



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Estabilización química de suelos con el aditivo terrasil: Una
revisión literaria

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO
ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:

Quito Obregon, Angelo Peregrino (orcid.org/0000-0001-5224-8356)

ASESORA:

Mg. Poma Gonzalez, Carla Griselle (orcid.org/0000-0001-5486-7302)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

HUARAZ – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, asesor de Tesis titulado: "Estabilización química de suelos con el aditivo Terrasil: una revisión literaria", cuyo autor es QUITO OBREGON ANGELO PEREGRINO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

HUARAZ, 01 de Setiembre del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
POMA GONZALEZ CARLA GRISELLE DNI: 41342758 ORCID: 0000-0001-5486-7302	Firmado electrónicamente por: CGPOMAP el 01-09- 2024 11:13:55

Código documento Trilce: TRI - 0865040



Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, QUITO OBREGON ANGELO PEREGRINO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - HUARAZ, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Estabilización química de suelos con el aditivo Terrasil: una revisión literaria", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
ANGELO PEREGRINO QUITO OBREGON DNI: 70932872 ORCID: 0000-0001-5224-8356	Firmado electrónicamente por: AQUITOO el 01-09- 2024 15:45:53

Código documento Trilce: TRI - 0865041

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	ii
Declaratoria de originalidad del autor.....	iii
Índice de contenidos	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	4
III. RESULTADOS	5
IV. CONCLUSIONES	11
REFERENCIAS.....	12
ANEXOS	16

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal realizar una revisión literaria sobre la incidencia del aditivo Terrasil en la estabilización de suelo natural, la investigación es de tipo aplicada, de diseño no experimental y de enfoque descriptivo, una revisión literaria de la base de datos de Web of Science, Scopus u otros. Los resultados de la estabilización el valor de CBR se incrementan a medida que se incrementa la cantidad de Terrasil, aumentando el CBR del suelo hasta en 784% veces al valor inicial sin adición, respecto a la máxima densidad hay incremento en ciertas investigaciones como al 2% de Terrasil la M.D.S. es 1.985 gr/cm³ y del suelo natural es de 1.912 gr/cm² y en otras hay reducción con adición del Terrasil, el índice de plasticidad se reduce al adicionar el Terrasil como al 3% es de 9.0% respecto del suelo natural que es de 11.1%. Se concluye que Terrasil es un estabilizador muy valioso debido a que mejorara las propiedades geotécnicas del suelo.

Palabras clave: Aditivo Terrasil, estabilización, CBR.

Abstract

The main objective of this research is to conduct a literature review on the impact of the additive Terrasil in the stabilization of natural soil. The research is applied, non-experimental in design, and descriptive in approach, involving a literature review from databases such as Web of Science, Scopus, and others. The results of the stabilization show that the CBR value increases as the amount of Terrasil increases, with the CBR of the soil increasing up to 784% of the initial value without the addition of Terrasil. Regarding maximum density, there is an increase in certain studies, such as with 2% Terrasil where the M.D.S. is 1.985 g/cm^3 compared to 1.912 g/cm^3 for natural soil, while in other studies, there is a reduction with the addition of Terrasil. The plasticity index decreases with the addition of Terrasil; for example, at 3%, it is 9.0% compared to 11.1% for natural soil. It is concluded that Terrasil is a very valuable stabilizer as it improves the geotechnical properties of the soil

Keywords: Terrasil additive, stabilization, CBR.

I. INTRODUCCIÓN

La tasa de crecimiento poblacional a nivel mundial se ha incrementado y por lo consiguiente la demanda de las vías de comunicación. Antes de que se pueda construir o mejorar las obras de infraestructura vial, el proceso de estabilización del suelo es un requisito básico, para ello se debe utilizar las técnicas que adecuadas con el fin de mejorar las propiedades geotécnicas del suelo. Las carreteras no pavimentadas a nivel mundial representan aproximadamente el 40 – 50% del total de las redes viales, se traduce a más de 9700000 (nueve millones setecientos mil) de km, (Liu, y otros, 2019).

La estabilización química de suelos implica realizar un tratamiento mecánico o químico para mantener o mejorar sus propiedades geotécnicas (Solminihaq, y otros, 2021). Los suelos con CBR por debajo del 6% deben estabilizarse o reemplazarse con algunos materiales y estos tipos de suelo suelen ser: arcilla, limo y materia orgánica (Del Pilar Bustamante, y otros, 2022). Por consiguiente el objetivo de la estabilización de suelos es mejorar sus propiedades hasta que cumpla unas serias condiciones establecidas para su uso (Rivera, y otros, 2020). A través de la estabilización del suelo, se quiere garantizar la conectividad entre las tres regiones del Perú, creando así condiciones de vida de alta calidad para el pueblo peruano. El Perú cuenta con 52% de red vial pavimentada y resto corresponde a la red vial no pavimentada que es 48, provocando falta de comunicación entre localidades (America Economía, 2021).

Una alternativa a la construcción de carreteras es la estabilización de suelos, reemplazando los materiales utilizados tradicionalmente en forma de lechos granulares y/o mejorando la base de la carretera para la construcción de aceras (Alarcón, y otros). La estabilización del suelo aumenta la resistencia del suelo, reduce su plasticidad y, en general, obtiene un impacto positivo en las características mecánicas y físicas del suelo (Bustamante, y otros, 2022).

Terrasil es un aditivo químicamente modificado compuesto 100% de organosilanos, es repelente de suelos y mejora las propiedades geotécnicas del suelo natural al estabilizar. (BREM, 2024).

En la región de Ancash, las zonas rurales están conectadas por caminos de tierra intransitables durante la temporada de lluvias, lo que crea pueblos aislados y dificulta los viajes a los residentes. También afecta a la seguridad vial al aumentar el número de accidentes automovilísticos y dificultar el acceso a los servicios de emergencia. En el caso de malas condiciones de comunicación, se proponen soluciones de estabilización con Terrasil del terreno para mejorar el firme de la vía. Actualmente, la estabilización química de suelos es el método utilizado para mejorar las características geotécnicas de los suelos naturales.

La formulación del problema es, ¿Cuál es la incidencia del aditivo Terrasil al estabilizar el suelo natural: ¿una revisión literaria?, las preguntas específicas son las siguientes: ¿Cuál es la incidencia del aditivo Terrasil en el CBR del suelo natural: una revisión literaria?; ¿Cuál es la incidencia del aditivo Terrasil en el peso unitario máxima seca del suelo natural?; ¿Cuál es la incidencia del aditivo Terrasil en el índice de plasticidad del suelo natural: ¿una revisión literaria?

La justificación teórica para la estabilización química con Terrasil de suelos tiene una base de evidencia muy limitada y nuestro objetivo es revisar la literatura sobre la estabilización de suelos utilizando el aditivo Terrasil. Mientras tanto, la justificación metodológica para la estabilización del suelo se centra principalmente en los métodos tradicionales y, al revisar la literatura sobre la estabilización química del suelo con Terrasil, intentamos examinar si mejora las propiedades del suelo. La sociedad de caso afirma que las carreteras locales actualmente son intransitables durante la temporada de lluvias y, después de revisar la literatura sobre el uso del aditivo Terrasil para estabilizar suelos naturales, considera si es necesario fomentar o no su uso y así reducir el tiempo de viaje y el transporte. Como resultado, las condiciones de vida de las personas mejoran. Al abordar las razones prácticas detrás de la imposibilidad de implementar métodos de estabilización de suelos nuevos, más eficientes y económicos, esta revisión de la literatura pretende ser un antecedente para trabajos futuros y la generación de nuevos conocimientos informará los esfuerzos de investigación futuros que quieran saber más sobre estabilización de carreteras con aditivos, lo que ayuda a reducir los costos de mantenimiento.

En consecuencia, se plantea el objetivo principal: Realizar una revisión literaria sobre la incidencia del aditivo Terrasil al estabilizar el suelo natural. Asimismo, entre los objetivos específicos están los siguientes: Realizar una revisión literaria sobre la incidencia del aditivo Terrasil en el CBR del suelo natural. Realizar una revisión literaria sobre incidencia del aditivo Terrasil en el peso unitario máxima seca del suelo natural. Realizar una revisión literaria sobre incidencia del aditivo Terrasil en el índice de plasticidad en el suelo natural.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo aplicada, de diseño no experimental y de enfoque descriptivo para la cual se utilizó la técnica de revisión literaria que consideró trabajos de investigación de pregrado, posgrado, artículos científicos, revistas u otros. Mediante la revisión literaria de las investigaciones de las diferentes publicaciones se llegó a lograr los objetivos dados en este trabajo de de revisión literaria.

Para el primer objetivo se utilizó información de 7 trabajos de investigación, para el segundo objetivo información de 6 trabajos de investigación, para el tercer objetivo 4 trabajos de investigación publicados en diferentes plataformas. En total, se recopiló, analizó e interpretó información de 17 proyectos de investigación para responder a las preguntas planteadas.

La siguiente investigación se basa a la recolección de información bibliográfica autentica, que fueron citadas de acuerdo a la norma de redacción ISO 690, debido a que debe tener la similitud menor o igual 20%.

III. RESULTADOS

Objetivo específico 1. Realizar una revisión literaria sobre la incidencia del aditivo Terrasil en el CBR del suelo natural.

Al realizar la revisión literaria Mohammed et al. (2019), en su proyecto ejecutado en la India urbana, buscó establecer la cantidad óptima del aditivo químico Terrasil como constante en la mejora de las características geotécnicas del suelo, se utilizó muestra de suelos expansivos no probabilísticos. La investigación que utilizó fue aplicada y experimental, se realizó las pruebas con varias proporciones de Terrasil y la recopilación de los resultados fue mediante ensayos de laboratorio con especímenes de suelo. En esta investigación se determinó que la dosificación de 1.0 Kg/m³ Terrasil dio el valor más alto de CBR 10.70%. El autor concluye que el Terrasil aumenta el CBR del suelo arcilloso.

Castillo (2019), en su trabajo desarrollado en Cuenca – Ecuador, busco mejorar los suelos arcillosos con CBR menor a 5%. La investigación utilizada fue aplicada y experimental, considerando muestras de tipo no probabilísticas, desarrolladas las pruebas con diferentes proporciones. Se determinó que la proporción de 2.5 % de Terrasil incrementa el CBR en 256%. El autor concluye que el organosilano incrementa el valor de CBR al momento de estabilizar suelos expansivos.

Gutiérrez (2020), en su proyecto de investigación desarrollada en Ventanilla – Callao, busco determinar si el Terrasil incrementa el valor del CBR del suelo mediante diferentes adicione, utilizo el tipo de muestra no probabilística. La investigación que utilizó es explicativa, con el nivel descriptivo, de tipo aplicada y experimental, la recolección de datos se ejecutó con ensayos de laboratorio con muestras de suelo. Se determinó que el CBR de suelo natural es 86 % y más la adición al 0.75 l/m³ de Terrasil de 103.2% de CBR. El autor concluye que a medida que se aumenta la dosis de Terrasil el CBR del suelo se incrementa su valor.

Ramos (2022), en su proyecto de investigación realizada en Puno, buscó evaluar las propiedades geotécnicas al adicionar Terrasil a diferentes adiciones, para ello utilizó el tipo de muestra no probabilística. La investigación que utilizó es descriptivo, aplicada, nivel explicativo y experimental, la recopilación de resultados

se ejecutó con ensayos de laboratorio con muestras de suelo. La investigación determinó que el CBR del suelo natural es de 5.0% y más el Terrasil al 0.2 L/m³, 0.8 L/m³, 1.4 L/m³ y 2.0 L/m³, es de 6.6%, 9.2%, 14.1% y 16.4%. El autor concluye que a medida que se aumenta la dosis del Terrasil el CBR del suelo incrementa su valor, al 2.0% Terrasil se obtuvo el valor de CBR más alto de 16.4%.

Martinez (2019), en su proyecto realizado en Chilcas - Huancayo, buscó determinar la influencia al estabilizar el suelo con organosilanos, con diferentes dosificaciones, para ello utilizó el tipo de muestra no probabilística. La investigación que utilizó es explicativa, aplicada y experimental, la recopilación de resultados se efectuó con ensayos de laboratorio con muestras de suelo. La investigación determinó que el valor del CBR del suelo natural es de 5.53% y al adicionar Terrasil al 0.5 kg/m³, 1.0 kg/m³ y 1.5 kg/m³, es de 14.84%, 24.95% y 43.36%. El autor concluye que a medida que se aumenta la cantidad del Terrasil el CBR del suelo incrementa su valor, al 1.5% Terrasil se obtuvo el valor de CBR más alto de 43.36%.

Eunofre et al. (2023), en su informe de suficiencia profesional realizada en Lurín – Lima, busco analizar el CBR con el aditivo Terrasil y Proes en camino no pavimentado con diferentes proporciones, para ello utilizó el tipo de muestra no probabilística. La investigación que utilizó es correlacional, aplicada y experimental, la recolección de datos se hizo con ensayos de laboratorio con muestras de suelo para cada aditivo independientemente. La investigación determinó que el valor CBR natural al 100% es de 33.4% y con la adición del Terrasil al 1%. 2% y 3% se llegó alcanzar valores de 43%, 56.2% y 68.2%. El autor concluye que a medida que se aumenta la dosis de Terrasil el valor del CBR aumenta alcanzando 34.8% más respecto al del suelo natural.

Montenegro (2024), en proyecto de investigación realizada en Pimentel - Chiclayo, busco determinar el CBR con el aditivo Terrasil en camino no pavimentado con diferentes porcentajes, la muestra utilizada fue la no probabilística. La investigación que utilizó es cuantitativa, aplicada y cuasiexperimental, la recolección de datos se realizó con ensayos de laboratorio con muestras de suelo para cada aditivo independientemente. La investigación determinó que el valor del CBR del suelo al 100% es de 18.22% en la calicata C-2 y con la adición del Terrasil al 1.0%. 1.5% y

2% se llegó alcanzar valores de 18.22% en la calicata C-2. El autor concluye que a medida que se aumenta la dosis de Terrasil el valor del CBR aumenta alcanzando 18.22% más respecto al del suelo natural.

Objetivo específico 2. Realizar una revisión literaria sobre incidencia del aditivo Terrasil en el peso unitario máxima seca del suelo natural.

Loayza (2021), en su proyecto realizado en Carabaylo – Lima, buscó realizar la evaluación del aditivo organosilanos (Terrasil) al estabilizar la Av. Universitaria, utilizó el tipo de muestreos no probabilísticas. Esta investigación fue descriptiva, aplicada, cuantitativa y experimental, la recolección de datos será a través de ensayos de laboratorio. La investigación determinó que con la adición de organosilanos al 0.10%, 0.15% y 0.20% al suelo natural y se obtuvo valores de peso unitario máxima de 2.041 gr/cm³, 2.065 gr/cm³ y 2.071 gr/cm³, respecto del suelo natural que es de 2.020 gr/cm² en la M-01. El autor concluye que al utilizar el aditivo organosilanos el peso unitario máxima seca se incrementa al adicionar 0.20 % organosilanos.

Urquiza (2021), en su proyecto desarrollado en Marona - Huánuco, trato de comprobar cómo el uso del Terrasil, puede mejorar la estabilidad de la carretera afirmada del Porvenir, el tipo de muestreo utilizado fue la no probabilística del camino vecinal. La investigación que utilizó es descriptiva, aplicada, explicativa y experimental, la recolección de resultados será a través de ensayos de laboratorio. La investigación determinó que con la adición Terrasil al 0.6%, 1.2% y 1.8% al suelo natural y se adquirió los resultados de peso unitario máxima de 1.981 gr/cm³, 1.983 gr/cm³ y 1.983 gr/cm³, en relación al suelo natural que es de 1.900 gr/cm². El autor concluyó, que al utilizar el aditivo Terrasil el peso unitario máxima seca incrementa su valor.

Gonzales (2022), en proyecto realizada en Sandia – Lima, buscó examinar las propiedades del afirmado para la estabilización con el uso del Terrasil, al estabilizar la vía no pavimentada de Pampa, la muestra utilizada fue la muestra no probabilística del camino vecinal. La investigación que utilizó es aplicada, con el nivel descriptivo, cuantitativa y experimental, la recopilación de la información será

mediante pruebas de laboratorio. La investigación determinó que con la adición Terrasil al 1.0 kg/m³, 1.5 kg/m³ y 2.0 kg/m³ al suelo natural y se obtuvo valores más altos de máxima densidad al adicionar 1.5 kg/m³ de Terrasil en la M-01 de 2.188 gr/cm³, en la M-02 de 2.182 gr/cm³ y en la M-03 de 2.199 gr/cm³, respecto del suelo natural que es de 2.139 gr/cm² en la M-01, 2.146 gr/cm² en la M-02 y de 2.137 gr/cm² en la M-03. El autor concluye que al utilizar el aditivo Terrasil la M.D.S. se incrementa al adicionar 1.5 kg/m³ de Terrasil.

Berrosipi (2023), en su proyecto realizado en Nuevo Tawantinsuyo – Huánuco, buscó determinar las propiedades del suelo arcilloso con el uso del Terrasil y Proes, para mejorar la subrasante del camino no pavimentada, la muestra utilizada fue la no probabilística perteneciente al camino vecinal. La investigación que utilizó es descriptivo, aplicada, cuantitativo y experimental, la recolección de datos será a través de ensayos geotécnicos. La investigación determinó que con la proporción de Terrasil al 0.75 kg/m³ y 1.00 kg/m³ al suelo natural y se obtuvo valores más altos de peso unitario máxima seca al adicionar 1.5 kg/m³ de Terrasil en la muestra D- 3 de 1.865 gr/cm³ y en la D-4 de 1.876 gr/cm³, en relación al suelo natural que es de 1.923 gr/cm³. El autor concluyó, que al estabilizar con aditivo Terrasil el peso unitario máxima seca se reduce del suelo.

Flores et al (2020) en su proyecto realizado en Otuzco – La Libertad, buscó determinar la influencia del uso del Terrasil y Perma Zyme, para mejorar la subrasante del camino no pavimentada, para esto se recurrió al muestreo no probabilísticas del camino. La investigación que utilizó es descriptivo, aplicada, cuantitativo y experimental, la recopilación de resultados laboratorio fue a través de pruebas. La investigación determinó que con la adición Terrasil al suelo natural se obtuvo valores más altos de peso unitario máxima seca en la C-1 de 1.56 g/cm³ y sin adicionar de 1.59 g/cm³, en la C-3 de 1.82 g/cm³ y sin adicionar de 1.80 g/cm³, en la C-5 de 1.65 g/cm³ y sin adicionar de 1.65 g/cm³, en la C-7 de 1.71 g/cm³ y sin adicionar de 1.82 g/cm³, en la calicata C-9 de 1.61 g/cm³ y sin adicionar de 1.34 g/cm³, en la calicata C-11 de 1.67 g/cm³ y sin adicionar de 1.61 g/cm³. El autor concluyó que al utilizar el aditivo Terrasil el peso unitario máxima seca se reduce al adicionar Terrasil y solo en calicata se incrementa de 1.80 g/cm³ a 1.82 g/cm³.

García (2024), en proyecto ejecutado en Carabaylo – Lima, busco determinar la influencia del Terrasil al estabilizar suelos arcillosos, para esto se utilizó los muestreos no probabilísticos. La investigación que utilizó es descriptivo, aplicada, cuantitativo y experimental, la recolección de resultados de las pruebas fue a través de ensayos de laboratorio. En esta investigación se encontró que con la adición de Terrasil al 0.50 l/m³, 1.00 l/m³ y 1.50 l/m³ al suelo natural en la C-01, C-02 y C-03 y se obtuvo los valores más altos de peso unitario máxima seca en la C-01 al 1.50 l/m³ de 1.707 gr/cm³, en la C-02 al 1.00 l/m³ y en la C-03 al 0.50 l/m³ de 1.976 gr/cm³, respecto del suelo natural en la C-01 de 1.610 gr/cm³, en la C-02 de 1.863 gr/cm³ y en la C-03 de 1.906 gr/cm³. El autor concluye que al estabilizar con el aditivo Terrasil el peso unitario máxima seca se incrementa al adicionar Terrasil.

Objetivo específico 3. Realizar una revisión literaria sobre incidencia del aditivo Terrasil en el índice de plasticidad en el suelo natural.

Aleluya et al. (2022), en su investigación ejecutada en Paz – Bolivia, buscó efectuar la estabilización con el aditivo Terrasil para mejorar la carretera no pavimentada. La investigación que utilizó es aplicada y experimental, la recolección de datos será a través de ensayos de laboratorio con muestras de suelo para cada aditivo independientemente. En esta se encontró que índice de plasticidad (IP) del suelo natural es 11%, suelo natural + 0.05 lt/m³ de Terrasil el IP de 7.0%, suelo natural + 0.07 lt/m³ de Terrasil el IP de 9.0% y suelo natural + 0.09 lt/m³ de Terrasil el IP de 7.0%. Se concluyó que cuando se adiciona 0.05 y 0.09 lt/m³ Terrasil se reduce el máximo valor de IP a 7.0%.

Carlos (2021), en su proyecto de tesis desarrollada en Oxapampa - Paco, busco analizar la estabilización química de suelos con aditivos, utilizando los muestreos no probabilísticos de la carretera no afirmada Chotabamba. La investigación que utilizó es descriptivo, aplicada, explicativo y experimental, la recolección de resultados de laboratorio será a través de pruebas de laboratorio. La investigación determinó que con la adición Terrasil al 3.0% al suelo natural, el índice de plasticidad es de 9.0%, respecto del suelo natural que es de 11.1%. El autor concluye que al utilizar el aditivo Terrasil al 3% se reduce el índice de plasticidad.

Brioso (2021), en su proyecto de tesis realizada en Chachapoyas, buscó determinar la influencia al estabilizar con Terrasil, para mejorar sus propiedades a nivel afirmado, para ello utilizó tres dosificaciones. La investigación que utilizó es aplicada, cuantitativo y experimental, la recopilación de resultados de las pruebas será a través de pruebas de laboratorio con especímenes de suelos no probabilísticas. La investigación determinó que a la cantidad de 1.50 lt/m³ de Terrasil el índice de plasticidad del afirmado se reduce respecto al del suelo natural pasando de 10 % a 9%. El autor concluye que al estabilizar con Terrasil el valor del porcentaje del índice de plasticidad al 1.50 lt/m³ reduce su valor a 9%.

Garcia (2022), en su trabajo de investigación realizada en Ayacucho, busco determinar la influencia del Terrasil y ceniza el camino vecinal con con distintas proporciones, utilizando el tipo de muestra no probabilística. La investigación que utilizó es descriptivo, aplicada, explicativo y experimental, la recolección de datos fue con ensayos de laboratorio con especímenes de suelo para cada aditivo independientemente. En esta se encontró que índice de plasticidad (IP) del suelo natural es 17.5%, suelo natural + 0.8 lt/m³ de Terrasil el IP de 23.6%, suelo natural + 1.2 lt/m³ de Terrasil el IP de 17.0% y suelo natural + 1.6 lt/m³ de Terrasil el IP de 22.9%. El autor concluye que al utilizar al 1.2 lt/m³ de Terrasil, el valor de IP se reduce a 17.0%.

IV. CONCLUSIONES

1. Al realizar la revisión literaria se encontró que la incidencia del Terrasil al estabilizar suelos naturales es positivo y es un aditivo efectivo, mejorando sus características físicas-mecánicas. Pero la efectividad depende de las características de suelo y las pruebas en laboratorios, para obtener resultados más verídicos
2. Al realizar la revisión literaria se encontró que hay incidencia del Terrasil en el CBR al momento de estabilizar el suelo y en los estudios encontrados los valores de CBR se incrementa a mayor concentración de Terrasil significativamente el CBR del suelo natural, a mayor porcentaje de Terrasil el valor del CBR se incrementa y que el Terrasil es un valioso estabilizador de suelos expansivos.
3. Al realizar la revisión literaria se encontró que la incidencia del Terrasil al momento de estabilizar el suelo natural puede incrementar la máxima densidad seca y otros autores que puede reducirla. La discrepancia de resultados depende de las propiedades del suelo.
4. Al realizar la revisión literaria se encontró que hay incidencia del Terrasil en el IP al momento de estabilizar el suelo y en los estudios encontrados los valores del IP se reducen significativamente. Sin embargo la incidencia del Terrasil varía de acuerdo a la clasificación del suelo y la dosificación.

REFERENCIAS

Alarcón, J., Jiménez, M. y Benítez, R. Stabilization of soils through the use of oily sludge. *Revista ingeniería de construcción*. [En línea] [Citado el: 21 de Julio de 2024.] 0718-5073.

Aleluya, Magaly y Gabriel, Nicole. 2022. Estabilización de suelos lateríticos de subrasante, utilizando producto químico biodegradables “Terrasil” en el tramo carretero Rurrenabaque – Riberalta. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Mayor de San Andres - La Paz - Bolivia*. [En línea] 2022. [Citado el: 5 de Julio de 2024.] <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/30842>.

America Economía. 2021. Perú presenta inventario de 26.000 kilómetros de Rutas de Red Vial Nacional. [En línea] 2021. [Citado el: 24 de Julio de 2024.]

Berrosipi, Charles. 2023. Mejoramiento de suelos arcillosos a nivel de subrasante con aditivos químicos en carreteras no pavimentadas, Irazola, 2022. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán* . [En línea] 2023. [Citado el: 6 de Julio de 2024.] <https://hdl.handle.net/20.500.13080/8602>.

BREM. 2024. *Ficha Técnica. Aditivo Estabilizador Químico TerraSil*. 2024.

Brioso, Olinda. 2021. Mejoramiento de material granular de cantera para afirmado con aditivo terrasil en la carretera Pipus -Chontapampa, Chachapoyas 2021. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo* . [En línea] 2021. [Citado el: 16 de Mayo de 2024.] <https://hdl.handle.net/20.500.12692/84956>.

Bustamante, Flor, Marín, Noé y Benites, Julio. 2022. Use of Saccharum Officinarum Vinasse for Stabilization of Cohesive Soils. *Research-article. Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales*. [En línea] 2022. [Citado el: 23 de Julio de 2024.] DOI10.15517/iv.v24i43.47995.

Carlos, Lucy. 2021. Aplicación de aditivos químicos para estabilización de

suelos en carreteras no pavimentadas del tramo: Chontabamba – Oxapampa, Pasco 2021. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.* [En línea] 2021. [Citado el: 21 de Julio de 2024.] <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85686>.

Castillo, Byron. 2019. Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5%. Tesis de *Posgrado. Repositorio de la Universidad Central del Ecuador.* [En línea] julio de 2019. [Citado el: 30 de Julio de 2024.] <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2691>.

Chang, Ilhan, y otros. 2020. Review of biopolymer-based soil treatment technology (BPST) in geotechnical engineering practices. *Elsevier.* [En línea] 2020. [Citado el: 29 de Setiembre de 2023.] <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100385>.

Del Pilar Bustamante, Rosario y Merma, Lizbeth. 2022. Stabilization of Clay Soils applying PET at 2%, 4% and 6% on Unpaved Roads. Actas de la *Multiconferencia Internacional LACCEI sobre Ingeniería, Educación y Tecnología.* [En línea] 2022. [Citado el: 2 de Julio de 2024.] <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.45>.

Eunofre, Isaac y Yopla, Gustavo. 2023. Análisis comparativo del mejoramiento de la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante mediante el uso de aditivos químicos Terrasil y Proes en el Camino Vecinal Eucalipto, Lurín 2023. *Repositorio de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicada .* [En línea] 2023. [Citado el: 4 de Julio de 2024.] <http://hdl.handle.net/10757/670188>.

Flores, Edel y Flores, Angie. 2020. Influencia de los aditivos con enzimas orgánicas terrasil y perma zyme para la estabilización de la subrasante de una carretera no pavimentada, Mache, Otuzco, La Libertad 2019. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Privada del Norte .* [En línea] 2020. [Citado el: 6 de Julio de 2024.] <https://hdl.handle.net/11537/25226>.

García, Alicia y Ludeña, Wilinton. 2022. Adición del terrasil y ceniza de hojas de eucalipto para mejorar la subrasante del camino vecinal Socos – Yanayacu,

Ayacucho, 2022. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo*. [En línea] 2022. [Citado el: 4 de Julio de 2024.] <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92226>.

García, María. 2024. Influencia del terrasil en los parámetros de compactación en suelo arcilloso de baja plasticidad del sector Huacariz, Cajamarca. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Nacional de Cajamarca*. [En línea] 2024. [Citado el: 22 de Julio de 2024.] <http://hdl.handle.net/20.500.14074/6607>.

Gonzales, Jhonatan. 2022. Estudio comparativo de estabilización química con terrasil y permazyme para afirmado del camino vecinal Santiago Pampa – Pampa Yanamayo, Sandia 2022. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo*. [En línea] 2022. [Citado el: 6 de Julio de 2024.] <https://hdl.handle.net/20.500.12692/96694>.

Gutiérrez, J. 2020. Análisis de la optimización del suelo de la base con aditivo químico terrasil para el diseño de pavimentos industriales del almacén de concentrados mineros – Almacenes Logisminsa, Ventanilla – Callao. *Repositorio Académico Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*. [En línea] 2020. [Citado el: 1 de Octubre de 2023.] <http://hdl.handle.net/10757/652276>.

Liu, C., Wu, W. y Song, J. 2019. Environmental impact and performance evaluation of different soil stabilization techniques. *Journal of Cleaner Production*, 234, 903-912. [En línea] 2019. [Citado el: 20 de Julio de 2024.]

Loayza, Nicole. 2021. Evaluación de un suelo estabilizado con aditivo de organosilanos para una carretera no pavimentada, Av. Universitaria km 24+00 - 25+00, Carabayllo – 2021. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo*. [En línea] 2021. [Citado el: 21 de Julio de 2024.] <https://hdl.handle.net/20.500.12692/75019>.

Mamani, G, y otros. 2023. Estabilización de la subrasante con ceniza de quinua y cal en la Carretera Lago Sagrado, Puno, Perú. *Infraestructura Vial*, 25(44), E53569. [En línea] 2023. [Citado el: 19 de Octubre de 2023.] DOI: 10.15517/iv.v25i44.53569.

Martinez, Esther. 2019. Estabilizacion de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de subrasante. *Tesis de Pregrado. Repositorio de la Universidad Peruana los Andes.* [En línea] 2019. [Citado el: 21 de Julio de 2024.] https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1366/T037_42115949_T.pdf?sequence=1.

Montenegro, Anthony y Muñoz, Wilton. 2024. Efecto de la enzima terrasil en el mejoramiento de un suelo con fines de carretera. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Señor de Sipan - Chiclayo.* [En línea] 2024. [Citado el: 20 de Julio de 2024.] <https://hdl.handle.net/20.500.12802/12688>.

Ramos, Fabiola. 2022. Nanotecnología aplicada a la estabilización de suelos para subrasante. *Tesis de pregrado. Repositorio de la Universidad Nacional del Altiplano.* [En línea] 2022. [Citado el: 21 de Julio de 2024.] <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/18869>.

Rivera, Jhonathan, y otros. 2020. Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (review). *Informador Técnico, 84(2), 202-226.* [En línea] 2020. [Citado el: 3 de Julio de 2024.] <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>.

Solminihac, Hernán, Echeverría, Gerardo y Thenoux, Guillermo. 2021. Estabilización Química de Suelos: Aplicaciones en la construcción de estructuras de pavimentos . *Revista Ingeniería De Construcción, (6), 53–78.* [En línea] 2021. [Citado el: 3 de Julio de 2024.] Retrieved from <https://pensamientoeducativo.uc.cl/index.php/ric/article/view/30675>.

Urquizo, J. 2021. Mejoramiento de la estabilidad de la sub base utilizando Terrasil en el camino vecinal Pumahuasi-Porvenir de Marona - Huánuco, 2020. *Repositorio de tesis de la Universida César Vallejo.* [En línea] 2021. [Citado el: 10 de Octubre de 2023.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66399>.

ANEXOS

Anexo 1: Panel fotográfico



Imagen 1: Estabilización de suelos

Fuente: Optimasoil



Imagen 2: Estabilización de suelos con Terrasil

Fuente: Optimasoil