y explicativo, donde se llegó a usar diversos modelos de documentación obtenidos en campo. Como se señala en el texto anterior. Una vez llegado a este nivel, nosotros como investigadores buscamos reflexionar y tomar en cuenta un proceso que va influir en todas las características y propiedades de lo que se investiga, logrando así obtener los resultados que se encuentra dentro del marco teórico de las normas peruanas, para que nos dé un buen análisis y buenos resultados.

3.3. Población, muestra, muestreo.

La **población** de la presente investigación se encuentra ubicada en la vía paralela al frontis de la universidad José Carlos Mariátegui - Moquegua, Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2. en la provincia de mariscal nieta – Moquegua.

La **muestra** se obtuvo para la presente investigación en la Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2., con una longitud de 225.59 metros y el ancho de 8 metros,

La muestra obtenida para la investigación es de tipo intencional, aleatorio, por lo que se tomará los datos de forma directa en puntos estratégicos para su mejor desarrollo.

El **muestreo** se tomó de la excavación de 03 calicatas ubicadas estratégicamente tanto a la derecha, izquierda y en el centro según como se muestra en la figura n° 4, P-01, P-02 y P-03, encontrando así, en cada pozo a una altura de 50 cm de la subrasante la presencia de arcilla al 100%, de tal manera cada una de las calicatas o pozos de exploración se realizaron a una profundidad de 1.50, teniendo en cuenta el tipo de carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el manual de ensayo de materiales del MTC.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Los ensayos de laboratorio se realizaron en el laboratorio del ingeniero Roberto Cáceres Flores, ubicada en la ciudad de Arequipa el cual está acreditado ISO/EIC 17025 y elaboración propia con la obtención de tres calicatas que se harán en la derecha, izquierda y centro en lo largo de la extensión de la vía de la avenida Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2., esto para incrementar el CBR y determinar las propiedades físicas del suelo y obtener una estabilización de la subrasante, mediante la realización de los ensayos de acuerdo a las normas estipuladas.

La recolección de datos obtenidos en el campo nos ayudó a ejecutar los estudios necesarios para determinar la estratigrafía del terreno arcilloso, clasificación del suelo y otros ensayos importantes. La información obtenida del polímero se

utilizó en la aplicación para la demostración de la eficiencia en la estabilización de suelos arcillosos.

Una vez aplicado los ensayos se obtuvo información necesaria y se realizó el análisis de los datos obtenidos obteniendo los objetivos trazados; Además, se recolectaron datos existentes de estudios similares, normas (pruebas de laboratorio de suelos) y datos técnicos del aditivo.

3.5. Procedimientos.

Se escogió una avenida que se encuentra ubicada en la vía paralela al frontis de la universidad José Carlos Mariátegui - Moquegua, Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) hasta la calle C.2., la cual será la ubicación citada con una 225.59 metros. Del suelo natural existente se obtendrá una muestra en cada una de las tres calicatas que se van a realizar la excavación (pozos exploratorios P-1, P-2 Y P-3), estas serán por debajo de 40 cm, las cuales serán llevados al laboratorio para realizar los ensayos de mecánica de suelos.

3.6. Método de análisis de datos.

Una vez estando en el laboratorio realizado los ensayos, se realizarán la utilización de tablas que correlacionarán los resultados que se obtendrán en el laboratorio de suelos.

3.7. Aspectos éticos.

Se tendrá que adoptar una responsabilidad ética y moral para salvaguardar la privacidad, de la misma manera, los aportes que se recogió de los autores seleccionados como referencia para esta investigación, es por ello que estos resultados de nuestra investigación serán verdaderos, precisos y fidedignos.

IV. RESULTADOS

Para el objetivo general se obtuvieron los siguientes resultados, ver lo gráficos adjuntos.

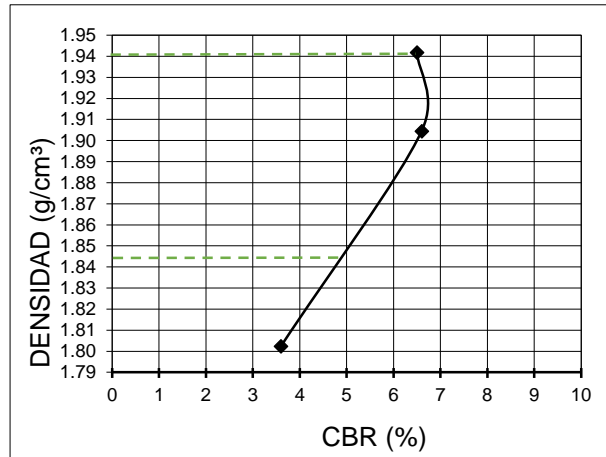


Figura 9: Ensayo de CBR natural

Nota: material natural al 100% de compactación con 56 golpes
Fuente: elaboración Propia

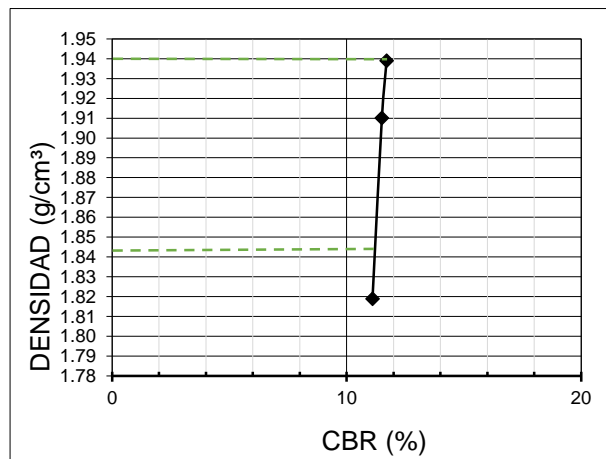


Figura 10: Ensayo de CBR 3%

Nota: material natural con aditivo al 3% con 56 golpes
Fuente: elaboración Propia

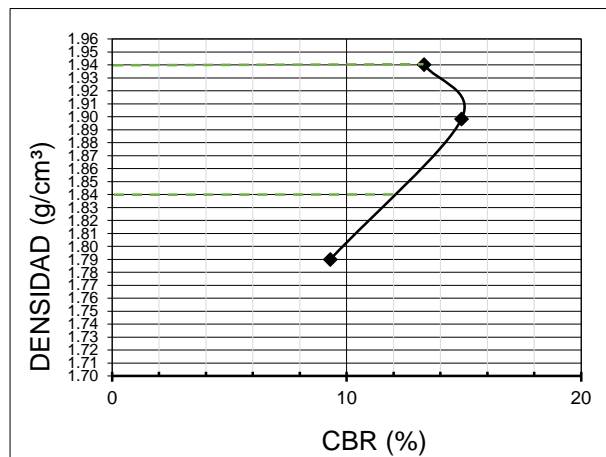


Figura 11: Ensayo de CBR 6%

Nota: material natural con aditivo al 6% con 56 golpes
Fuente: elaboración Propia

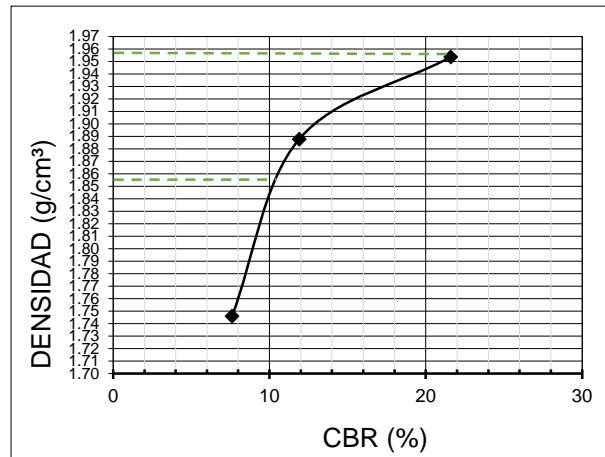


Figura 12: Ensayo de CBR 9%

Nota: material natural con aditivo al 9% con 56 golpes
Fuente: elaboración Propia

Por lo que se representa en la siguiente tabla la obtención de los CBR'S al 3%, 6% y 9% por sustitución de agua.

Tabla 11

CBR natural y con la adición del polímero SSPMB en tres diferentes dosificaciones

N°	Dosificación	CBR (%)	
		100% MDS	95% MDS
1	Natural (muestra alterada)	7	5
2	1-3	12	11
3	1-6	14	12
4	1-9	22	10

Nota: CBR natural de la muestra alterada y con adición del polímero SSPMB en tres diferentes dosificaciones 1-3, 1-6, 1-9

Fuente: Elaboración propia

Como podemos visualizar en las figuras 9, 10, 11 y 12, vemos los resultados del laboratorio de suelos, se puede observar la tabla n° 11, el incremento del CBR, en cada una de las dosificaciones dadas por sustitución de agua, ha ido incrementándose desde su estado natural, según como se ha ido aplicado los porcentajes del polímero, demostrando así, el incremento del CBR al material de arcilla.

Para el objetivo específico n° 01 se obtuvieron los siguientes resultados.

Se identificó la adición del polímero por sustitución de acuerdo a un aspecto técnico definido para el incremento del valor de soporte del CBR, se estabilizará el suelo arcilloso. Podemos determinar así, qué, sí cumple con los parámetros establecidos tanto a nivel de nuestro Perú o fuera de él, donde el material de arcilla situado en

la zona de la subrasante se fue incrementando el CBR es por ello que se puede asumir que mejoró su capacidad de soporte para poder soportar las cargas de los vehículos pesados en el CP de san Antonio - Moquegua. Puesto que este tipo de suelo solo arcillosos.

Para el objetivo específico n° 02 se obtuvieron los siguientes resultados.

De acuerdo a este análisis de elaborado, se determinó la el CBR natural de suelo arcilloso nos da 7%, adicionando por el método de sustitución del polímero SSPMB es positiva, ya que se logra un incremento de hasta el 214.29 % con una proporción de 1-9, a su vez podría aumentar el incremento del CBR si en cuando se siga adicionando el polímero.

Para el objetivo específico n° 03 se obtuvieron los siguientes resultados. De acuerdo a las normas técnicas elaboradas por el ministerio de transportes y comunicaciones el MTC en su sección de suelos y pavimentos, el valor de soporte CBR referido al 100% de la Máxima Densidad Seca MDS y una determinada penetración de la carga de 0.1", donde se debe de sobrepasar el 100%, Se visualiza que el CBR natural es de 7%, y con la adición del SSPMB sube a 71.43% (1-3), 100% (1-6), 214.29% (1-9). Como se puede observar en la tabla n° 12.

Tabla 12

Resultados de incremento – polímero según ensayo de CBR

Aditivo	Densidad Máxima	resultado	incremento
0%	100% de 56 golpes	7%	0%
3%	100% de 56 golpes	12%	71.43%
6%	100% de 56 golpes	14%	100.00%
9%	100% de 56 golpes	22%	214.29%

Nota: en el desarrollo del ensayo de próctor modificado se sustituyó una cantidad de agua 3, 6y 9 % por polímero el cual se usará para el ensayo de CBR.

Fuente: Elaboración propia

V. DISCUSIÓN

De las comparaciones entre el marco teórico, antecedentes nacionales e internacionales detallado líneas arriba de esta investigación, y de los resultados de las investigaciones de los objetivos se afirma:

Se valida la hipótesis general por las siguientes razones.

Se valida la **hipótesis específica n° 01** por las siguientes razones. El estudio de suelos estudiados en estado natural fue según la granulometría, arcilla de alta plasticidad (A-1-b), con CBR natural de 5% al 7% de la MDS. Una vez aplicado el polímero en proporciones de 1 a 3, 1 a 6 y 1 a 9 por ciento, por el método de sustitución de agua se tuvo resultados con densidades máximas de 12%, 14% y 22% respectivamente de alcanzando valores de 71.43% de incremento de valor de soporte del CBR con una adición de 3%, de la misma manera se alcanzando valores del 100% de incremento de valor de soporte del CBR con una adición de 6%, de la y finalmente se obtuvo el 214.29 % de incremento de valor de soporte del CBR con una adición de 9%.

Se valida la **hipótesis específica n° 02** por las siguientes razones se verifico y comprobó mediante resultados que el **POLÍMERO ADHERENTE MODIFICADO MACROMOLECULAR STA'BL-SOIL PMB (SSPMB)**, si incrementa el valor de soporte del CBR en material de suelos arcillosos; analizando todos los resultados obtenidos en el laboratorio se puede decir que a una dosificación del 9% el incremento de valor es de 214.29%, cabe señalar que esta se podría incrementar mas si el aditivo se aumentaría con proporciones de hasta un 20%, por lo que será material de otra investigación, en la presente se dosifico con 9%, con un CBR al 100% MDS.

Se valida la **hipótesis específica n° 03** por las siguientes razones, la primera que no se tendrá que implementar la compra de materiales de préstamo de canteras, disminuyendo considerablemente el costo de extracción y apilamiento; así mismo, el alquiler de equipo mecánico para el traslado de los materiales, esto a su vez hace que en la etapa de construcción de una vía podamos minimizar costos con solo remover o escarificar la subrasante, añadir agua nivelar y finalmente ser compactados.

VI. CONCLUSIONES

Luego de validar las hipótesis y presentar los resultados detallo las siguientes conclusiones:

Conclusión general. En la presente investigación se comprobó la hipótesis planteada ya que Con la aplicación del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), se

logra estabilizar la subrasante arcillosa y se incrementa y mejora la resistencia del CBR de la arcilla con el aditivo hasta un 30% al sustituir en 9% de polímero en la mezcla de agua en los suelos arcillosos en el distrito de San Antonio Moquegua.

Conclusión del objetivo específico n° 01 Es recomendable el uso del aditivo STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), como sustitución de un porcentaje de agua en suelos arcillosos ya que al sustituir un porcentaje de polímero por el agua aumenta los parámetros de CBR la utilización óptima del aditivo es de 9% y podría ser un máximo de 20%, en la presente investigación el mayor porcentaje de CBR se obtuvo con 9% y las otras pruebas de 3% y 6% también mejoran la capacidad portante del suelo arcilloso eso indica que el aditivo STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), si es de utilidad en cualquier porcentaje que se utilice el incremento del uso de aditivo hace que el CBR del material arcilloso se incremente.

Conclusión del objetivo específico n° 02 El uso del aditivo hace que el CBR se incremente altamente comparando con el CBR de la arcilla natural también se pudo demostrar que con el uso del aditivo hace que disminuyan los costos en adquisición de agua en el centro poblado de San Antonio Moquegua realizando una comparación también se disminuye los costos de mejoramiento de la sub rasante comparando con otros materiales externos como por ejemplo piedra.

Conclusión del objetivo específico n° 03 El polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), no es tóxico su uso a mayor porcentaje no genera riesgo de contaminación al medio ambiente ni contaminación al suelo las propiedades adherentes del aditivo hacen que las partículas de arcilla o suelo se adhieran más por lo tanto comparten un enlace covalente fuerte.

El aumento de CBR con el polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), hace que se pueda usar en arcilla, arena en cualquier otro tipo de material en terrenos naturales en donde se tendrán resultados favorables.

Por el comportamiento del CBR se puede concluir que el aditivo no se ve afectado por la presencia de sales solubles. Los resultados que se logró en los parámetros de compactación se obtuvieron una consistencia seca y una óptima capacidad de humedad.

VII. RECOMENDACIONES

Se hacen las siguientes recomendaciones:

De la conclusión general Se recomienda utilizar el polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), en suelos que presenten baja capacidad portante como los suelos arcillosos, arenosos entre otros ya que al sustituir por agua disminuye el índice de plasticidad y aumenta el CBR.

De la conclusión del objetivo específico n° 01 realizar los estudios de estabilización de suelos en las partes altas que superen los más de 4000.00 msnm. Así poder determinar el comportamiento del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), en temperaturas bajas y analizar los costos sabiendo que el polímero trabaja en terrenos nativos existentes.

De la conclusión del objetivo específico n° 02 Se recomienda tomar en cuenta estos ensayos realizados en la presente tesis de investigación como una alternativa para mejorar la subrasante en terrenos arcillosos con fines de pavimentación en tramos donde el tipo de suelo presente baja capacidad portante para mejorar el CBR.

De la conclusión del objetivo específico n° 03 Se recomienda Investigar otro tipo de suelos adicionando o sustituyendo el polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB),

REFERENCIAS

Ángulo Roldán D. Rojas Escajadillo H.F. (2016). *Ensayo de fiabilidad con aditivo proes para la estabilización del suelo en el AA. HH El Milagro, 2016.* (Tesis inédita para ingeniero). Universidad Científica del Perú, Iquitos.

Arroyo Hilton, N. F. (2010). *Diseño y conservación de pavimentos rígidos.* Recuperado de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/504>

Bowles Leamont, J. (1982). *Propiedades Geofísicas de los suelos.* Bogotá: Lerner.

De la Cruz Gutiérrez L.M. Salcedo Rojas K.K. (2016). *Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2016) para pavimentación en Palian – Huancayo - Junín*. (Tesis inédita para ingeniero). Universidad Peruana los Andes, Huancayo.

Huanca Borda A.R. (1996). *Mecánica de suelos*. Ica: Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

Energreen. (2015). *Manual técnico del uso del polímero SSPMB*. California: X.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de carreteras especificaciones técnicas para la construcción*. Lima: Macro.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras suelos, geotecnia, geología y pavimentos*. Lima: Macro.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*. Lima: Macro.

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). *CE.010 Pavimentos Urbanos*. Lima: Industrial Gráfica Apolo.

Norma Técnica de estabilizadores químicos. (2004) *Dirección general de caminos y ferrocarriles*. Lima, Perú.

Pérez Collantes R.C. (2012). *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como sub rasante mejorada y/o sub base de pavimentos*. (Tesis inédita para Maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. ALONSO, Mario y LUXAN, Carlos. *Aplicaciones de las cenizas activadas en el campo de la construcción*, Madrid, 1995

CAÑAR Triviano, Edwin Santiago. *Análisis comparativo de las resistencias al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón*. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad Técnica de Ambato – Ecuador, 2017. 167p

Day, Robert. *Cómo escribir y publicar trabajos científicos*, 2a ed. Washington, 1995.

FONSECA, Paul y MONTEJO, Paul. *Ingeniería de Pavimentos*, Bogotá: Stella Valbuena García, 2006.

GRAUX, Daniel. *Fundamentos de mecánica de suelos, proyecto de muros y*

cimentaciones. 2a. ed. Barcelona: Depósito Legal B. 1975. 417p. [fecha de consulta: 11 de octubre de 2018].
Disponibles en: <https://books.google.com.pe/books?id=96EEoaVynl4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. ISBN: 84-7146-022-X

HERNANDEZ Lara, Josué Aristides. Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de El Salvador. Tesis para optar el título de ingeniería civil. Universidad de El Salvador, 2016. 380p

Ingeniería de Carreteras Carlos Kramer [et al.]. Madrid: McGraw Hill Interamericana, 2004. 176pp

NUÑEZ, Jorge. Manejo y observación de suelos. Costa Rica: San José. 2001. 288p.
ISBN: 9968-31-154-5

NUÑEZ, Daniel. Elección y Dosificación del Conglomerante en Estabilización de suelos, Obregón Sonora, 2011

PÉREZ, Julio y RIBERO, Raúl. Evaluación de la Capacidad cementante de la Ceniza de Caña y Ceniza Volante para Suelos Granulares Limpios., Bucaramanga, 2008.

PÉREZ Collantes, Rocío Del Pilar. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos. Tesis para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Ingeniería Geotécnica. Universidad Nacional de Ingeniería – Perú, 2012. 89p

RICO, Aron y DEL CASTILLO, Henry. La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres, México: Limusa, 1978. 232pp

RUANO, David. Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Arenas Volcánicas y Cal Viva, Guatemala, 2012. 216pp

SANTAELLA, Luz Elena. Caracterización Física, química y mineralógica de las cenizas volantes [en línea]. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, Icn., 2001 [fecha de consulta: 10 de octubre de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/911/91101007.pdf>. ISBN: 0124-8170

VEGA Guimarey, Anthony Giovanni. Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac alto provincia

de Huaraz

– 2017. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad San Pedro de Huaraz – Perú, 2017. 106p

ZULUAGA Morales, Daniel. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad de Medellín – Colombia, 2015. 80p

MAMANI Barriga, Lux Eva y YATACO Quispe, Alejandro Jesús. Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad San Martín de Porres de Lima – Perú, 2017. 198p

MORALES, Dario. Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas, Medellín, 2015.

Rico Rodríguez A. (2005). *La ingeniería de los Suelos en las vías terrestres: carreteras, ferrocarriles y aeropistas*. México: Limu.

ANEXOS

1. Matriz de consistencia
2. Matriz de operacionalización de variables
3. Planimetría general
4. Panel fotográfico
5. Ensayos de laboratorio de suelos
6. Juicio de expertos

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Incremento del valor soporte CBR para estabilizar subrasante arcillosa utilizando el polímero SSPMB, en el Centro Poblado de san Antonio – Moquegua, 2021

AUTORES: Felix Wuilber Quispe Huacasi
Elmer Reynaldo Rojas Coronel

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	IDENTIFICACION DE VARIABLES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<p>PROBLEMA GENERAL: PG1 ¿De qué manera se podría estabilizar la subrasante arcillosa para incrementar el valor de soporte utilizando POLIMEROS SSPMB, en el Distrito de San Antonio Moquegua? Cuando los suelos en diferentes carreteras son sueltos, alta permeabilidad o cualquier otra propiedad indeseable para su utilización, estos suelos deben ser estabilizadas.</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS PE1.- ¿Cuál es el procedimiento adecuado para la aplicación del polímero en la estabilización de suelos arcillosos? PE2.- ¿Cuál es la influencia del polímero en el mejoramiento de la resistencia de los suelos (CBR) arcillosos? PE3.- ¿Cuál es la ventaja económica en la aplicación del polímero para la estabilización de suelos arcillosos y con presencia de grava para el distrito de san Antonio Moquegua?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: OG1.- Estabilizar la subrasante arcillosa utilizando el polímero STA'BL SOILPMB (SSPMB), para determinar el grado de influencia en la estabilización de suelos en zonas arcillosas en el distrito de San Antonio Moquegua.</p> <p>Objetivos específicos 1: OE1.- Determinar, la aplicación del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB) en la estabilización de suelos en zonas arcillosas en el distrito de San Antonio Moquegua.</p> <p>Objetivo específico 2: OE2.- Determinar la influencia del polímero en el mejoramiento de la resistencia de los suelos arcillosos</p> <p>Objetivo específico 3: OE3.- Determinar la ventaja económica en la aplicación del polímero para estabilizar suelos arcillosos.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: HG. Con la aplicación del polímero STA'BL-SOIL PMB (SSPMB), se logra estabilizar la subrasante arcillosa para incrementar el valor de soporte que influye en la estabilización de los suelos arcillosos en el distrito de San Antonio Moquegua.</p> <p>HE1.- Detallando el procedimiento adecuado para la aplicación de polímeros en suelos arcillosos se estabiliza la subrasante.</p> <p>HE2.- La influencia del polímero en el mejoramiento de la resistencia del suelo arcilloso, tiene un valor superior a la resistencia de suelo natural.</p> <p>HE3.- El costo de la estructura de pavimento aplicando el polímero SSPMB es ventajoso ya que se disminuye la altura de las capas estructurales.</p>	<p>Variable independiente Incremento del valor soporte CBR.</p> <p>Indicadores: Tipo de suelo (arcilla) Límite de consistencia Contenido de humedad Máxima densidad seca</p> <p>Variable dependiente estabilizar subrasante arcillosa.</p> <p>Indicadores: - Próctor, - CBR. - Granulometría. - Límites de Attenberg.</p>	<p>Tipo de la investigación El tipo de investigación es cuantitativo y explicativo. Su fin es demostrar la eficacia del uso de polímeros en la estabilización de suelos para carretera mediante las pruebas realizadas en el laboratorio.</p> <p>Diseño de la investigación Es de carácter descriptivo, cuasi experimental, aplicativo pues se tendrá que llevar a cabo diversos ensayos, para luego, analizar los resultados para comprobar las hipótesis planteadas.</p> <p>Población y muestra Población La presente investigación se realiza para vías en el distrito de San Antonio Moquegua.</p> <p>Muestra Es el tramo San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) en el distrito de san Antonio Moquegua.</p>	<p>Escala de Medición:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nominal - Razón - Porcentaje % - Metro - Gr/cm3 <p>Instrumentos de recolección de datos</p> <p>El material que se utilizara para la recolección de datos se tiene:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fichas bibliográficas - Formatos - Guías de validación de resultados - Fichas de observación

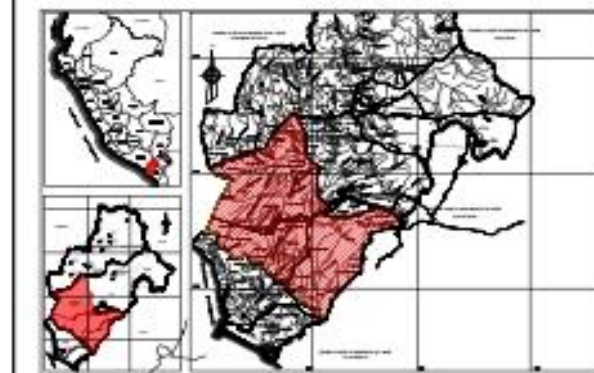
Nota: La tabla muestra el resumen general del proyecto de investigación, iniciando por la descripción del problema, luego los objetivos, hipótesis, identificación de variables, metodología y por ultimo las técnicas e instrumentos.

Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Titulo: “Incremento del valor soporte CBR para estabilizar subrasante arcillosa utilizando el polímero SSPMB, en el Centro Poblado de san Antonio – Moquegua, 2021”					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
Mejoramiento del valor soporte CBR en subrasante arcillosa utilizando el polímero SSPMB	Consiste en incrementar el valor soporte CBR como determinación de resistencia de suelo arcilloso, esto también se puede denominar como valor de la relación de soporte.	Se recolecta las muestras in-situ desde la Av. San Antonio oeste y la Av. San Antonio sur (primera cuadra) de la región Moquegua y es trasladado al laboratorio RCFSRL. Del ing. Roberto Cáceres Flores ubicado en la región de Arequipa, cuyos resultados se plasman en formatos normados en ASTM D	PROCTOR MODIFICADO CBR (INICIAL) CBR (INCREMENTO)	ANALISIS GRANULOMETRICO. PROCTOR MODIFICADO VALOR DE SOPORTE SIN EL POLIMERO	% De humedad RAZON
Incrementar la resistencia mecánica de subrasante arcillosa utilizando el polímero SSPMB	Se define al mejoramiento del Incremento del valor soporte CBR para estabilizar subrasante arcillosa utilizando el polímero SSPMB, donde mejora sus propiedades físicas del suelo utilizando el polímero SSPMB por sustitución de agua MTC manual de carreteras y pavimentos (2014) (p.92)	Obtenido los resultados de CBR se efectuó la dosificación con el polímero SSPMB para lograr un resultado óptimo (MTC E)	GRADO DE COMPACTACION	SUSTITUCION DE AGUA POR POLIMERO DE 3%, 6% y 9%. VALOR DE SOPORTE CON EL POLIMERO GRADO DE COMPACTACION	RAZON

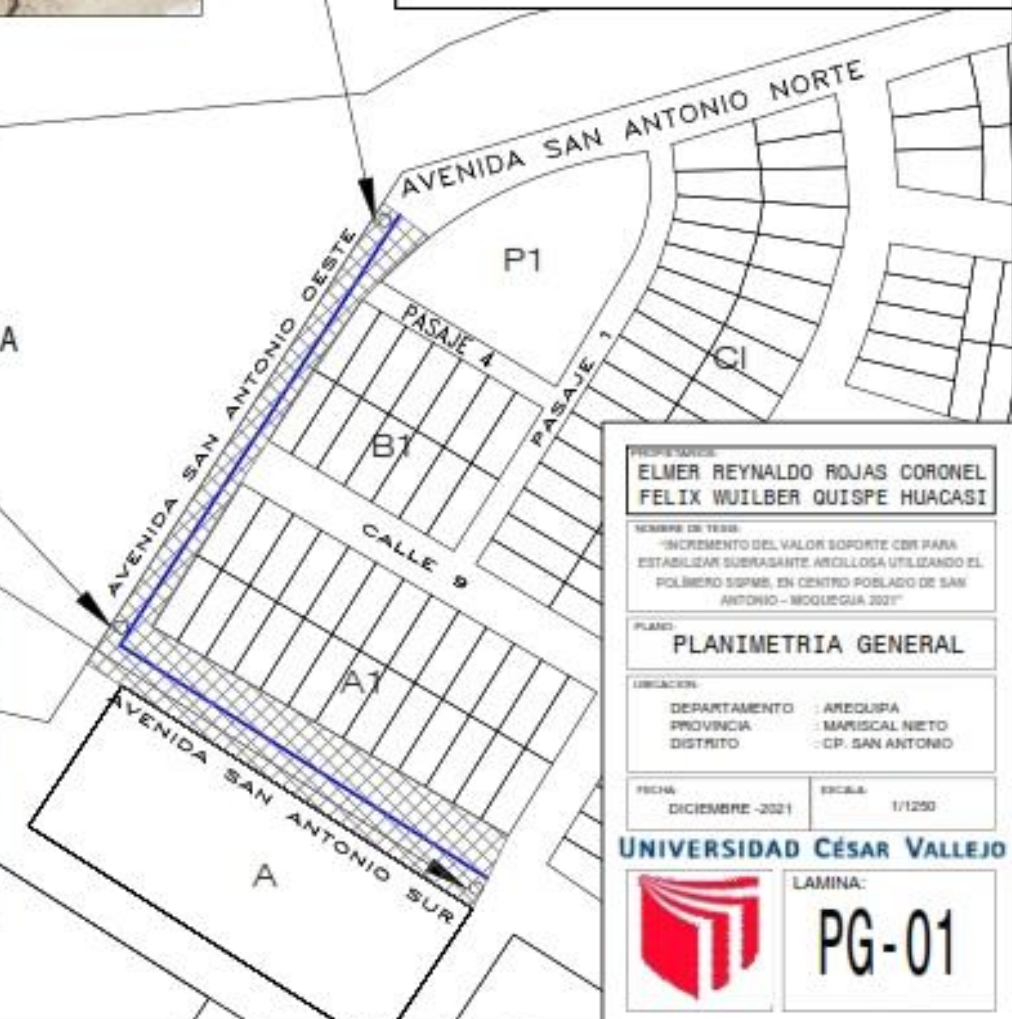
POZO DE EXPLORACION N° 01



POZO DE EXPLORACION N° 02



VILLA UNIVERSITARIA
JOSE CARLOS
MARIATEGUI



POZO DE EXPLORACION N° 03



PROPIETARIOS:
ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL
FELIX WUILBER QUISPE HUACASI

TITULO DE TESIS:
"INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARECILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SGPMS EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"

PLANO:
PLANIMETRIA GENERAL

UBICACION:
DEPARTAMENTO : AREQUIPA
PROVINCIA : MARISCAL NIETO
DISTRITO : CP. SAN ANTONIO

FECHA:
DICIEMBRE -2021

ESCALA:
1/1250

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO



LAMINA:
PG-01

PANEL FOTOGRÁFICO

EXCAVACION DE CALICATAS EN EL CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA



Figura 01: Excavación de las calicatas en el centro poblado de San Antonio Moquegua
Fuente: Elaboración propia



Figura 2: Excavación de calicata N 02 de la zona de estudio
Fuente: Elaboración propia



*Figura 5: Ensayo de constantes físicas ASTM D-4318 Límite líquido
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 6: Muestras extraídas de las calicatas en el centro poblado de San Antonio Moquegua
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 7: Muestras extraídas de la calicata N° 2 en el centro poblado de San Antonio Moquegua
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 8: Muestras extraídas de las calicatas N° 3 en el centro poblado de San Antonio Moquegua
Fuente: Elaboración propia*



Figura 9: Traslado de las Muestra extraídas de las calicatas en el terminal terrestre de Moquegua
Fuente: Elaboración propia

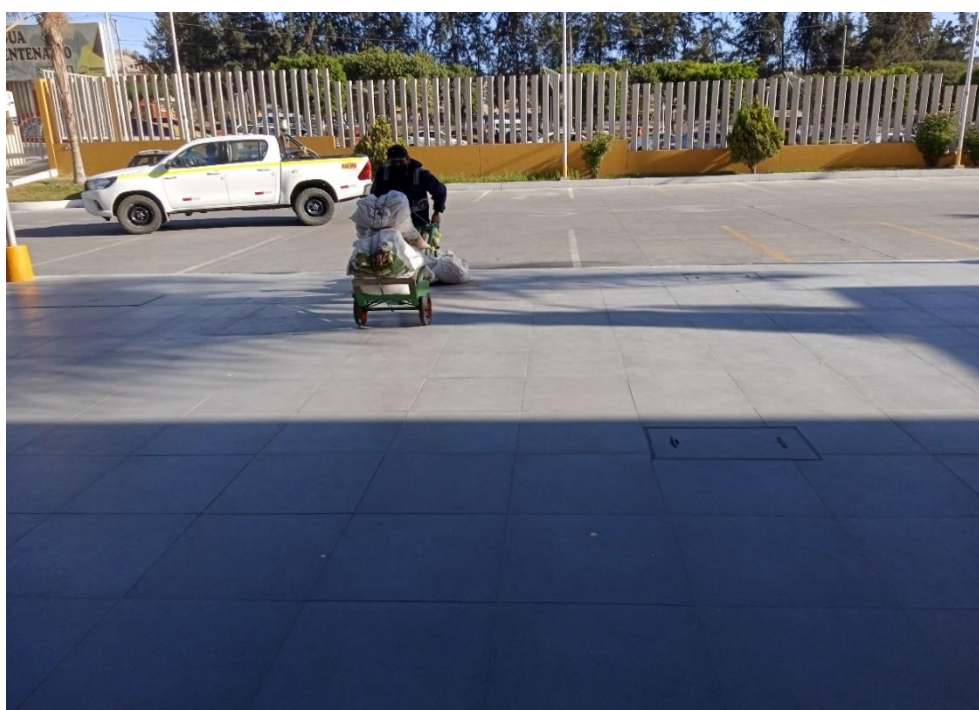


Figura 10: Traslado de las Muestra extraídas de las calicatas en el terminal terrestre de Moquegua
Fuente: Elaboración propia



*Figura 11: Muestra extraídas de las calicatas en el laboratorio de suelos RCFS.RL de Arequipa
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 12: Descargando las muestras extraídas de las calicatas en el C.P. San Antonio -
Moquegua en el laboratorio de suelos RCFS.RL de Arequipa
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 13: Laboratorio de suelos RCFS.RL de Arequipa en donde se realizó la investigación de las muestras extraídas de las calicatas en el C.P. San Antonio Moquegua
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 14: pesado de las muestras en el Laboratorio de suelos RCFS.RL de Arequipa en donde se realizó la investigación
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 15: preparando el material para realizar el cuarteo en el Laboratorio de suelos RCFS.RL de Arequipa en donde se realizó la investigación de las muestras extraídas de las calicatas en el C.P. San Antonio -Moquegua
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 16: Realizando el cuarteo en el Laboratorio de suelos RCFS.RL de Arequipa en donde se realizó en ensayo de las muestras extraídas de las calicatas en el C.P. San Antonio -Moquegua
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 17: preparando el material en el Laboratorio de suelos RCFS.RL de Arequipa en donde se realizó el ensayo de las muestras extraídas de las calicatas en el C.P. San Antonio -Moquegua
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 14: Figura 18: Realizando el muestreo en el Lab. de suelos RCFS.RL de Arequipa en donde se realizó el ensayo de las muestras extraídas de las calicatas en el C.P. San Antonio - Moquegua
Fuente: Elaboración propia*



Figura 25: Ensayo de constantes físicas ASTM D-4318 Límite líquido
Fuente: Elaboración propia



Figura 26: Ensayo de constantes físicas ASTM D-4318 Límite plástico
Fuente: Elaboración propia



Figura 27: Gravedad específica y absorción de arcilla ASTM D-854.
Fuente: Elaboración propia



Figura 28: Ensayo densidad de campo ASTM D-1556
Fuente: Elaboración propia



*Figura 29: Ensayo de Proctor estándar MTC E 116
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 30: Ensayo de CBR natural D1883-91
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 31: Preparación de las muestras para Proctor modificado
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 32: Compactación de la muestra con un pisón normado, para Proctor
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 33: Preparación de las cantidades de agua y polímero a diferentes dosificaciones
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 34: Polímero SSPMB, solución acuosa para ensayo de CBR por sustitución de agua
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 35: Muestras de diferentes dosificaciones para ensayos de CBR siendo compactadas
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 36: Muestras de diferentes dosificaciones para ensayos de CBR listos para ser curados
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 37: Muestras de CBR tomando las expansiones a través del dial
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 38: Muestras de CBR en la prensa hidráulica para penetración
Fuente: Elaboración*



*Figura 40: Ensayo de análisis granulométrico para la muestra alterada
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 41: Ensayo de límite líquido de la muestra alterada
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 42: Ensayo de arcilla ASTM D4791
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 43: Ensayo de equivalente de arcilla ASTM D2419
Fuente: Elaboración propia*



Figura 44: Ensayo de equivalente de arcilla ASTM D2419
Fuente: Elaboración propia



Figura 45: Visualización del contenido de arcilla por gravedad
Fuente: Elaboración propia



*Figura 46: Separación de la arcilla por los tamices de 1", 3/4", 1/2" y 3/8" para ensayo de abrasión
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 47: Ensayo de Abrasión los Ángeles ASTM C131:03
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 48: Ensayo de partículas fracturadas ASTM D5821
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 49: EL POLÍMERO SSPMB, para su aplicación según porcentajes de aplicación de 3, 6 y 9 para el incremento del CBR.
Fuente: Elaboración propia*



Figura 50: Ensayo de sales solubles MTC E219
Fuente: Elaboración propia



Figura 51: En el ensayo de Proctor y preparación
Fuente: Elaboración propia



*Figura 52: Preparación del CBR
Fuente: Elaboración propia*



*Figura 53: Lavar las muestras hasta que se hayan retirado todos los finos y limos
Fuente: Elaboración propia*



Figura 54: tamices con el que se trabajó en el laboratorio
Fuente: Elaboración propia



Figura 55: Preparación de la muestra alterada para ensayo Proctor modificado
Fuente: Elaboración propia



Figura 56: Compactación de la muestra con 56 golpes dados por el pisón
Fuente: Elaboración propia



Figura 57: Preparación del polímero para ensayo de CBR
Fuente: Elaboración propia



Figura 58: Muestra alterada con adición del polímero al 3%
Fuente: Elaboración propia



Figura 59: Preparación de la muestra alterada con el polímero, mezclado
Fuente: Elaboración propia



Figura 60: Diferentes muestras de las dosificaciones CBR natural, 1-3, 1-6 y 1-9
Fuente: Elaboración propia



Figura 61: Curado de las diferentes muestras de las dosificaciones CBR natural, 1-3, 1-6 y 1-9
Fuente: Elaboración propia



Figura 62: Muestra en la prensa hidráulica para ser penetradas
Fuente: Elaboración propia



Figura 63: Retirar muestra del centro o del corazón de la muestra húmeda
Fuente: Elaboración propia

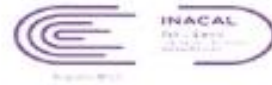


*Figura 64: Pesar las muestras húmedas sacadas del corazón
Fuente: Elaboración propia*



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL -DA CON
REGISTRO Nº LE-091



INFORME DE ENSAYO

Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
laboratorio@rcflaboratorio.com

TELF. (054) 214163
CEL. 958945275
RPM. *414996
RPC. 955761574

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO

PROYECTO: TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"

UBICACIÓN: AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA

SOLICITA: ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL
FELIX WUILBER QUISPE HUACASI

DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795) **ENSAYADO EN:** LABORATORIO RCF S.R.L.

Calicata/Cantera: CALICATA - POZO (P-01, P-02 Y P-03) **Tipo de Material:** Arcilla
Profundidad: 1.50 m **Condición Inicial:** Alterada
Datos adicionales: Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico **CÓDIGO - MUESTRA:** M1, M2 Y M3

Granulometría por Tamizado ASTM D422 - 63(2002) Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
Clasificación SUCS ASTM D 2487 - 00 Classification of Soils for Engineering Purposes (SUCS)

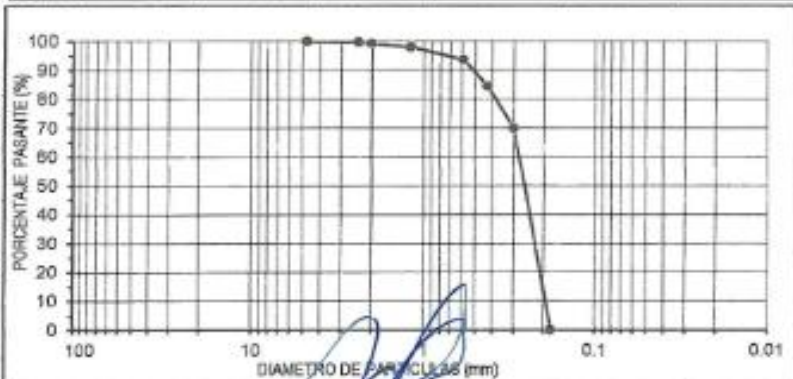
TAMIZ	Diámetro (mm)	Wret+T (g)	W RET. (g)	% Wret	% Total Retenido	% Total Pasante
5"	127.00					
4"	101.60					
3 1/2"	88.90					
3"	76.20					
2 1/2"	63.50					
2"	50.80					
1 1/2"	38.10					
1"	25.40					
3/4"	19.10					
1/2"	12.70					
3/8"	9.52					
Nº4	4.750					
Nº8	2.380					
Nº10	2.000					
Nº16	1.190				0.0	100.0
Nº30	0.590	40.3	1.7	0.3	0.3	99.7
Nº40	0.425	40.9	2.3	0.4	0.8	99.2
Nº50	0.300	45.3	6.7	1.3	2.0	98.0
Nº80	0.180	81.6	23.0	4.3	6.3	93.7
Nº100	0.150	88.6	50.0	9.4	15.7	84.3
Nº200	0.074	115.6	77.0	14.5	30.2	69.8
Fondo		409.9	371.3	69.8	100.0	0.0

FRACCIONES	
GRAVA	0%
ARENA	30%
FINOS	70%

COEFICIENTES	
Cu	6.00
Cc	1.50

CONSISTENCIA	
L LIQUIDO	54%
L PLASTICO	26%
I PLASTICIDAD	28%

CLASIFICACION	
SUCS	CH
AASHTO	-



ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59870

Rubén C. Colla Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

Ing. Javier L. Quispe Leon
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 78 53



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
 ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON
 REGISTRO Nº LE-091



Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
 laboratorio@rcflaboratorio.com

TELF. (054) 214183
 CEL. 958945275
 RPM. *414995
 RPC. 956761874

INFORME DE ENSAYO
LIMITES DE ATTERBERG

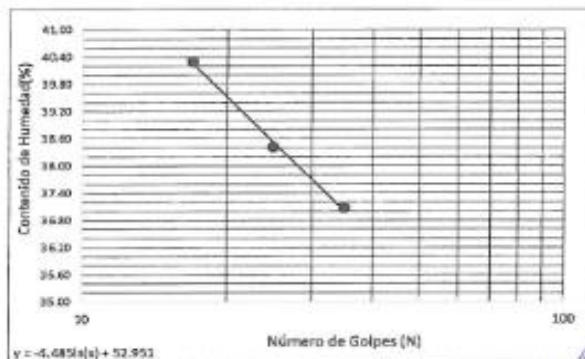
MTC E 110 Determinación del límite líquido de los suelos
 MTC E 111 Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e Índice de Plasticidad (I.P.)

PROYECTO(*):	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN(*):	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA		
SOLICITA(*):	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISPE HUACASI	F. EJECUCIÓN:	2021/09/24
DIRECCIÓN(*):	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1796)	ENSAYADO EN:	LABORATORIO RCF S.R.L.
Procedencia (*):	POZO (P-01, P-02 Y P-03)		
Datos adicionales(*):	Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico	CONDICIÓN INICIAL:	Muestra Alterada
Datos de muestreo(*):	Las 3 calicatas tienen el mismo perfil estratigráfico	MUESTRA(*):	Arcilla

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

DESCRIPCION	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
Peso del suelo húmedo + cápsula g.	30.51	31.31	34.94	20.44	31.11
Peso del suelo seco + cápsula g.	23.62	23.87	26.45	17.89	26.58
Peso de la cápsula g.	5.03	4.50	5.38	7.66	18.20
Peso del suelo seco g.	18.59	19.37	21.07	10.23	10.38
Peso del agua g.	6.89	7.44	8.49	2.55	2.53
Contenido de humedad %	37.06	38.41	40.29	24.93	24.37
Número de golpes, N	35	25	17		



(*Información brindada por el Solicitante)

CUADRO DE RESULTADOS

Límite líquido (LL)	(%)	54
Límite plástico (LP)	(%)	25
Índice de plasticidad (IP)	(%)	29
Línea A		25

NP No pudo determinarse

ROBERTO A. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 59876

Ing. Javier L. Quiroga León
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 76 83

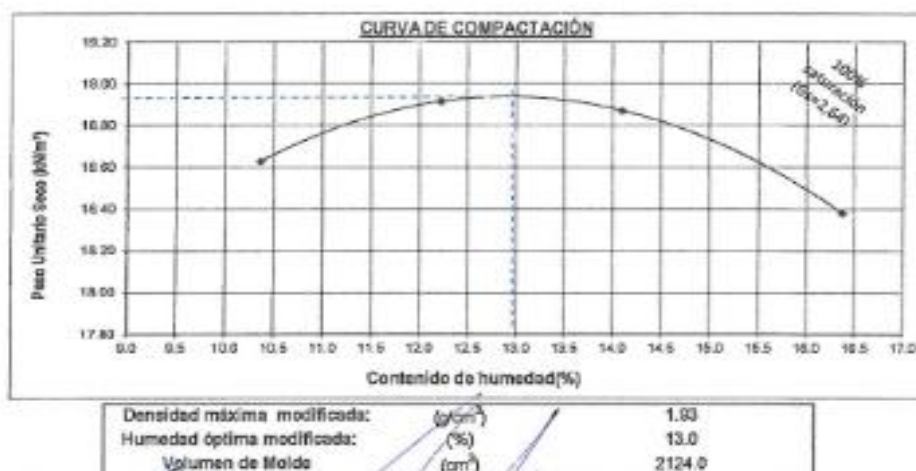
Rubén C. Colla Momani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86776


PRÓCTOR MODIFICADO

ASTM D1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort (56,000 ft-lb/ft³ (2,700 kN-m/m³))

PROYECTO(*):	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMS, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN(*):	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+080 A 0+225.58 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA.		
SOLICITA(*):	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WULBER QUIBPE HUACASI		
DIRECCIÓN(*):	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1706)		
PROCEDENCIA(*):	LA MUESTRA FUE EXTRAIDA DE 3 POSOS DE EXPLORACION	ENSAYADO EN:	LAB. RCF S.R.L
Detalles de Muestras:	Muestra extraída e identificada por el solicitante en campo.	MUESTRA(*):	ARCILLA
Método de Preparación:	Húmedo	CONDICIÓN:	M. Atende
Tipo de Pistón empleado:	Manual	Procedim. de Ensayo:	C
Descripción:	Arcillosa Color marón rojizo.	% F. Gruesa (P ₆₀):	
		% Fracción Fina (P ₇₅):	100%

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4	5
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD HÚMEDA					
Agua añadida inicial	%	4%	6%	8%	10%
Masa de molde+suelo	g	10973.0	11118.0	11184.0	11153.0
Masa de molde	g	6520.0	6520.0	6520.0	6520.0
Masa de suelo compactado	g	4453.0	4598.0	4664.0	4633.0
Densidad húmeda	g/cm ³	2.097	2.165	2.195	2.181
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD					
Masa suelo húmedo	g	658.0	639.0	602.0	656.0
Masa de suelo seco	g	588.2	569.4	527.6	563.7
Masa de agua	g	61.8	69.6	74.4	92.3
Contenido de humedad - NTP 339.127 ^(M)	%	10.4	12.2	14.1	16.4
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SECA					
Densidad seca	g/cm ³	1.90	1.93	1.92	1.87
PESO UNITARIO SECO:	kn/m ³	16.63	18.92	18.67	18.30





 ROBERTO B. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 59575



 Ing. Javier L. Colla
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 78.53



 Rubén C. Colla Momani
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 85776

Calle el Palomar 107 Lote B-3B – Cercado – Arequipa
 laboratorio@rcflaboratorio.com

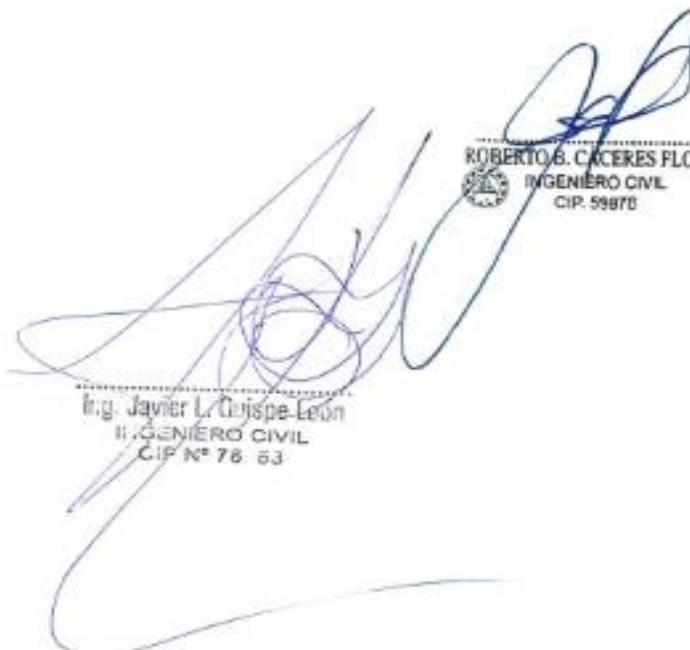
**INFORME DE ENSAYO
 GRAVEDAD ESPECIFICA**

ASTM D854-2002: Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer

PROYECTO:	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLIMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO – MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.50 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA.		
SOLICITA:	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WULBER QUISPE HUACASI	EJECUCIÓN:	TESIS
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1785)	ENSAYADO EN:	LABORATORIO RCF S.R.L.
CALICATA: POZO (P-01, P-02 Y P-03)		MUESTRA(M):	ARCILLA
PROFUNDIDAD: 1.50 m		CONDICIÓN:	M. Alterada
METODO DE ENSAYO: Método seco		Posante NP4:	100.0%

GRAVEDAD ESPECIFICA			
DESCRIPCIÓN	Unidades	1	2
Temperatura de ensayo	°C	23.3	22.9
Volumen del picnómetro a T _i (ml)	ml	498.5	498.8
Método de remoción de aire:		Ebullición	Ebullición
Masa del frasco volumétrico M _f	g	168.10	176.3
Masa del picnómetro + agua = M _a (a T _x)	g	666.30	674.8
Temperatura de calibración	°C	21	21
Masa del frasco + agua + peso del suelo = M _b	g	857.4	866.4
Masa del suelo seco (M _o)	g	301	301.0
k/corrección de temperatura		0.9993	0.9993
Peso específico (T _x /T _x °C)		2.74	2.75

Peso Específico (T_x/ 23°C)	2.75
--	-------------


 ROBERTO G. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 59870


 Rubén C. Solís Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 66776

**INFORME DE ENSAYO
EQUIVALENTE DE ARENA**


NORMA NTP 339.146 / ASTM D2419


PROYECTO:	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA.		
SOLICITA:	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISPE HUACASI		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)		
CALICATA: POZO (P-01, P-02 Y P-03)	CONDICIÓN: Muestra Alterada		
Profundidad 1.50 m	MUESTRA(*): Arcillas		


Solución de Stock	Formaldehido
Método empleado	Manual
Tamaño máximo (pasa malla # 4)	4,76 mm
Temperatura	21 °C ± 2 °C

DESCRIPCIÓN	LECTURAS		
	1	2	3
Tiempo de saturación	10 min	10 min	10 min
Tiempo de decantado	20 min	20 min	20 min
Altura máxima Arcilla (cm)	15	14.5	15.6
Altura máxima arena (cm)	6.5	6.2	6.3
Relación (%)	43.3	42.8	40.4
Equivalente de Arena (%)	43	43	40

Equivalente de Arena	42%
-----------------------------	------------


ROBERTO E. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59576


Ing. Javier L. Quispe León
INGENIERO CIVIL
CIP N° 78 53


Roberto C. Colla Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 66776

INFORME DE ENSAYO
SALES SOLUBLES

PROYECTO: TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO – MOQUEGUA 2021"

UBICACIÓN: AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0-000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA.

SOLICITA: ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WILBER QUISPE HUACASI


DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795) **ENSAYADO EN :** LABORATORIO RCF S.R.L


PROFUNDIDAD: 1.50 m


CÓDIGO - M: P-01, P-02 Y P-03
TIPO DE MATERI SUELO

Método de Ensayo Aplicado
*Calidad de concreto MTC E228

MATERIAL	PROCEDENCIA	SALES SOLUBLES	
		ppm	%
ARCILLA		1253	0.13


ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59878


Ing. Javier L. Quispe León
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 78 53


Rolán C. Cota Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

MTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO: TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"

UBICACIÓN: AV. SAN ANTONIO CESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0-000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA

SOLICITA: ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISPE HUACASI

DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)

EJECUCIÓN: TESIS

CALICATA: POZO (P-01, P-02 Y P-03)

ENSAYADO EN: LAB. RCF S.R.L.

Datos Adicionales: Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico

MUESTRA: P-01, P-02 Y P-03

Datos de Muestreo: Las 3 calicatas tienen el mismo perfil estratigráfico

CONDICIÓN: MUESTRA NATURAL

DESCRIPCIÓN VISUAL(1): Marrón, Grava sub angulosa y dura

M. DE ENSAYO: Método Húmedo

M. PREPARACIÓN: Método "C"

N° GOLPES		12		25		56	
Condición de la muestra		Sin Saturar	Saturado	Sin Saturar	Saturado	Sin Saturar	Saturado
Código de molde		335		336		287	
Masa de molde+suelo	g	12590	12796	12702	12904	12823	12903
Volumen de molde	cm ³	2124.0	2124.0	2121.0	2121.0	2133.0	2133.0
Masa de molde	g	8242	8242	8122	8122	8118	8118
Masa de suelo compactada	g	4348	4554	4580	4782	4705	4785
Densidad húmeda	g/cm ³	2.047	2.144	2.159	2.255	2.206	2.243

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°		SM-1	SM-2	SM-3
Masa de suelo húmedo	g	895.0	795.0	853.0
Masa de suelo seco	g	811.9	867.2	820.0
Masa de agua	g	83.1	127.8	83.0
Contenido de humedad	%	13.6	19.2	13.4

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SECA

Densidad seca	g/cm ³	1.802	1.799	1.904	1.832	1.942	1.933
Densidad seca	kg/m ³	1802.31	1799.40	1904.41	1832.40	1941.76	1933.18

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo(h)	Diel (div)	Expans Pulg.	Diel (div)	Expans Pulg.	Diel (div)	Expans Pulg.
11/11/2021	12:15	0	285	0.255	169	0.169	57	0.057
15/11/2021	12:20	96	360	0.360	258	0.258	84	0.084
ALTURA INICIAL (mm)			116.53	4.59	116.49	4.59	116.48	4.59
Expansión % de altura inicial			2.29%		1.94%		0.55%	

PENETRACIÓN

Penetración		SM-1		SM-2		SM-3	
Pulg.	mm	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²
0.025	0.64	0.18	12	0.20	14	0.27	19
0.050	1.30	0.24	18	0.34	24	0.36	26
0.075	1.90	0.35	25	0.61	44	0.50	36
0.100	2.50	0.46	33	0.83	60	0.63	45
0.125	3.18	0.54	39	1.00	72	0.83	67
0.150	3.80	0.61	44	1.18	85	1.03	75
0.175	4.45	0.72	52	1.30	94	1.22	88
0.200	5.10	0.77	56	1.47	106	1.34	97
0.300	7.60	1.08	76	1.89	136	1.85	136
0.400	10.00	1.35	96	2.30	167	2.38	172
0.500	13.00	1.59	115	2.82	204	2.91	210

ROBERTO A. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59376

Ing. Jairo L. Quispe León
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 74 63

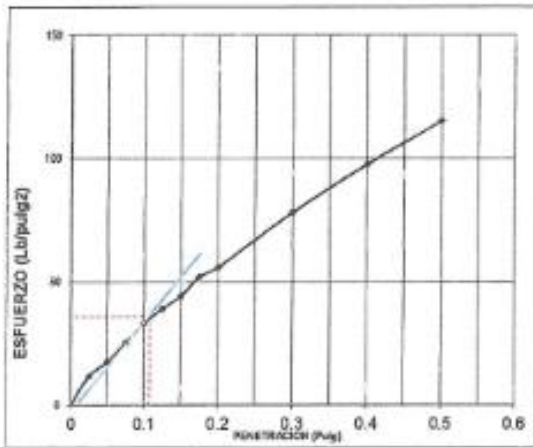
Rubén C. Coila Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

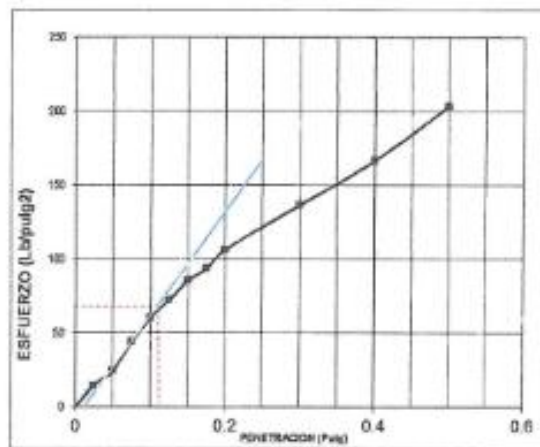
MTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO:	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO CESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA		
SOLICITA:	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISPE HUACASI		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)	EJECUCIÓN:	TESIS
CALICATA:	POZO (P-01, P-02 Y P-03)	ENSAYADO EN:	LAB. RCF S.R.L
Datos Adicionales:	Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico		
Datos de Muestreo:	Las 3 calicatas tienen el mismo perfil estratigráfico		
		MUESTRA:	P-01, P-02 Y P-03
		CONDICIÓN:	NUUESTRA NATURAL

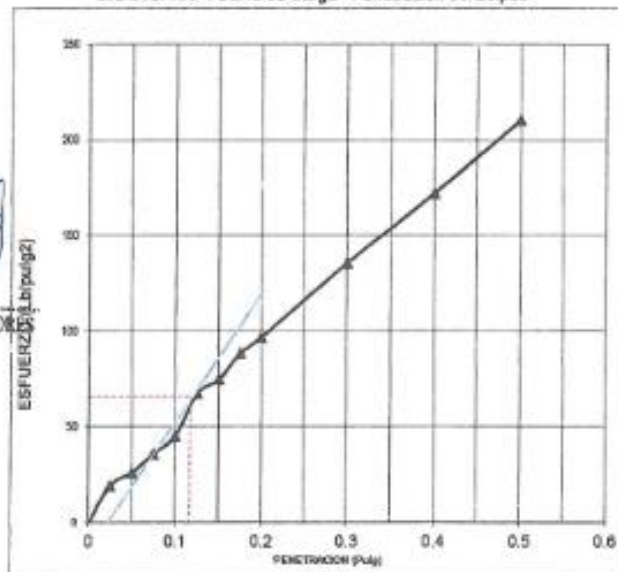
GRAFICA #1 : Curva de Carga - Penetración 12 Golpes



GRAFICA #2 : Curva de Carga - Penetración 25 Golpes



GRAFICA #3 : Curva de Carga - Penetración 56 Golpes



[Signature]
ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59870

[Signature]
Ruben C. Coila Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

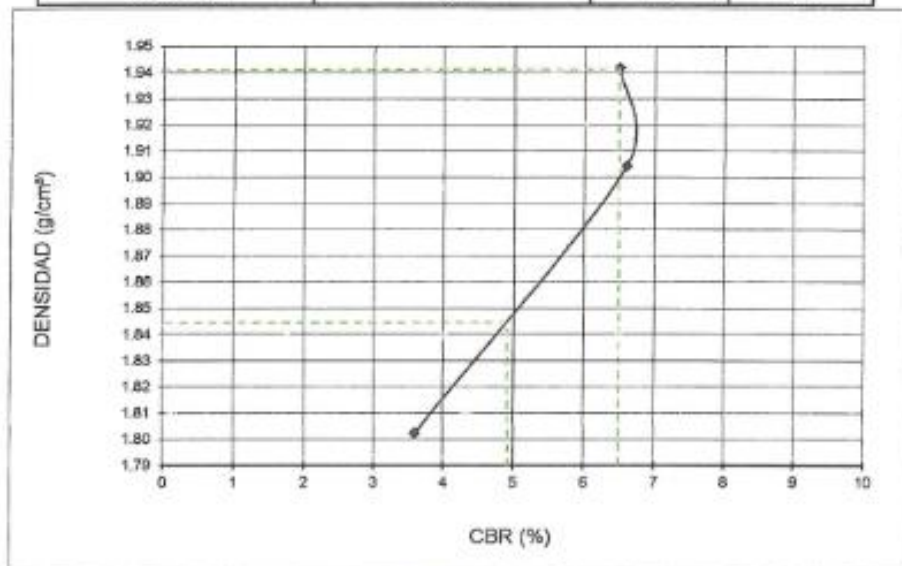
[Signature]
Ing. Javier L. Quispe León
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 78 53

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

MTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)


PROYECTO:	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLIMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C 2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA		
SOLICITA:	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISPE HUACASI		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)	EJECUCIÓN:	TESIS
CALICATA:	POZO (P-01, P-02 Y P-03)	ENSAYADO EN:	LAB. RCF S.R.L.
Datos Adicionales:	Se juntaron los muestreos por ser el mismo estrato geológico		
Datos de Muestreo:	Las 3 calicatas tienen el mismo perfil estratigráfico		
		MUESTRA:	P-01, P-02 Y P-03
		CONDICIÓN:	NUESTRA NATURAL

# GOLPES	CBR	DENSIDAD	HUMEDAD
12 GOLPES	3.8	1.80	13.58
25 GOLPES	6.8	1.90	13.39
56 GOLPES	6.5	1.94	13.60



CBR al 100% de Maxima Densidad % = 7
 CBR al 95% de Maxima Densidad % = 5


ROBERTO B. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 59870


Ing. Javier L. Quispe León
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 78 / 53


Rubén C. Loiza Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86776

Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
laboratorio@rcflaboratorio.com

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

MTC E 132	CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	EJECUCIÓN:
PROYECTO:	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"	ENSAYADO EN: LAB. RCF S.R.L.
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0-000 A	MUESTRA: P-01, P-02 Y P-03
SOLICITA:	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISPE HUACASI	CONDICIÓN: SSPMB AL 3%
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)	
CALICATA:	POZO (P-01, P-02 Y P-03)	
Datos Adicionales:	Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico	
Datos de Muestreo:	Se realizó la aplicación del polímero 3% por sustitución de agua	

DESCRIPCIÓN VISUAL: Marrón, Grava sub angular y dura

M. DE ENSAYO: Método Húmedo
M. PREPARACIÓN: Método "C"

Nº GOLPES		12		25		56		
Condición de la muestra		Sin Saturar	Saturado	Sin Saturar	Saturado	Sin Saturar	Saturado	
Código de molde		325		326		337		
Masa de molde+suelo	g	12643	12614	12665	12611	12507	12967	
Volumen de molde	cm ³	2125.3	2125.3	2110.4	2110.4	2115.5	2115.5	
Masa de molde	g	8294	8294	8135	8135	8328	8328	
Masa de suelo compactada	g	4349	4520	4530	4676	4600	4658	
Densidad húmeda	g/cm ³	2.046	2.127	2.147	2.216	2.179	2.202	
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente Nº		SM-1		SM-2		SM-3		
Masa de suelo húmedo	g	710.0	1159.0	710.0	1000.0	710.0	1105.0	
Masa de suelo seco	g	631.1	987.5	631.8	895.9	631.9	957.9	
Masa de agua	g	78.9	171.5	78.2	144.1	78.1	147.1	
Contenido de humedad	%	12.5	17.4	12.4	16.8	12.4	15.4	
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SECA								
Densidad seca	g/cm ³	1.819	1.812	1.910	1.896	1.939	1.909	
Densidad seca	kg/m ³	1819.90	1812.06	1910.10	1896.42	1939.02	1909.13	
EXPANSIÓN								
Fecha	Hora	Tiempo(h)	Dial (div)	Expansión Pulg.	Dial (div)	Expansión Pulg.	Dial (div)	Expansión Pulg.
11/11/2021	14:05	0	116	0.116	47	0.047	263	0.263
15/11/2021	14:10	96	165	0.165	135	0.135	347	0.347
ALTURA INICIAL (mm)			116.56	4.59	116.50	4.59	116.56	4.59
Expansión % de altura inicial			1.07%		1.92%		1.83%	
PENETRACIÓN								
Penetración		SM-1		SM-2		SM-3		
Pulg.	mm	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	
0.025	0.64	0.30	21	0.18	13	0.25	18	
0.050	1.30	0.58	42	0.44	32	0.68	49	
0.075	1.90	0.93	67	0.99	72	1.05	76	
0.100	2.50	1.39	100	1.42	102	1.33	96	
0.125	3.18	1.87	120	1.78	128	1.79	128	
0.150	3.80	1.86	135	2.34	169	1.99	144	
0.175	4.45	2.28	163	2.69	194	2.13	154	
0.200	5.10	2.56	185	2.92	204	2.23	161	
0.300	7.60	3.59	260	3.50	253	2.64	191	
0.400	10.00	4.50	325	3.94	285	3.11	225	
0.500	13.00	5.10	369	4.61	333	3.89	285	

ROBERTO C. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876

Ing. Javier L. Galispe León
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 76 83

Ruben C. Cojta Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

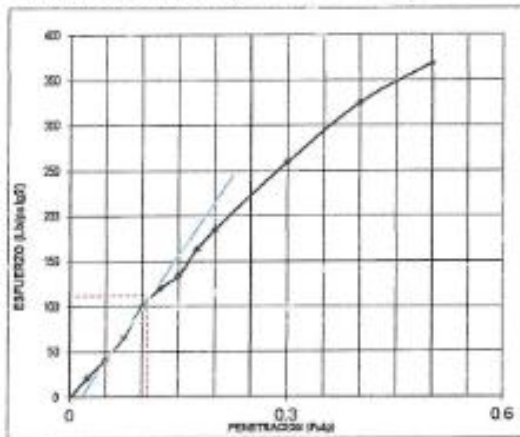
Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
laboratorio@rcflaboratorio.com

TELF. (054) 214183
CEL. 958945275
RPM. *414985
RPC. 956781874

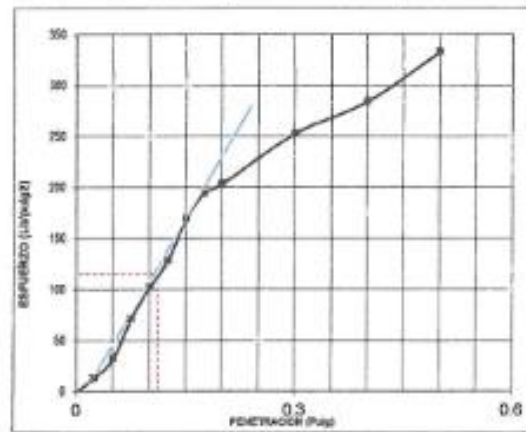
INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

MTC E 132	CBR DE SUELOS (LABORATORIO)		
PROYECTO:	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLIMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA		
SOLICITA:	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUIBPE HUACASI	EJECUCIÓN:	TESIS
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)	ENSAYADO EN:	LAB. RCF S.R.L.
CALICATA:	POZO (P-01, P-02 Y P-03)	MUESTRA:	P-01, P-02 Y P-03
Datos Adicionales: Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico		CONDICIÓN:	
Datos de Muestreo: Se realizó la aplicación del polímero 2% por sustitución de agua		SSPMB AL 3%	

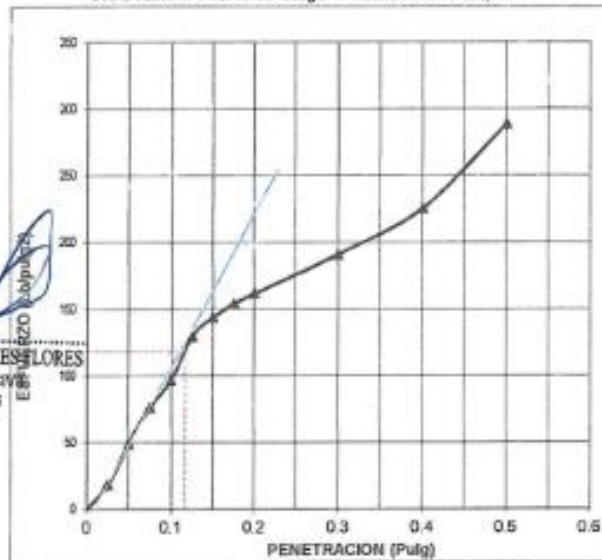
GRAFICA #1 : Curva de Carga - Penetración 12 Golpes



GRAFICA #2 : Curva de Carga - Penetración 25 Golpes



GRAFICA #3 : Curva de Carga - Penetración 56 Golpes



[Signature]
ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876

[Signature]
Roben C. Coila Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

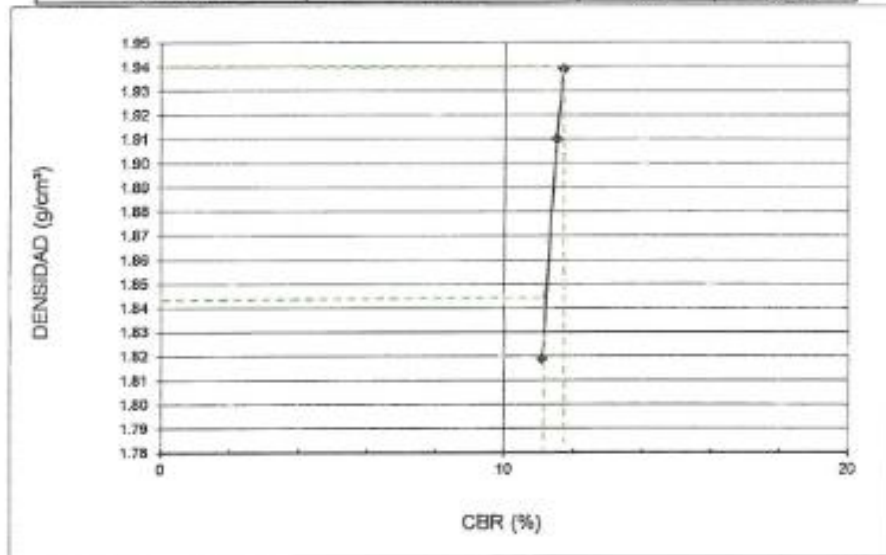
[Signature]
Ing. Javier L. Quiroga León
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 76 83

**INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR**

MTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO:	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLIMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO CESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0-000 A 0-225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA		
SOLICITA:	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WULBER QUISPE HUACASI		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)	EJECUCIÓN:	
CALICATA:	POZO (P-01, P-02 Y P-03)	ENSAYADO EN:	LAB. RCF S.R.L
Datos Adicionales:	Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico		
Datos de Muestreo:	Se realizó la aplicación del polímero 3% por sustitución de agua		
		MUESTRA:	P-01, P-02 Y P-03
		CONDICIÓN:	SSPMB AL 3%

# GOLPES	CBR	DENSIDAD	HUMEDAD
12 GOLPES	11.1	1.82	12.50
25 GOLPES	11.5	1.91	12.38
56 GOLPES	11.7	1.94	12.36



CBR al 100% de Maxima Densidad % = 12
CBR al 95% de Maxima Densidad % = 11

ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59870

Ing. Javier L. Galindo León
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 76 63

Rubén C. Coila Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
laboratorio@rcflaboratorio.com

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

MTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO: TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLIMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"

UBICACIÓN: AV. SAN ANTONIO CESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0-000 A 0+225 69 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA

SOLICITA: ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WULBER QUISPE HUACASI

DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)

EJECUCIÓN: TESIS

CALICATA: POZO (P-01, P-02 Y P-03)

ENSAYADO EN: LAB. RCF S.R.L

Datos Adicionales: Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico

MUESTRA: P-01, P-02 Y P-03

Datos de Muestreo: Se realizó la aplicación del polímero 0% por sustitución de agua

CONDICIÓN: SSPMB AL 6%

DESCRIPCIÓN VISUAL: Mación, Grava sub angular y dura

M. DE ENSAYO: Método Húmedo

M. PREPARACIÓN: Método "C"

Condición de la muestra	12		25		56		
	Sin Saturar	Saturado	Sin Saturar	Saturado	Sin Saturar	Saturado	
Código de molde	217		218		219		
Masa de molde+suelo	g	12376	12611	12744	12916	12812	12927
Volumen de molde	cm ³	2131.0	2131.0	2124.0	2124.0	2127.0	2127.0
Masa de molde	g	8113	8113	8234	8234	8196	8196
Masa de suelo compactada	g	4263	4498	4510	4682	4614	4729
Densidad húmeda	g/cm ³	2.000	2.111	2.123	2.204	2.169	2.223

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	SM-1		SM-2		SM-3		
Masa de suelo húmedo	g	750.0	800.0	750.0	800.0	750.0	800.0
Masa de suelo seco	g	671.1	656.5	670.5	670.6	670.8	674.2
Masa de agua	g	78.9	141.5	79.5	129.4	78.2	125.8
Contenido de humedad	%	11.8	21.5	11.9	19.3	11.8	18.7

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SECA

Densidad seca	g/cm ³	1.790	1.737	1.898	1.848	1.940	1.874
Densidad seca	kg/m ³	1790.02	1737.41	1898.28	1847.76	1940.18	1873.70

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Temp(°h)	Dial (div)	Expans. Pulg.	Dial (div)	Expans. Pulg.	Dial (div)	Expans. Pulg.
15/11/2021	13:50	0	292	0.292	562	0.562	90	0.090
19/11/2021	13:52	96	383	0.383	632	0.632	252	0.252
ALTURA INICIAL (mm)			116.46	4.58	116.45	4.58	116.48	4.59
Expansión % de altura inicial			1.98%		1.53%		4.40%	

PENETRACIÓN

Penetración		SM-1		SM-2		SM-3	
Pulg.	mm	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²
0.025	0.64	0.24	18	0.30	21	0.29	21
0.050	1.30	0.57	41	0.82	45	0.58	42
0.075	1.90	0.93	67	1.11	80	0.94	68
0.100	2.50	1.15	83	1.80	130	1.50	109
0.125	3.18	1.50	109	2.25	162	1.83	140
0.150	3.80	1.79	129	2.51	182	2.24	162
0.175	4.45	1.98	143	2.95	213	2.60	188
0.200	5.10	2.12	164	3.29	238	2.91	210
0.300	7.60	2.89	185	3.86	286	3.66	264
0.400	10.00	3.16	228	4.50	326	4.16	301
0.500	13.00	3.83	262	5.06	366	4.71	341

ROBERTO A. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59376

Ing. Javier L. Quipe León
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 74 53

Ruben C. Cruz Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

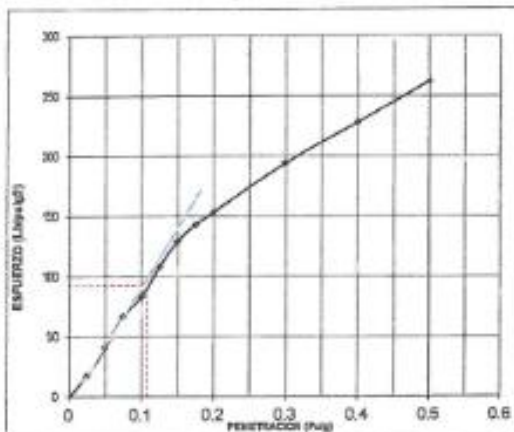
Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
 laboratorio@rcflaboratorio.com

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

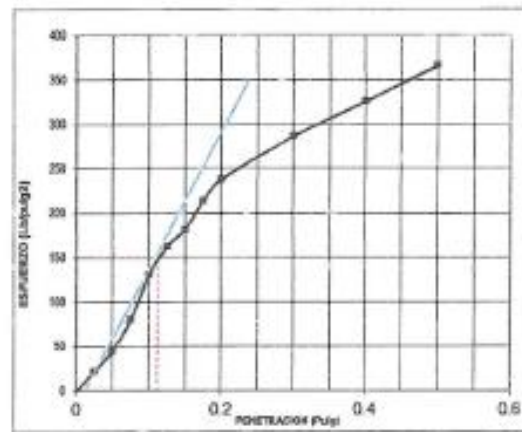
MTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO(*):	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLIMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO CESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.58 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGION DE MOQUEGUA		
SOLICITA:	ELNER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISPE HUACASI		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)	EJECUCIÓN:	TEBIS
CALICATA:	POZO (P-01, P-02 Y P-03)	ENSAYADO EN:	LAB. RCF S.R.L.
Datos Adicionales:	Se jastaron las muestras por ser el mismo estrato geológico		
Datos de Muestreo:	Se realizó la aplicación del polímero 6% por sustitución de agua		
		MUESTRA:	P-01, P-02 Y P-03
		CONDICIÓN:	SSPMB AL 6%

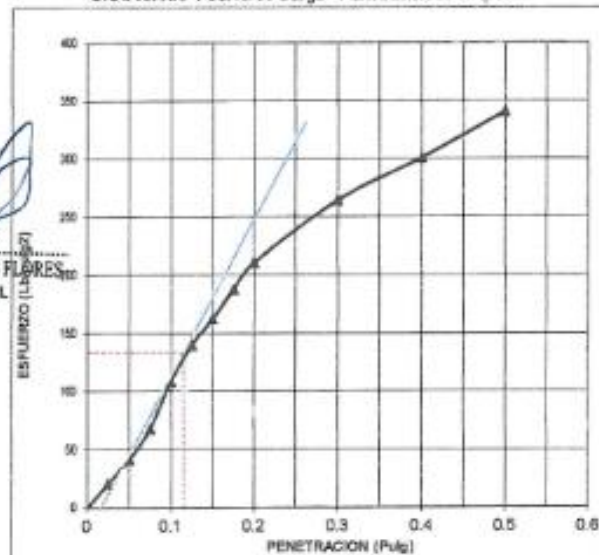
GRAFICA #1 : Curva de Carga - Penetración 12 Golpes



GRAFICA #2 : Curva de Carga - Penetración 25 Golpes



GRAFICA #3 : Curva de Carga - Penetración 58 Golpes





ROBERTO C. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 59878



Ruben C. Colla Mar
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86776



Ing. Javier L. Quispe
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 76 53

Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
laboratorio@rcflaboratorio.com

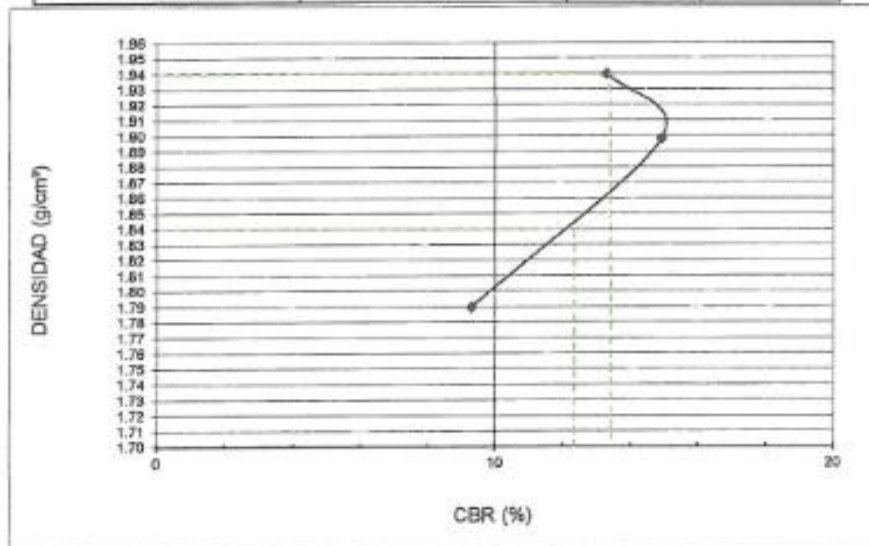
TELF. (054) 214163
CEL. 958945275
RPM. *414995
RPC. 958781874

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

MTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO:	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN:	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C 2, DE LA PROGRESIVA 0-000 A 0-225.50 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA		
SOLICITA:	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISPE HUACASI		
DIRECCIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1796)	EJECUCIÓN:	TESIS
CALICATA:	POZO (P-01, P-02 Y P-03)	ENSAYADO EN:	LAB. RCF S.R.L.
Datos Adicionales:	Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico		
Datos de Muestreo:	Se realizó la aplicación del polímero 6% por sustitución de agua		
		MUESTRA:	P-01, P-02 Y P-03
		CONDICIÓN:	SSPMB AL 6%

# GOLPES	CBR	DENSIDAD	HUMEDAD
12 GOLPES	9.3	1.79	11.76
25 GOLPES	14.9	1.90	11.86
56 GOLPES	13.3	1.94	11.51



CBR al 100% de Maxima Densidad % = 14
CBR al 95% de Maxima Densidad % = 12


ROBERTO C. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 35970


Ing. Javier L. Quispe Huacasi
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 78 53


Rolón G. Coila Mamani
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
 laboratorio@rcflaboratorio.com

TELF. (054) 214163
 CEL. 868945276
 RPM. *414986
 RPC. 956781874

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

MTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO: TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"

UBICACIÓN: AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0-000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA

SOLICITA: ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WILBER QUISEP HUACASI

DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)

CALICATA: POZO (P-01, P-02 Y P-03)

Datos Adicionales: Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico

Datos de Muestreo: Se realizó la aplicación del polímero 5% por suflutuos de agua

EJECUCIÓN: TESIS

ENSAYADO EN: LAB. RCF S.R.L.

MUESTRA: P-01, P-02 Y P-03

CONDICIÓN: SSPMB AL 5%

M. DE ENSAYO: Método Húmedo

M. PREPARACIÓN: Método "C"

DESCRIPCIÓN VISUAL: Marrón, Grava sub angulosa y dura

Nº GOLPES	12		25		56		
	Sin Saturar	Saturado	Sin Saturar	Saturado	Sin Saturar	Saturado	
Condición de la muestra							
Código de molde	335		336		257		
Masa de molde+suelo	g	12367	12512	12565	12702	12747	12814
Volumen de molde	cm ³	2124.0	2124.0	2121.0	2121.0	2133.0	2133.0
Masa de molde	g	8242	8242	8122	8122	8118	8118
Masa de suelo compactada	g	4125	4370	4443	4580	4629	4696
Densidad húmeda	g/cm ³	1.942	2.057	2.085	2.159	2.170	2.202

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Nº		SM-1		SM-2		SM-3	
Masa de suelo húmedo	g	700.0	780.0	703.0	760.0	703.0	760.0
Masa de suelo seco	g	629.3	621.4	633.5	645.3	632.8	649.3
Masa de agua	g	70.7	138.6	69.5	114.7	70.2	110.7
Contenido de humedad	%	11.2	22.3	11.0	17.8	11.1	17.0

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD SECA

Densidad seca	g/cm ³	1.746	1.682	1.808	1.833	1.863	1.881
Densidad seca	kg/m ³	1745.94	1682.23	1807.67	1833.47	1863.47	1880.91

EXPANSION


Fecha	Hora	Tiempo(h)	Dial (div)	Expans. Pulg.	Dial (div)	Expans. Pulg.	Dial (div)	Expans. Pulg.
15/11/2021	11:50	0	243	0.243	156	0.156	501	0.501
19/11/2021	11:55	96	294	0.294	193	0.193	523	0.523
ALTURA INICIAL (mm)			116.53	4.59	116.49	4.59	116.48	4.59
Expansión % de altura inicial			1.11%		0.81%		0.48%	

PENETRACION

Penetración		SM-1		SM-2		SM-3	
Pulg.	mm	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²	Lectura(kN)	Lb/pulg. ²
0.025	0.64	0.18	13	0.34	25	0.50	36
0.050	1.30	0.33	24	0.76	55	1.22	88
0.075	1.90	0.67	48	1.28	93	2.15	155
0.100	2.50	0.95	70	1.53	110	2.67	193
0.125	3.18	1.19	86	1.72	124	3.17	229
0.150	3.80	1.47	106	2.06	149	3.60	275
0.175	4.45	1.68	136	2.29	165	4.14	299
0.200	5.10	2.06	149	2.44	178	4.37	318
0.300	7.60	3.19	230	2.96	214	4.96	359
0.400	10.00	4.01	280	3.58	259	5.40	380
0.500	13.00	5.02	363	4.03	291	5.83	407



ROBERTO C. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIR. 39870



Javier L. Quijpe León
 INGENIERO CIVIL
 CIR. Nº 78 53



Ruben C. Peña Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIR. 86776



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL - DA CON
REGISTRO Nº LE-091



Calle el Palomar 107 Lote B-3B - Cercado - Arequipa
laboratorio@rcflaboratorio.com

TELF. (054) 214163
CEL. 958945275
RPM *414895
RPC. 958781874

**INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR**

MTC E 152 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO: TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"

UBICACIÓN: AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C.2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA

SOLICITA: ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WULBER QUISPE HUACASI

DIRECCIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)

EJECUCIÓN: TESIS

CALICATA: POZO (P-01, P-02 Y P-03)

ENSAYADO EN: LAB. RCF S.R.L

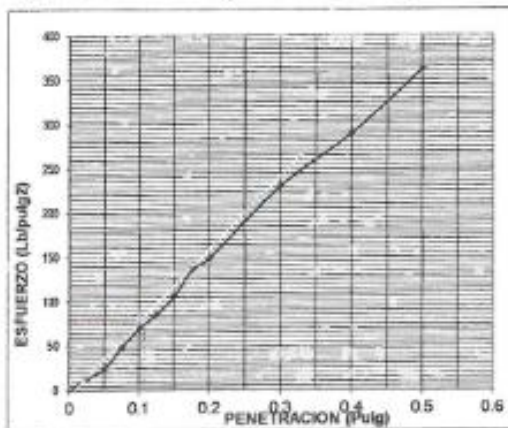
Datos Adicionales: Se justaron las muestras por ser el mismo estrato geológico

MUESTRA: P-01, P-02 Y P-03

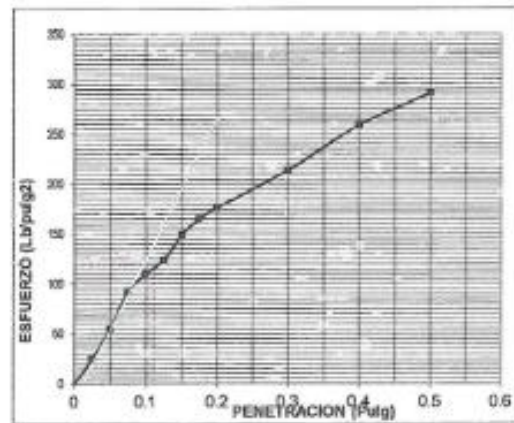
Datos de Muestreo: Se realizó la aplicación del polímero 9% por sustitución de agua

CONDICIÓN: SSPMB AL 9%

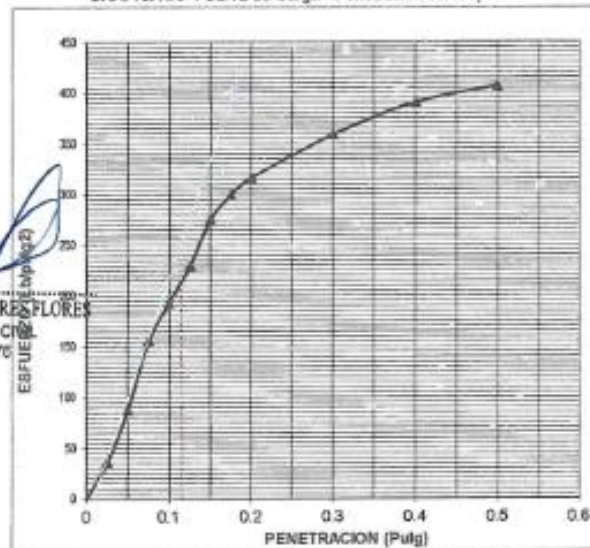
GRAFICA #1 : Curva de Carga - Penetración 12 Golpes



GRAFICA #2 : Curva de Carga - Penetración 25 Golpes



GRAFICA #3 : Curva de Carga - Penetración 56 Golpes



ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876

Roberto C. Colla Mantua
INGENIERO CIVIL
CIP. 86776

Ing. Javier L. Cospe León
INGENIERO CIVIL
CIP Nº 78 83

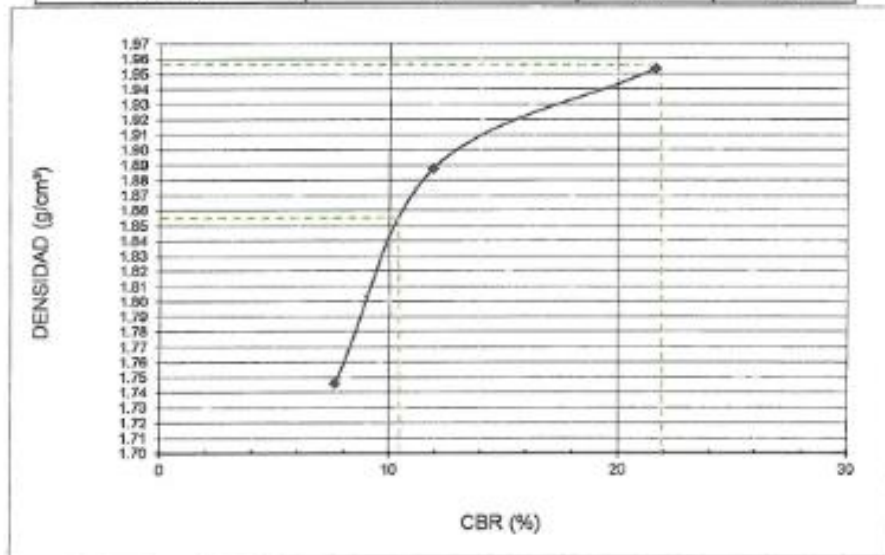
INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE CBR

NTC E 132 CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

PROYECTO(*):	TESIS "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO - MOQUEGUA 2021"		
UBICACIÓN(*):	AV. SAN ANTONIO OESTE Y LA AV. SAN ANTONIO SUR (PRIMERA CUADRA) HASTA LA CALLE C 2, DE LA PROGRESIVA 0+000 A 0+225.59 KM, CP DE SAN ANTONIO, DEL DISTRITO DE MARISCAL NIETO - REGIÓN DE MOQUEGUA		
SOLICITA(*):	ELMER REYNALDO ROJAS CORONEL, FELIX WUILBER QUISEP HUACASI		
DIRECCIÓN(*):	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO CEDE CALLAO (Av. Argentina 1795)	EJECUCIÓN:	TESIS
CALICATA:	POZO (P-01, P-02 Y P-03)	ENSAYADO EN:	LAB. RCF S.R.L
Datos Adicionales:	Se juntaron las muestras por ser el mismo estrato geológico	MUESTRA:	P-01, P-02 Y P-03
Datos de Muestreo:	Se realizó la aplicación del polímero 0% por sustitución de agua	CONDICIÓN:	SSPMB AL 0%

* Información Brindada por el Solicitante

# GOLPES	CBR	DENSIDAD	HUMEDAD
12 GOLPES	7.6	1.75	11.23
25 GOLPES	11.9	1.89	10.97
56 GOLPES	21.6	1.95	11.09



CBR al 100% de Maxima Densidad % = 22
 CBR al 95% de Maxima Densidad % = 10

[Signature]
 ROBERTO B. CACERES FLORES
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 59870

[Signature]
 Ing. Javier L. Quijpe Lobo
 INGENIERO CIVIL
 CIP Nº 78 53

[Signature]
 Rubén G. Costa Mamani
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 86776



JUCIO DE EXPERTOS

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INSTRUMENTO DE VALIDACION

ANÁLISIS DE VALORES Y CONFIABILIDAD

PROYECTO: "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO – MOQUEGUA 2021"

Autores: Qulpspe Huacasi Félix Wullber
Rojas coronel Elmer Reynaldo

VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN		VALIDEZ - RANGO					
		INSTRUMENTOS	Validez Nula: 0.53 a menos	validez Baja: 0.54 a 0.59	valida: 0.60 a 0.65	Muy Valida: 0.66 a 0.71	Excelente Validez: 0.72 a 0.99
V01 SUSTITUCION DE POLIMERO							
VALIDACION	1	Propiedades mecanicas del suelo arcilloso					0.98
		Granulometría por tamizado	Ensayo de laboratorio				
		Limites de Atterberg	Ensayo de laboratorio				
		Gravedad Especifica	Ensayo de laboratorio				
		Equivalente de Arena	Ensayo de laboratorio				
		Salas solubles	Ensayo de laboratorio				
		Limite de liquido	Ensayo de laboratorio				
	2	Relacion de volumenes					0.97
		Diseño de mezcla	Manual de carreteras				
	3	Factor Humano					0.95
		Procedimiento de prueba	Guía de observacion				
		Operación de equipo	(Libreta de campo)				
	V02 VALOR SOPORTE DEL MATERIAL						
	1	Resistencia del Material					1.00
	Esfuerzo 3%, 6% y 9%	Ensayo de CBR					
	Deformacion 3%, 6% y 9%	Ensayo de CBR					
2	Relacion de densidades					1.00	
	Proctor Modificado	Norma ASTM D 1557					
TOTAL						0.98	

Observaciones (Precisar si hay suficiencia): al tratarse de una investigación cuasiexperimental la confiabilidad de los datos procesados se basará en el grado de precisión de instrumentos utilizados para la medición así mismo el factor humedo juega un papel importante de la calidad de los ensayos, estos factores determinan el grado de confiabilidad final del presente estudio de investigación, por lo que a mi criterio personal hay suficientes datos para obtener resultados validados para la comprobación del incremento del valor soporte CBR por sustitución del polimero SSPMB en suelos arcillosos y pueden ser utilizados.

Nombre del Experto: ROBERTO BONIFACIO CACERES FLORES
DNI: 29565271
Especialidad del Experto:
Especialista en Laboratorio de Suelos
Ingeniero Civil
CIP: 59870
TELEFONO: (054) 214163

ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP 59870



INSTRUMENTO DE VALIDACION


ANALISIS DE VALIDES Y CONFIABILIDAD

PROYECTO: "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO – MOQUEGUA 2021"

Autores: Quispe Huacasi Felix Wuilber
Rojas coronel Elmer Reynaldo

VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN		VALIDEZ - RANGO						
		INSTRUMENTOS	Validez Nula: 0.53 a menos	validez Baja: 0.54 a 0.59	valida: 0.60 a 0.65	May Valida: 0.66 a 0.71	Excelente Validez: 0.72 a 0.99	Validez Perfecta: 1
V01 SUSTITUCION DE POLIMERO								
VALIDACION	1	Propiedades mecánicas del suelo arcilloso					1.00	
		Granulometría por tamizado	Ensayo de laboratorio					
		Limites de Atterberg	Ensayo de laboratorio					
		Gravedad Especifica	Ensayo de laboratorio					
		Equivalente de Arena	Ensayo de laboratorio					
		Sales solubles	Ensayo de laboratorio					
		Limite de liquido	Ensayo de laboratorio					
	2	Relacion de volúmenes					0.96	
		Diseño de mezcla	Manual de carreteras					
	3	Factor Humano					0.87	
		Procedimiento de prueba	Guía de observacion					
		Operación de equipo	(Libreta de campo)					
	V02 VALOR SOPORTE DEL MATERIAL							
	1	Resistencia del Material					0.99	
		Esfuerzo 3%, 6% y 9%	Ensayo de CBR					
	Deformacion 3%, 6% y 9%	Ensayo de CBR						
2	Relacion de densidades					0.99		
	Proctor Modificado	Norma ASTM D 1557						
TOTAL						0.98		

Observaciones (Precisar si hay suficiencia): al tratarse de una investigación cuasiexperimental la confiabilidad de los datos procesados se basará en el grado de precisión de instrumentos utilizados para la medición así mismo el factor humedo juega un papel importante de la calidad de los ensayos, estos factores determinan el grado de confiabilidad final del presente estudio de investigación, por lo que a mi criterio personal hay suficientes datos para obtener resultados validados para la comprobación del incremento del valor soporte CBR por sustitución del polimero SSPMB en suelos arcillosos y pueden ser utilizados.

Nombre del Experto: JAVIER LUCHO QUISPE LEON DNI: 02045378	 Ing. Javier L. Quispe León INGENIERO CIVIL CIP N° 76 53
Especialidad del Experto: Ingeniero Civil CIP: 76753 TELEFONO: 983666780	



INSTRUMENTO DE VALIDACION


ANALISIS DE VALIDES Y CONFIABILIDAD

PROYECTO: "INCREMENTO DEL VALOR SOPORTE CBR PARA ESTABILIZAR SUBRASANTE ARCILLOSA UTILIZANDO EL POLÍMERO SSPMB, EN CENTRO POBLADO DE SAN ANTONIO – MOQUEGUA 2021"

Autores: Quispe Huacasi Felix Wuilber
Rojas coronel Elmer Reynaldo

VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN			VALIDEZ - RANGO					
			INSTRUMENTOS	Validez Nula: 0.53 a menos	validez Baja: 0.54 a 0.59	valida: 0.60 a 0.65	Muy Valida: 0.66 a 0.71	Excelente Validez: 0.72 a 0.99
V01 SUSTITUCION DE POLIMERO								
VALIDACION	1	Propiedades mecanicas del suelo arcilloso						0.99
		Granulometria por tamizado	Ensayo de laboratorio					
		Limites de Atterberg	Ensayo de laboratorio					
		Gravedad Especifica	Ensayo de laboratorio					
		Equivalente de Arena	Ensayo de laboratorio					
		Sales solubles	Ensayo de laboratorio					
		Limite de liquido	Ensayo de laboratorio					
	2	Relacion de volumenes						0.95
		Diseño de mezcla	Manual de carreteras					
	3	Factor Humano						0.97
	Procedimiento de prueba	Guia de observacion						
	Operación de equipo	(Libreta de campo)						
V02 VALOR SOPORTE DEL MATERIAL								
1	Resistencia del Material						0.99	
	Esfuerzo 3%, 6% y 9%	Ensayo de CBR						
	Deformacion 3%, 6% y 9%	Ensayo de CBR						
2	Relacion de densidades						0.98	
	Proctor Modificado	Norma ASTM D 1557						
TOTAL							0.98	

Observaciones (Precisar si hay suficiencia): al tratarse de una investigación cuasiexperimental la confiabilidad de los datos procesados se basará en el grado de precisión de instrumentos utilizados para la medición así mismo el factor humedo juega un papel importante de la calidad de los ensayos, estos factores determinan el grado de confiabilidad final del presente estudio de investigación, por lo que a mi criterio personal hay suficientes datos para obtener resultados validados para la comprobación del incremento del valor soporte CBR por sustitución del polimero SSPMB en suelos arcillosos y pueden ser utilizados.

Nombre del Experto: RUBEN CACIANO COILA MAMANI DNI: 02392435	 Ruben C. Coila Mamani INGENIERO CIVIL CIP: 86776
Especialidad del Experto: Ingeniero Civil CIP: 86776 TELEFONO: 947946864	