

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Civil

ANÁLISIS DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTES CON USO DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR Y CAL EN EL PERÚ

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Luis Carlos Abanto Espinoza

Eloy Salinas Sanchez

Asesor:

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

Trujillo - Perú

2021

DEDICATORIA

Este Proyecto de Tesis va dedicado en primer lugar a Dios, por los dones que ha atribuido hacia mi persona para culminar la presente tesis.

A mis padres Reyna Julia Espinoza Meléndez y Andrés Wilder Abanto Vargas, por su apoyo incondicional y el esfuerzo que han hecho para poder culminar mis estudios. Asimismo, por estar conmigo en cada paso que doy, por su constante motivación y consejos que han permitido lograr una de mis metas profesionales.

A mis hermanos, por ser mi razón y motivo de seguir adelante. A mi hijo; Adrián Alexander, por ser parte de mi inspiración y fuerza en todo momento.

A mis amigos, los cuales compartimos momentos gratos, y por su tan valiosa amistad durante nuestra etapa universitaria. A mi compañero de tesis, por la confianza, perseverancia y compañerismo que mostró durante este tiempo.

Luis Carlos Abanto Espinoza

DEDICATORIA

Este Proyecto de Tesis va dedicado en primer lugar a Dios, por los dones que ha atribuido hacia mi persona para culminar la presente tesis.

A mis padres María Sánchez y Segundo Salinas, por su apoyo incondicional y el esfuerzo que han hecho para poder culminar mis estudios. Asimismo, por estar conmigo en cada paso que doy, por su constante motivación y consejos que han permitido lograr una de mis metas profesionales.

A mis hermanos, por ser mi razón y motivo de seguir adelante. A mi tía y abuelita, por ser parte de mi inspiración y fuerza en todo momento.

A mis amigos, los cuales compartimos momentos gratos, y por su tan valiosa amistad durante nuestra etapa universitaria. A mi compañero de tesis, por la confianza, perseverancia y compañerismo que mostró durante este tiempo.

Eloy Salinas Sánchez.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida, la cual estuvo llena de nuevos retos los cuales he superado con arduo trabajo

A mis padres, hermanos y amigos, ya que me apoyan, siempre están allí dándome un consejo o un aliento, lo cual significa mucho para mí.

A nuestro asesor Josualdo Carlos Villar Quiroz, por su confianza y atención durante la elaboración de la presente tesis, además de ser un excelente docente.

Luis Carlos Abanto Espinoza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, que es nuestra guía espiritual en todo momento al culminar con esta etapa profesional; la tesis, lo cual fue una meta más en mí vidas.

A nuestros padres, hermanos y amigos quienes son mí gran motivo, por el amor y confianza que han demostrado hacia mí a lo largo de mi vida universitaria.

A nuestro asesor Josualdo Carlos Villar Quiroz, por su confianza y atención durante el proceso de iniciación de Proyecto de Tesis hasta Tesis.

Eloy Salinas Sánchez.

INDICE

DEDICATORIA	2
DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	35
CAPÍTULO III. RESULTADOS	44
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	67
RECOMENDACIONES	82
REFERENCIAS	83
ANEXOS	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Esquema de diseño de investigación	35
Tabla 2: Técnica de muestreo y Tamaño de Muestra	37
Tabla 3: Artículos de Revisión	37
Tabla 4: Artículos en estudio	44
Tabla 5: Resultados de ensayos de muestra patrón (todos los artículos).....	47
Tabla 6: Resultados de comparación estabilización con cal para suelos CL.....	49
Tabla 7: Resultados de comparación de estabilización con CBCA para suelos CL.....	51
Tabla 8: Resultados de comparación de estudios de estabilización con cal para suelos CH	52
Tabla 9: Resultados de comparación de estabilización con Cal para suelos GM	52
Tabla 10: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos GP	53
Tabla 11: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos ML	53
Tabla 12: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SC	54
Tabla 13: Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SC.....	55
Tabla 14: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SM	55
Tabla 15: Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SM	56
Tabla 16: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SP.....	56
Tabla 17: Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SP	57
Tabla 18: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos A-6 y sin clasificación	57
Tabla 19: Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos a-6 y sin clasificación	59
Tabla 20: Anexo 3, Matriz de Consistencia.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Técnica de Muestreo	36
Figura 2: Histograma.....	41
Figura 3: Grafico de Ojiva.....	41
Figura 4: Procedimiento de análisis y comparación de resultados de estudios	42
Figura 5: % óptimo de Cal para suelos CL	60
Figura 6: % óptimo de Cal para suelos CH.....	60
Figura 7: % óptimo de Cal para suelos GM	60
Figura 8: % óptimo de Cal para suelos GP	61
Figura 9: % óptimo de Cal para suelos ML	61
Figura 10: % óptimo de Cal para suelos SC.....	61
Figura 11: % óptimo de Cal para suelos SM.....	62
Figura 12: % óptimo de Cal para suelos SP	62
Figura 13: % óptimo de Cal para sin clasificación de suelos.....	62
Figura 14: % óptimo de CBCA para suelos CL	63
Figura 15: % óptimo de CBCA para suelos SC	63
Figura 16: % óptimo de CBCA para suelos SM	63
Figura 17: % óptimo de CBCA para suelos SP.....	64
Figura 18: % óptimo de CBCA para suelos sin clasificación	64
Figura 19: Ficha resumen en blanco.....	85
Figura 20: Información recopilada del Artículo 1	88
Figura 21: Información recopilada del Artículo 2.....	89
Figura 22: Información recopilada del Artículo 3, Calicata 1.....	90
Figura 23: Información recopilada del Artículo 3, Calicata 3.....	91

Figura 24: Información recopilada del Artículo 3, Calicata 5.....	92
Figura 25: Información recopilada del Artículo 4, Calicata 1	93
Figura 26: Información recopilada del Artículo 4, Calicata 3.....	94
Figura 27: Información recopilada del Artículo 5, Calicata 1.....	95
Figura 28: Información recopilada del Artículo 6.....	96
Figura 29: Información recopilada del Artículo 7	97
Figura 30: Información recopilada del Artículo 8.....	98
Figura 31: Información recopilada del Artículo 9.....	99
Figura 32: Información recopilada del Artículo 10.....	100
Figura 33: Información recopilada del Artículo 11.....	101
Figura 34: Información recopilada del Artículo 12.....	102
Figura 35: Información recopilada del Artículo 13, Calicata 1.....	103
Figura 36: Información recopilada del Artículo 13, Calicata 2.....	104
Figura 37: Información recopilada del Artículo 14.....	105
Figura 38: Información recopilada del Artículo 15.....	106
Figura 39: Información recopilada del Artículo 16.....	107
Figura 40: Información recopilada del Artículo 17.....	108
Figura 41: Información recopilada del Artículo 18.....	109
Figura 42: Información recopilada del Artículo 19.....	110
Figura 43: Información recopilada del Artículo 20.....	111

RESUMEN

La presente investigación se realizó en base a investigaciones realizadas en Perú, se analizó la estabilización de subrasantes con el uso de Ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) y Cal, para la realización de la tesis se utilizó un diseño no experimental transversal, descriptiva, el muestreo fue no probabilístico por juicio de experto, la recolección de datos se realizó con la técnica de análisis documental, el instrumento utilizado fue una ficha de resumen y matriz de categorías, el problema es que muchas de las subrasantes no cumplen la resistencia mínima establecida en el manual de carreteras, por lo que es necesario realizar un análisis de estabilización. Cuando se adiciona 20 % de CBCA se incrementa más del 30% y cuando se añade 4% de cal incrementa más del 8% de CBR, se analizó la estabilización de subrasantes con el uso de Ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal tenido como % óptimo de adición más concurrente 4 y 6 % de cal y 15 y 20 % en CBCA para un suelo clasificado por SUCS tipo CL.

Palabras clave: Estabilización, Subrasante, CBCA, cal, CBR y suelos arcillosos.

ABSTRACT

The present investigation was carried out based on investigations carried out in Peru, the stabilization of subgrade was analyzed with the use of sugarcane bagasse ash (CBCA) and Lime, a non-experimental cross-sectional design was used to carry out the thesis, descriptive, the sampling was non-probabilistic by expert judgment, the data collection was carried out with the documentary analysis technique, the instrument used was a summary sheet and category matrix, the problem is that many of the sub-grades do not meet the resistance minimum established in the road manual, so it is necessary to perform a stabilization analysis. When 20% of CBCA is added, more than 30% is added and when 4% of lime is added, more than 8% of CBR is added, the stabilization of subgrade was analyzed with the use of Bagasse ash from sugar cane and lime had as Optimum% of most concurrent addition 4 and 6% of lime and 20% in CBCA for a soil classified by SUCS type CL.

Keywords: Stabilization, Subgrade, CBCA, lime, CBR and clay soils

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el mundo desde muchos años atrás los seres humanos han ido buscando la manera de trasladarse y trasladar objetos y mercancía de un lugar a otro, lo cual dio origen a las vías de transporte, existen diferentes vías de transporte las cuales permiten trasladarse al lugar de destino de forma segura y rápida, una de las vías de transporte son las carreteras, estas permiten movilizarse de forma rápida y cómoda siempre y cuando las carreteras estén en perfectas condiciones, las carreteras recorren diferentes lugares, en donde se encuentran con diferentes tipos de suelos, en diferentes zonas existen suelos arcillosos con baja capacidad de soporte para un diseño de pavimento, lo cual lleva a tomar ciertos cambios en el suelo empleando diferentes materiales, tales como la cal, cemento y aditivos químicos para estabilizarlos y obtener una óptima resistencia para posteriormente realizar un diseño de pavimento.

En Cuba, para aliviar la carencia de materiales locales en algunas regiones del país, se desarrolló una investigación que dio como resultado la creación de un procedimiento de estabilización de suelos utilizando sales cuaternarias. El “Sistema de Estabilización e Impermeabilización de Suelos”, así creado, tiene como ventajas principales su economía y simplicidad en su empleo, además de conseguir el incremento de resistencia y reducción de permeabilidad en los suelos donde se aplique (Junco, 2011).

En Costa Rica, se emplea una Guía para la estabilización y mejoramiento de rutas no pavimentadas, Esta guía presenta el uso de la cal como un estabilizador ideal para materiales finos de media o alta plasticidad. Puesto que el uso de la cal tiene como consecuencia una serie de mejoras tales como: el aumento de propiedades mecánicas de resistencia, reducción de la plasticidad, aumento de la trabajabilidad, entre otros.

Adicionalmente la guía presenta un procedimiento para el diseño y evaluación del desempeño en los laboratorios de materiales estabilizados con cal que requiere ser implementado y valorar su aplicabilidad en Costa Rica (Elizondo, Navas, & Sibaja, 2010)

En Chile, en el campo de la estabilización química de suelos ha habido un sin número de propuestas de estudio, con una variada calidad en los resultados, tomando en cuenta estos antecedentes, en conjunto con la distancia total de caminos sin ningún tipo de solución estabilizadora, nace la inquietud por estudiar el efecto que tiene la adición del químico GT-24X en suelos de subrasante (Leon, 2013).

En las obras viales peruanas, actualmente se utilizan estabilizadores convencionales como, por ejemplo, la emulsión asfáltica, el cemento o la cal, mientras que, el grupo de estabilizadores tipo polímero, no se encuentra normado ni definido como alternativa de solución para su uso como estabilizador de suelos. De igual forma, existe la necesidad de comparar, bajo las mismas condiciones de contexto, las características físico – mecánicas de muestras de suelos estabilizados con polímeros tales como resistencia y durabilidad respecto a suelos en estado natural; pero siendo ambas muestras obtenidas de obras viales peruanas (Nesterenko , 2018).

En La Libertad, se ha realizado un estudio de la influencia de la soda cáustica en la estabilización del suelo, Este trabajo de investigación busca encontrar la teoría que nos proporcione una nueva solución al uso de la soda caustica mejorando las propiedades físicas y mecánicas del suelo. La soda caustica es un hidróxido cáustico usado en la industria (principalmente como una base química) tiene un elevado PH por lo que es apto para estabilizar el suelo (Araujo, 2018), Además existe otro estudio en donde se emplea la ceniza de cascara de arroz para la estabilización, en donde se muestra como resultados el aumento de la resistencia de la subrasante del suelo, así

como una disminución notable de las deformaciones transversales debido a la aplicación de cargas provenientes del tráfico.

El MTC constituye el ente rector y promotor para dotar de eficientes sistemas de carreteras. Por medio de los órganos de control e instituciones sectoriales se supervisa también el correcto funcionamiento de las vías de comunicación y el transporte, incluyendo autos y camiones, Además existe la norma CE 020 Suelos y Taludes donde las consideraciones técnicas mínimas, para el mejoramiento requerido de la resistencia de los suelos y de la estabilidad de taludes, mediante métodos químicos, mecánicos o de modificación topográfica (CE.020 Suelos y Taludes)

(Gutierrez, 2010) encontró que el cloruro de magnesio hexahidratado tiene grandes desventajas en comparación al cloruro de calcio. Además, con los grandes Salares los cuales se producen Cloruro de Calcio ubicados en Huacho y Lima se pueden estabilizar a un bajo costo las Carreteras de BVT de la Costa Norte, Centro y Sur del Perú. El Cloruro de Calcio se puede utilizar como primera alternativa para la estabilización y habilitación de caminos temporales, ya que cumplen con las expectativas de economía y duración en zonas de la Costa Peruana.

(Carranza & Fernandez, 2018) encontraron que los aditivos PROES Y CONAID mejoran las propiedades mecánicas del suelo de Barraza, Laredo mediante los ensayos de CBR y Compresión Simple no confinada. Además, para el ensayo de CBR que el aditivo líquido PROES aumenta a un 13% teniendo mejores resultados en las propiedades mecánicas que el aditivo líquido CONAID que tiene un 10%, lo cual mejoro la subrasante inadecuada a buena. el ensayo de CBR que el aditivo sólido PROES aumenta a un 70% y el aditivo sólido CONAID a un 58%, lo cual ambos aditivos mejoraron la subrasante inadecuada a excelente.

(Castillo Parra , 2017) encontró que con la adición de cal se logró una reducción significativa en la humedad natural del suelo llevándola a condiciones de humedad en la que podía ser sometido a procesos de compactación, estos suelos con cal viva se logra una disminución significativa en la reducción de la humedad del suelo, esta reducción es del 3.12% de humedad por cada porcentaje de cal añadido. Además, el tratamiento de estos suelos con cal viva en muestras que no han sido sometidas a procesos de secado previo produce una reducción del LL, esta reducción es significativa hasta con un 20% de cal añadida, con este porcentaje se obtuvo una reducción del 169% al 153.9% en el LL, sobre este porcentaje de cal viva la reducción del LL no es significativa.

(García, 2015) encontró que resistencia de la subrasante limo arcillosa al incorporar cal estructural por medio del ensayo CBR, teniendo así el CBR al 0.1”: con un suelo natural un CBR de 5.20%, incorporando 2% de cal un CBR de 5.30%, incorporando 4% de cal un CBR de 6.30%, incorporando 6% de cal un CBR de 7.20%, e incorporando 8% de cal un CBR de 8.05; CBR al 0.2”: con un suelo natural un CBR de 5.40%, incorporando 2% de cal un CBR de 5.70%, incorporando 4% de cal un CBR de 6.60%, incorporando 6% de cal un CBR de 7.50%, e incorporando 8% de cal un CBR de 8.30%; la variación del índice de plasticidad el cual fue disminuyendo al incorporarle mayor porcentaje de cal, teniendo así un índice de plasticidad: con un suelo natural un IP de 11.26%, incorporando 2% de cal un IP de 7.37%, incorporando 4% de cal un IP de 5.97%, incorporando 6% de cal un IP de 4.78% e incorporando 8% de cal un IP de 3.64%. además, el uso de cal aumenta la resistencia de una subrasante limo arcilloso, aumenta su máxima densidad seca y disminuye su índice de plasticidad logrando así un suelo limo arcilloso mejorado.

(Gomez, 2014) encontró que el Diseño de la Estructura del Pavimento Flexible, del presente proyecto, obedece a parámetros del comportamiento del lugar de emplazamiento, tomando como variables de entrada, la caracterización del tránsito, las propiedades mecánicas de los materiales y del terreno de fundación, las condiciones climáticas, las condiciones de drenaje y los niveles de serviciabilidad y confiabilidad. En el método AASTHO – 93, el cálculo del espesor de la estructura del pavimento relaciona las variables, considerando principalmente los Factores de Equivalentes de ejes tipo de 80 Kn o 18 Kips o ESALs y el Módulo Resiliente de la Subrasante MR. El procedimiento a seguir para obtener el número estructural SN, es iterativo, de donde se obtiene el espesor de cada capa que forman en paquete estructural del pavimento. Este procedimiento tiende a obtener valores elevados del número estructural en capas superiores, obteniendo un espesor reducido en la capa subbase, lo que implica un mayor costo en la conformación del paquete estructural.

Las vías de comunicación de la región la libertad, más en zona rural no se encuentran pavimentadas esto debido a que el suelo no cuenta con las características apropiadas para la pavimentación de la vía; es decir que el suelo de la carretera necesita ser mejorado la capacidad portante CBR (subrasante) para el diseño del pavimento flexible, en este caso varios autores han hecho varias investigaciones en los cuales dieron como resultados que la estabilización de la subrasante con cal es una de las alternativas de solución hoy en día en las vías de comunicación; así como también la ceniza de bagazo de caña de azúcar que es otra alternativa de estabilización de suelos en los diferentes tramos de una carretera. Además, se mejoraría la calidad del transporte en cuanto a que las comunidades se beneficiarían para trasladarse, así

como también para llevar sus productos al mercado para tener algo de ingresos para sus familias.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la empresa OBRAINZA se encuentran en la ejecución de obras de carreteras; que dividió los trabajos en tres fases: transitabilidad, colocación de base estabilizada y mantenimiento permanente en una primera etapa los trabajos se realizarán en 4 a 5 frentes respectivos, iniciando en Huamachuco, Aricapampa y Chugay, de Tayabamba en dirección a Huancaspata y de Tayabamba a Quiques, vía Urpay, en cuanto a estabilización de suelos de la vía principal que conecta con la provincia La Libertad.

El problema de las carreteras hoy en día es el mal manejo de estas ya que presentan baches en la trocha por causas de las lluvias que afectan directamente a la vía, los vehículos que transitan a diario. Además, esta vía se expone cíclicamente al riesgo de desastres, exasperado por la presencia del Fenómeno El Niño. Estas reflejan que la brecha en infraestructura sigue siendo impidiendo el aumento del turismo y el comercio, lo cual es imprescindible para el desarrollo de la región.

En la Libertad se encuentra variedad de suelos arcillosos, los cuales requieren ser estabilizados, por ello en la presente investigación Análisis de estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú, se quiere recolectar información sobre la estabilización de subrasantes con uso de cal y de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA), y ver que porcentajes de dichos materiales son más usados para estabilizar subrasantes de un tipo de suelo específico, además de comparar cuál de los materiales es más eficiente en la estabilización de subrasantes o si sería recomendable usar ambos en una estabilización.

En este proyecto de investigación las consecuencias de no hacerlo, no hacerlo perjudicaría al transporte de estos distritos que conectan con la provincia y la región

en cuanto al desarrollo del turismo entre otros recursos, también no hacerlo perjudicaría a que las entidades no conozcan a cerca de estos materiales estabilizante, y no tengan al alcance el presente estudio donde se indicará que porcentajes son los más adecuados para adicionar a los diferentes suelos, por otro lado se perjudica la población ya que al no contar con este estudio, no podrán estabilizar adecuadamente las subrasantes, lo cual significaría que no se podrá diseñar carreteras y no llegarían los servicios básicos a los distritos más alejados de la región la Libertad.

Antecedentes de la investigación

“Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes”

(Elizondo, Navas, & Sibaja, 2010), valoración del efecto de la cal disponible en Costa Rica, utilizada como aditivo estabilizador de materiales finos que presenten índices de plasticidad (IP) medios y altos, y su efecto en las propiedades mecánicas y de durabilidad del material estabilizado. Se empleó la Metodología de diseño: Cuerpo de Ingenieros de la Armada Norteamericana y la Metodología de diseño: National Lime Association (NLA). (National Lime Association, 2004), donde los resultados obtenidos en el estudio definen un 4 % para la cal de primera y un 6 % para la cal de segunda aproximadamente (Cuadro 8). No obstante, para la valoración del método de Diseño del CI, se analizó únicamente la cal de primera, contenidos de cal correspondientes al 11 %, al 13 % y al 15 %, y los dos condicionamientos propuestos por el método: 28 d a 25 °C y 48 ha 49 °C. También de los resultados obtenidos se evidencia la mejoría en las propiedades mecánicas y de durabilidad en el material de subrasante cuanto se incorpora la cal como material estabilizador. Con base en los resultados obtenidos, esta mejoría se incrementa conforme se agrega un mayor porcentaje de contenido de cal. En el caso de los resultados de compresión inconfiada, se observa una mayor mejoría cuando se emplea cal con mayores

contenidos de óxido de calcio y óxido de magnesio (propiedades de la cal de Primera). (Pág. 107)

Este artículo nos aporta conocimiento de los porcentajes usados en el país de Costa Rica para estabilizar suelos arcillosos, lo cual es de gran ayuda para esta investigación, además de mostrar sus metodologías usadas para la estabilización lo cual nos servirán como guía para nuestro estudio.

“Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y Resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante”

(Ojeda, Mendoza, & Baltazar, 2018), Estudiar la influencia de la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como sustituto parcial del Cemento Portland Compuesto (CPC) para mejorar las propiedades de un suelo granular arenoso. Se emplearon procedimientos de análisis y evaluación de terraplenes conformación (ASTM D 2217, 1998; ASTM D 421, 2007; ASTM D 2216, 2010; ASTM D 698, 2012; ASTM D 4318, 2017). ASTM D1557-07, donde se observa el efecto en la masa volumétrica seca máxima (MVSM) debido a la adición del CPC y CBCA en 3%, 5% y 7% al suelo en estudio, así también se reporta el efecto por

la adición de la combinación CPC-CBCA en esos mismos porcentajes (3%, 5%, 7%) pero en combinaciones de 75% CPC – 25% CBCA y 50% CPC-50% CBCA. Se aprecia que con adiciones de cemento la MVSM no presenta variación significativa, teniendo un valor de -0.84% con una adición de 3% de CPC, de 0.07% con 5% de CPC y sin variación alguna con 7% de adición de CPC, presentando la misma MVSM del suelo sin adición con valor de 1311 kg/m³, estos resultados coinciden con lo indicado en la literatura (imcyc, 2017), en donde se menciona que en suelos estabilizados con cemento portland, salvo casos excepcionales, la MVSM y la humedad óptima de

compactación no presentan amplia variación con respecto al suelo sin adición de cemento, siendo esto una característica valiosa en la estabilización de suelos, dado que el efecto del cemento será únicamente la mejorar la durabilidad y la resistencia del suelo. Así como también el 25% de sustitución parcial de CPC por CBCA puede ser establecido como porcentaje óptimo en un suelo granular arenoso, ya que presentó un excelente desempeño en los ensayos de compactación, resistencia a la compresión simple y CBR, comportándose muy similar al suelo con adición de cemento portland al 100%, lo que implicaría que es viable el uso de la CBCA como sustituto parcial del cemento para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de un suelo para la construcción de capas estructurales en carreteras.

Este artículo nos aporta conocimiento de cómo es que en otros países la ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) se ve como una opción de reemplazo del cemento portland como estabilizador de suelos.

“Estabilización De Suelos Cohesivos Por Medio De Arenas Volcánicas Y Cal Viva”

(Ruano, 2012), Realizar de manera precisa y mecánica el estudio de investigación de estabilización de suelos cohesivos con arenas volcánicas y cal viva, con muestras y ensayos en el laboratorio de suelos y la obtención y comprobación de resultados. Se empleó diferentes normas, tales como AASHTO T100-06, ASTM D854-07, AASHTO T087-86, ASTM D421-98, AASHTO T088-00, ASTM D422-02, AASHTO T193-99. El número CBR obtenido es un índice del valor o capacidad soporte de un suelo. Un CBR de 8 % o 10% indicará que el material tiene una capacidad soporte baja, mientras que un valor de 50% o 70% de CBR mostrará un material de buena resistencia, apto para capa de base de pavimentos según sea su utilidad, esto de acuerdo con las especificaciones del libro azul de caminos. Las

características de las de arenas de origen volcánico usadas en la investigación presentan cualidades positivas para la estabilización de suelos cohesivos, las minas ya se usan de forma exitosa en la construcción para diferentes áreas como fundición de concretos y la fabricación de tejas de concreto prefabricadas. La cal viva tiene un bajo costo en el mercado comparada con la cal hidratada y se pudo comprobar que su uso es muy eficaz en la estabilización de suelos cohesivos, ya que se pueden lograr una estabilización de bajo costo mezclándola con la arena sílice y arena azul.

Este artículo aporta a nuestra investigación ensayos con diferentes tipos de cal la hidratada y la cal viva, lo cual nos ayudara a ver cuál tipo de cal es el adecuado para el tipo de suelo que vamos a analizar en nuestro estudio.

“Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”

(Altamirano & Díaz, 2015), Determinar porcentajes de los materiales estabilizantes a usar y con los resultados de las pruebas de laboratorio obtener una mejora en las características de los suelos cohesivos. Las muestras se sometieron a un análisis y así fueron caracterizadas siguiendo los procedimientos descritos en las normas ASTM, revisión anual 2007. El ensayo Proctor se realizó en paralelo al de capacidad de carga, ya que se utilizó el mismo molde, para su ejecución se tomaron como referencia cuatro dosificaciones de cal; estas fueron: 3, 6, 9 y 12 porciento. El criterio en el que se basó esta selección, fueron los intervalos conseguidos en el índice de plasticidad en el ensayo que lo precede, Luego de haber caracterizado y clasificado este suelo, se mezclaron las 5 muestras que correspondía a la clasificación A-7-6, y se determinó su índice de plasticidad; a partir de este punto se propusieron las dosificaciones mostradas en la tabla 6.8. Debido a que eran demasiados ensayos para realizar, se

retomaron los porcentajes en los que hubiese mayor cambio siendo estos los de 3, 6, 9, y 12 por ciento.

Este artículo nos brinda el conocimiento de estudios realizados en Nicaragua en donde usaron la cal como estabilizante de suelos tipo A-7-6 según la clasificación AASHTO.

“Influencia del porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar activada alcalinamente sobre la tensión efectiva en suelos susceptibles a licuación”

(Delgado & Mendoza, s.f.), Evaluar la influencia de la adición de ceniza de bagazo de caña activada alcalinamente sobre la tensión efectiva en suelos arenosos limosos para disminuir el riesgo de licuación del suelo en la Urb. El Golf. La metodología empleada se basa en La Norma E.050, además se realizaron un total de 17 probetas cilíndricas con dimensiones de 7 cm x 14 cm, para los ensayos de resistencia a la compresión triaxial no consolidado no drenado (UU) ASTM D2850 y consolidado no drenado (CU) ASTM D4767. Los valores de Módulo de Young mostrados en KPa (figura IV.13) fueron: convertidos a MPa y son los siguientes: Suelo Patrón: 29 MPa Arena Medianamente Densa, 10 % CBCA: 48 MPa Arena Densa, 15 % CBCA: 78 MPa Arena Densa, 20 % CBCA: 60 MPa Arena Densa, Por lo tanto, se observa que las probetas con adición de ceniza de bagazo de caña activada alcalinamente presentan deformaciones elásticas desde el origen hasta el valor de 1588 KPa aproximadamente, a partir del cual entra en la zona plástica, donde el material perdió sus características de recuperación de sus deformaciones en su sistema mientras que el suelo patrón presenta un comportamiento de tipo plástico por ser un material medianamente denso y blando, También. El porcentaje de ceniza de bagazo de caña activada alcalinamente influye de manera positiva sobre la tensión efectiva del suelo

disminuyendo el riesgo de licuación de suelos arenosos en la Urb. El Golf., con el uso del 15% de CBCA activada alcalinamente.

Este artículo nos brinda información de como la ceniza de bagazo de caña activada alcalinamente influye de manera adecuada para la estabilización de suelos en la ciudad de Trujillo.

“Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA)”

(Bonilla Ramirez, Jimenez Ramos, & Paramo Garcia, 2019), Evaluar las condiciones mecánicas de la mezcla del material granular tipo afirmado con la adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA). La metodología empleada se basa en reglamentos principales del instituto nacional de vías (INV E-123-13, INV E-125 y 126-13, INV E-148-13, INV E-611-13, INV E - 612 – 13, entre otros). los resultados muestran que es posible usar la CBCA para estabilizar el afirmado, lo cual permite obtener beneficios en las empresas relacionadas con la construcción de infraestructura vía, al usar cantidades de 3, 5 y 7 por ciento de material estabilizador, en donde se emplea Cemento y CBCA en relación 100 % de cemento y 0 de CBCA, 75 % de Cemento y 25 de CBCA, 50 % de cada uno y 25 de Cemento y 75 de CBCA, obteniendo que cuando se usa el 100 % de cemento en el suelo tipo SP-SM de CBR de la muestra patrón de 25.2 , incrementa a 811.9 % de CBR cuando se añade 5 % del material estabilizador, cuando el material estabilizador está conformado por 50% de Cemento y CBCA alcanza 722.5 de CBR al añadir 7 % de M. Estabilizador, en todos los ensayos donde usa cemento y CBCA el valor de CBR máximo se alcanza cuando se le agrega 7 %, los cuales sobrepasan un CBR de 60. Se concluyó que, al adicionar ceniza de bagazo de caña, tiene una mejora en los costos de mezcla, ya que

se requiere menos porcentaje de cemento para una adición del 25% de ceniza, lo cual genera beneficios de resistencia, durabilidad.

Este artículo nos brinda información de cómo la Ceniza de Bagazo de caña de azúcar permite mejorar diferentes tipos de suelo, ya sea mejorándola para uso de una subrasante regular o buena, sino también para ser usada en casos como base o subbase debido a que al mezclarse con otro material estabilizador puede lograr un suelo de CBR muy altos.

- **Bases teóricas**

- **Suelos**

Los suelos representan un material terroso conformado desde un relleno de desperdicio hasta areniscas cementadas o lutitas suaves. Además, el agua juega un papel importante en el comportamiento de este. (Juárez Badillo & Rico Rodríguez, 2005)

A continuación, se describe los suelos por los Ingenieros Civiles son los siguientes: (Santa Cruz, 2018).

En el sentido general de la ingeniería, “suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas”.

Suelo, en Ingeniería Civil, son los sedimentos no consolidados de partículas sólidas, fruto de la alteración de las rocas, o suelos transportados por agentes como el agua, hielo o viento con contribución de la gravedad como fuerza direccional selectiva, y que pueden tener materia orgánica. El suelo es un cuerpo natural heterogéneo.

El suelo en ingeniería civil es un cuerpo heterogéneo con propiedades fisicoquímicas y mecánicas apropiadas o no para una construcción (edificios, represas, hidroeléctricas, puentes, carreteras, etc.), cuya función es sostener a la construcción y absorber las cargas producidas por esta.

A continuación, se describen los suelos más comunes identificados por los Ingenieros Civiles son los siguientes: **(Ruano, 2012)**.

○ **Clases de suelo**

Los suelos se clasifican según diferentes criterios: su evolución, composición, capacidad de uso en agricultura y textura, entre otros.

Las partículas minerales que forman el suelo tienen diferentes tamaños y se llaman arena, limo y arcilla, de mayor a menor. La textura del suelo depende de la partícula mineral más abundante en él. Entonces, de acuerdo a la textura, los suelos se clasifican en:

Arenosos. En ellos predomina la arena. Por el tamaño grande de sus partículas, estos suelos no retienen el agua que baja a zonas más profundas. Generalmente son de color claro y como no contienen mucha materia orgánica no suelen ser productivos para la agricultura.

Limosos. Las partículas de tamaño medio, el limo, son las que predominan. Por ello, son suelos que no filtran el agua rápidamente, contienen mucha materia orgánica, pero se compactan mucho al secarse.

Arcillosos. La arcilla, partícula de menor tamaño es la predominante. Son suelos casi impermeables pero muy compactos en ausencia de agua.

Contienen mucha materia orgánica pero cuando están secos casi no permiten el crecimiento de las raíces.

- **Cal**

La cal es un aglomerante que procede de la calcinación de piedras calizas, como consecuencia de las variaciones de composición de la roca puede obtenerse una serie de cales, que varían desde cales muy puras; altamente cálcicas, hasta altamente hidráulicas, teniendo así dos tipos fundamentales de cales:

Cal viva: es un producto compuesto por óxido de calcio CaO , posee una gran avidez para el agua. (Villarino, 2010).

La cal más utilizada para el tratamiento de suelos es la cal alta en calcio, que contiene un máximo de 5% de óxido o hidróxido de magnesio. Sin embargo, en algunas ocasiones se utiliza cal dolomítica. La cal dolomítica contiene de 35 a 46% de óxido o hidróxido de magnesio. Con la cal dolomítica se puede lograr la estabilización, aunque la fracción de magnesio reacciona más lentamente que la fracción de calcio.

Algunas veces el término “cal” se utiliza para referirse a la cal agrícola que, por lo general, es piedra caliza finamente molida, un útil correctivo agrícola que no tiene la suficiente reactividad química para lograr la estabilización del suelo. (Lime, 2004).

- **¿Qué suelos pueden estabilizarse con cal?**

Ante cualquier trabajo previsto en un suelo, es imprescindible tener previamente un conocimiento preciso sobre las características de los materiales que lo componen, así como de los problemas que estos materiales pueden generar.

Para que la estabilización de un suelo con cal tenga éxito, los suelos deben ser plásticos (un Índice de Plasticidad igual o mayor a 10), pero además existen otras limitaciones en los tipos de suelos en los que se puede realizar la estabilización:

- Elevados contenidos de sulfatos solubles.
- Elevados contenidos de materia orgánica.
- Presencia de elementos de tamaño superior a 10 mm.

En este caso, la cal ayuda a transformar químicamente los suelos inestables en materiales utilizables. Como veíamos, el uso de la cal como aglomerante en la construcción viene de antaño, pero los avances recientes en cuanto a pureza de materiales y maquinaria con la que aplicarla ha hecho que su uso para la estabilización de suelos sea cada vez mayor.

- **Estabilización con Cal**

La cal es el producto de la calcinación de rocas calizas a temperaturas entre 880 y 9000C, constituido principalmente por óxido de calcio (CaO) y otros componentes. La adición de cal en los materiales arcillosos para terracerías, revestimientos, sub-base y bases, por sus diferentes reacciones, en mayor y menor grado, produce aumento en su límite líquido y mayor incremento en su límite plástico para generar así una disminución en su índice plástico; aumentando la estabilidad volumétrica de los materiales cohesivos y la resistencia a la compresión simple y el CBR. (Hueso Maldonado & Orellana Martínez, 2009)

- **Subrasante**

Subrasante (o subbase): La cal puede estabilizar permanentemente el suelo fino empleado como una subrasante o subbase, para crear una capa con un valor estructural significativo en el sistema del pavimento. Los suelos tratados pueden ser del lugar (subrasante) o bien, de materiales de préstamo. La estabilización de la subrasante por lo general implica mezcla en el lugar y generalmente requiere la adición de cal de 3 a 6 por ciento en peso del suelo seco. (Lime, 2004).

- **Estabilización de Suelos**

La estabilización de suelos es el proceso al que se ven sometidos los suelos naturales arcillosos para mejorar sus cualidades: aumentar su resistencia, reducir su plasticidad, facilitar los trabajos de construcción o aumentar su estabilidad reduciendo problemas en estructuras y pavimentos.

Estabilización del suelo: En este caso el efecto se produce más a medio plazo y de una manera gradual. La arcilla del suelo (que contiene sílice y alúmina) en contacto con la cal es capaz de formar silicatos y aluminatos cálcicos hidratados. Esta reacción es llamada “puzolánica” y da como resultado un aumento de la compresión simple del suelo, así como una mayor estabilidad frente a las heladas.

La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Tales estabilizaciones, por lo general se realizan en los suelos de subrasante

inadecuado o pobre, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros productos diversos.

- **Bagazo de caña de azúcar**

El bagazo es el residuo lignocelulósico, fibroso, obtenido a la salida del último molino del tándem, que, en la fábrica de azúcar, extrae el jugo de la caña. Representa el 28% en peso de la caña que se procesa. Constituido por cuatro fracciones: fibra (45 %), sólidos insolubles (2-3 %), sólidos solubles (2-3 %) y agua (50 %), representa el coproducto de mayor tonelaje y volumen de la producción industrial del azúcar de caña. (Jimenez Iriate & Torres Pertuz)

- **Composición**

Las investigaciones sobre la composición del bagazo de la caña de azúcar y su caracterización desde el punto de vista químico y morfológico han estado presentes desde la propia creación del ICIDCA, dada la importancia que este conocimiento ha representado para su empleo como materia prima de diferentes industrias. En este capítulo ponemos a su disposición una parte importante de los resultados de esas investigaciones llevadas a cabo por sus investigadores y técnicos de alto nivel científico en 5 décadas de labor. (Hernandez, 2011).

Cuando el bagazo sale del molino posee aproximadamente la siguiente composición:

Humedad (50%)

Sólidos solubles (5%)

Sólidos insolubles o fibra cruda (45%)

Además, su composición química es la siguiente:

Carbono: 47 %

Hidrógeno: 6,5 %

Oxígeno: 44 %

Cenizas: 2,5 %

- **Estructura**

El bagazo es el residuo o remanente de los tallos de la caña de azúcar después que ésta ha sido sometida al proceso de extracción del jugo azucarado, saliendo del último molino con un 50% de humedad y un contenido residual de sacarosa de alrededor del 4 % (base seca). (1, 2) Es uno de los Subproductos de la Caña de Azúcar, además de la miel final y la cachaza, entre otros, y representa entre un 23 - 27 % del total (11-13 % base seca). Desde el punto de vista general de su estructura, el bagazo se caracteriza por su elevada heterogeneidad morfológica y está formado por dos fracciones bien diferenciadas, la fibra, de estructura cristalina, estable químicamente, que brinda rigidez a la planta, y el meollo o parénquima de estructura amorfa y de un alto poder de absorción.

El bagazo consta de dos partes fundamentales:

La fibra: Fibras relativamente largas, derivadas principalmente de la corteza y otros haces de fibra del interior del tallo.

El meollo: Se deriva del parénquima, parte de la planta donde se almacena el jugo que contiene el azúcar.

La longitud media de las fibras del bagazo es de 1 a 4 milímetros y su ancho varía entre 0.01 y 0.04 milímetros.

- **Ensayos de Laboratorio**

Se caracterizan porque no varían ni con el tiempo ni a lo largo de las manipulaciones que puedan realizarse a los suelos durante los trabajos, los más importantes son:

Granulometría.

Son los tamaños de los granos que participan (como porcentaje de peso total) de la composición del suelo que representan. Las propiedades físicas y mecánicas de los suelos son función directa de su granulometría y su determinación es fundamental para establecer su comportamiento mecánico, principalmente cuando se someten a cargas directamente.

Plasticidad.

La plasticidad es la propiedad que tiene el suelo para cambiar de forma (dentro de un rango de humedad dado) y mantener sin perder volumen ni romperse cuando se someten a fuerzas de compresión.

Límites de A. Atterberg.

Los límites de Atterberg o límites de consistencia se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos. El nombre de estos es debido al científico sueco Albert Mauritz Atterberg.

Los límites se basan en el concepto de que en un suelo de grano fino solo pueden existir 4 estados de consistencia según su humedad. Así, un suelo se encuentra en estado sólido, cuando está seco. Al agregársele agua poco a poco va pasando sucesivamente a los estados de semisólido, plástico, y finalmente líquido. Los contenidos de humedad en los puntos de transición de un estado al otro son los denominados límites de Atterberg.

Límite líquido (LL).

Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso.

Límite plástico (LP).

El límite plástico de un suelo es el más bajo contenido de agua en el que el suelo sigue presentando plasticidad.

Índice de plasticidad (IP).

El Índice de Plasticidad (IP) es una medida de cuánta agua puede absorber un suelo antes de disolverse en una solución. Mientras más alto es este número, el material es más plástico y más débil. Generalmente la cal reacciona con suelos plástico que tengan un IP entre 10 a 50, reduciendo así significativamente el IP, creando de esta manera un nuevo

material con resistencia estructural. Suelos con IP menores a 10, usualmente, no reaccionan tan fácilmente con la cal.

El IP se mide por dos pruebas simples en la mecánica de suelo: el límite líquido y el límite plástico; la diferencia entre los dos es el Índice de Plasticidad.

El índice plástico se da en un rango estrecho de humedades, comprendidas entre los límites líquido y plástico, definido de la siguiente manera:

$$IP = LL - PL$$

Donde:

IP = Índice plástico.

LL = Límite líquido

PL = Límite plástico

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el análisis de estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar el análisis de la estabilización de subrasantes con el uso de Ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú.

1.3.2. Objetivos específicos

OE1: Realizar una búsqueda exhaustiva de estudios realizados sobre la estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal.

OE2: Comparar los resultados relacionados con la estabilización de subrasantes con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal.

OE3: Evaluar el óptimo porcentaje de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en estabilización de subrasantes

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

El análisis de la estabilización de subrasantes con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal nos permitirá encontrar los porcentajes óptimos para la estabilización de subrasantes en el Perú.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

- **Por el propósito:**

La presente investigación corresponde a un tipo de investigación aplicada, debido a que se van a emplear conocimientos y reglamentos ya definidos.

- **Según el diseño de investigación:**

La presente investigación presenta un diseño no experimental transversal, debido a que no existe manipulación de variables independientes para encontrar resultados en variables dependientes.

- **Diseño de investigación:**

El nivel de investigación es no experimental, transversal, descriptivo; la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

Esquema:

Tabla 1: Esquema de diseño de investigación

Estudio	T1
M	O

Elaboración: Propia

Donde:

- M= Muestra
- O= Observación

- **Variables**

- **Variables**

Estabilización: Proceso físico y químico, mediante el cual se mejoran las condiciones mecánicas del suelo. (CE.020 Suelos y Taludes)

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

Población.

Todos los artículos, tesis relacionadas con la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú.

Muestra.

Técnicas de muestreo

La presente investigación utilizara la técnica de muestreo no probabilístico por Juicio de Experto para un mejor nivel de estudio, esta técnica permite seleccionar basándose únicamente en el conocimiento y la credibilidad del investigador. En otras palabras, los investigadores eligen solo a aquellos que estos creen que son los adecuados (con respecto a los atributos y la representación de una población) para participar en un estudio de investigación. Es decir, entre todos los artículos de investigación, seleccionar a aquellos artículos que contengan los criterios de granulometría, clasificación de suelos, Proctor modificado y CBR, para conducir la investigación.

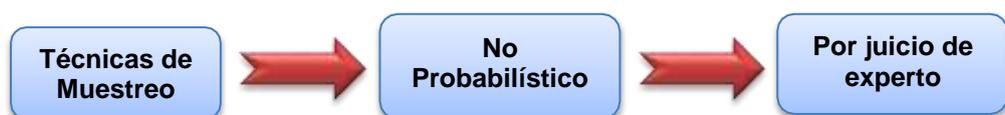


Figura 1: Técnica de Muestreo

Elaboración: Propia

Tamaño de muestra

Los estudios que traten de la variable independiente.

Tabla 2: Técnica de muestreo y Tamaño de Muestra

TECNICA DE MUESTREO	Tamaño de muestra
No probabilístico por juicio de experto	50 artículos y tesis relacionados con la estabilización de subrasantes

Elaboración: Propia

Tabla 3: Artículos de Revisión

ARTICULO	TITULO	AUTORES
1	“Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal”	Landa, Jacques & Torres, S
2	“Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante”	O. Ojeda-Farías, J.M. Mendoza-Rangel, M.A. Baltazar-Zamora
3	“Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018”	Terronesz, A.
4	“mejoramiento de la relación de soporte (CBR) al adicionar el estabilizante químico cal a la sub – rasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito paria – Wilcahuain, Huaraz, 2017”	Cabana, M.
5	“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de pinar-marian, distrito de independencia 2018”	Espinoza, A. & Velasquez, J
6	“Capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo i y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio”	Estrada, F & Pintado, J.
7	“Capacidad portante de suelo cohesivo estabilizado con cal y sulfato de calcio en 10%, 15% y 25%”	Guerrero, R.
8	“Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de subrasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018”	Salas, E. & Pinedo, A.
9	“Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016”	Claudia María Cuadros Surichaqui
10	“Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo”	'Chávez Arbayza, Diego Marco Antonio Bryan & Odar Yabar, Gabriela
11	“Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida ccoripaccha - puyhuan grande – Huancavelica”	Ponce Crispín, Daisy Kenia

12	“Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso”	Robinson Jara Anyaypoma
13	“Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización san Luis de la ciudad de Abancay "calicata 1””	José Johel López Sumarriva Y Grely Ortiz Pinares
14	“Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica”	Moale Quispe, Alexandra Brigitte; Rivera Justo, Ebdy Josias
15	“Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante”	Pía Andrea Clavería Vásquez, Daniel Fernando Triana Mendoza Y Yenny Alejandra Varon Ospina
16	“Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasantes areno-limosas”	Mercedes Lucía Neyra León
17	“Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva”	Denis Robin Ruano López
18	“Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz”	Lujerio Urbano, Lisbeth Yenny
19	“Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”	Genaro José Altamirano Navarro & Axell Exequiel Díaz Sandino
20	“Estabilización de suelos arcillosos con cal hidratada, para ser utilizada como capa de subrasante de pavimentos en La Colonia San Juan Capistrano de la Ciudad Obregon, sonora”	Mario Alberto Beltran Parra & Jose Aloix Copado Beltrán
21	Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica	Moale Quispe, Alexandra Brigitte
22	Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante	Vásquez Cabrera, Alexander Mauricio
23	Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector calcical del cantón Tosagua provincia de Manabí, Quito 2014	María Angélica Sánchez Albáñ
24	Estabilización de subrasantes con cal, Piura 2004	Rommel Fernando Angulo Trelles
25	Analisis comparativo de los efectos del agua de mar y de cal en la estabilizacion de suelos arcillosos en calles que conforman el barrio 2 de noviembre de la comuna Engabao perteneciente al Canton Playas Provincia del Guayas; Ecuador 2018	Juan Miguel Silvestre Suarez
26	Influencia de la incorporación de tres niveles de cal (2%, 4% y 6%) en la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón	Nina Gálvez, María del Pilar
27	Estabilización de subrasante Mediante cal y ceniza de quinua en Suelos del Centro Poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica	Almonacid Roman Ivan
28	Influencia de los porcentajes de cemento y cal en el comportamiento estructural del material de la base de pavimentos flexibles -Trujillo, 2019	Rodríguez Anticona, María Lidia
29	Influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del distrito de Chillia, provincia de Patas - 2019	Gongora Velasquez, Cinthia Karel
30	Influencia de la incorporación de cuatro niveles (1 %, 2%, 3% y 4%) de cloruro de calcio en la resistencia mecánica de un material para afirmado, Cajamarca 2017	Rivera León, Cristhian Rafael; Medina Sánchez, María de Lourdes

31	Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo - Trujillo, La Libertad 2018	Aquino Mendoza Marco Antonio
32	Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martín-2020	Flores Isminio, Karen Kassandra
33	Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas, Chiclayo 2019	Pacheco Sonapo, Yerly Sofía Medaly
34	Análisis de las propiedades mecánicas de la subrasante aplicando cal hidratada en suelos cohesivos, Cantoral - San Juan de Lurigancho, 2018	Juan de Dios Salazar, Junior Fernando
35	Comparación de la ceniza de cascarilla de arroz frente al óxido de calcio como estabilizante químico para mejorar La Sub-Rasante En La Av. Gustavo Mohme [Progresiva Km 0+654.19 – Km 1+654.19] Distrito Veintiséis de Octubre-Piura-Piura, 2018	Honores Adanaqué, Alejandra Stephanie
36	Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Luna Pizarro A. H. Cueva de los Tallos, Ventanilla, 2019	Machco Caranca, Eddvien Yerson
37	Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante	Manuel Gerardo Parra Gomez
38	Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa - 2017	Carrasco Mejía, Danny Alessandro
39	Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante la cal en la carretera Puente Ricardo Palma La Oroya	Cruzado Medina, Clever Iván
40	Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de Bagacillo (CB) para el mejoramiento de la sub rasante de la Av. Universitaria, Lima 2019	Ccanto Diaz, Ademir
41	Aplicación de mezcla de cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en la carretera 7 de agosto. Pimentel - Chiclayo – Lambayeque, 2020	Chafloque Balarezo, Jasmín del Milagro; Fernández Mego, Edwin Ronaldo
42	Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo I más cal hidratada en vías afirmadas, para el Centro Poblado alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad, 2019	Br. Rodríguez Yupanqui, Veronika Yoselyn Br. Silva Alcantara, Jordy Kelvin
43	Estabilización de suelo arcilloso con cal para sub rasante tramo Km 03+000 al Km 04+000 de la vía Juliaca-Canchi Grande del distrito de Caracoto, provincia de San Román, departamento de Puno, 2018	Bradyan Sergio Ramos Mamani
44	Influencia Del Porcentaje De Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Activada Alcalinamente Sobre La Tensión Efectiva En Suelos Susceptibles A Licuación, Trujillo 2018	Delgado López, Carol Ashlly; Mendoza Meléndez, Ivette Anamile
45	Evaluación del uso del cloruro de calcio en la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas en el tramo Llochegua - Pariavente Alta, Provincia de Huanta, 2013	Aguilar Nolasco, Glicerio
46	Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno', 2017	Huancoillo Humpiri, Yunior José
47	Análisis del uso de aditivos Perma-Zyme y Cloruro Cálcico en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada (desvío Huancané – Chupa)-Puno, 2017	Yucra Callata, Arturo; Camala Jilapa, Edwin Ivan

48	Dosificación óptima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de Barranca 2016	Cahuana Cabanillas, Freddy Samuel
49	Comparación entre las influencias de cal hidratada y aditivo quim kd-40 para estabilización de suelos arcillosos como capa subrasante en pavimentos flexibles, Huamachuco-Cajabamba 2019	Tantaquilla Otiniano, Edson Wilmer
50	“Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca, 2015”	'Anabelén García Gonzales

Elaboración: Propia

Materiales

- Computadora.
- Lapiceros.
- Cuaderno de apuntes.
- Calculadora.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Técnica de recolección de datos.

Análisis documental: Se utilizará el análisis documental consultando e-books, normas técnicas peruanas, normas ASTM, artículos científicos, manuales, artículos científicos y tesis que nos permitirán desarrollar la presente investigación.

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos que se usará son:

- Ficha de resumen (anexo---2)

Análisis de datos:

Técnicas de análisis de datos:

Estadística Descriptiva

La presente investigación es de tipo no experimental transversal descriptivo, es decir, se utilizará la estadística descriptiva, que vienen a ser tablas, gráficos y medidas estadísticas, así mismo se usaran histogramas, ojiva, entre otros.

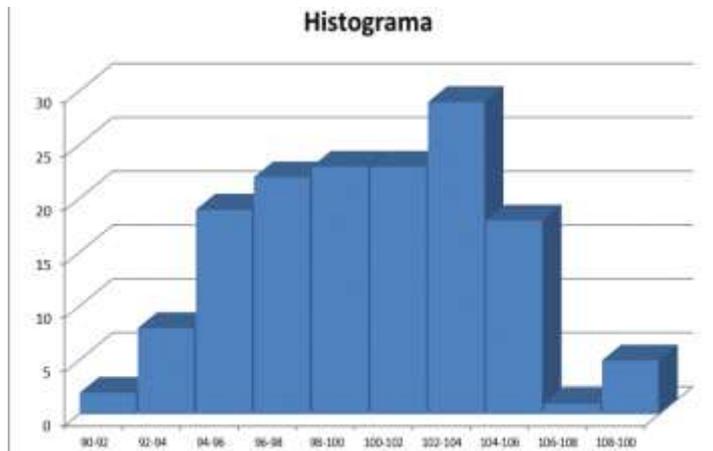


Figura 2: Histograma

Elaboración: Propia

En estadística, un histograma es una representación gráfica de una variable en forma de barras, donde la superficie de cada barra es proporcional a la frecuencia de los valores representados.

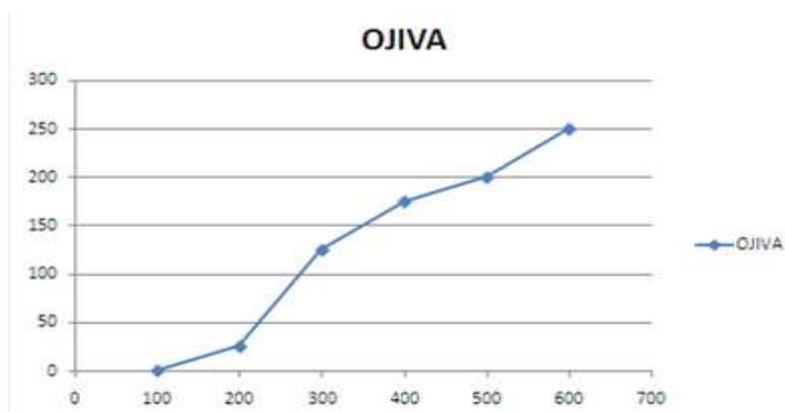


Figura 3: Grafico de Ojiva

Elaboración: Propia

En estadística, la ojiva es un polígono frecuencial acumulado, es decir, que permite ver cuántas observaciones se encuentran por encima o debajo de ciertos valores, en lugar de solo exhibir los números asignados a cada intervalo. Además, este gráfico se aplica para variables cuantitativas.

2.4. Procedimiento

Figura 4: Procedimiento de análisis y comparación de resultados de estudios

Elaboración: Propia

Búsqueda de información

Se realizará la búsqueda de artículos científicos y tesis relacionadas la estabilización de suelos o subrasantes con uso de los aditivos ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal, ya sea independientes o en conjunto, todos los estudios serán recopilados de revistas científicas (Scielo, ScienceDirect, Dialnet, entre otros) repositorios de universidades e Institutos.

Recolección de información necesaria

La parte para enfocarse será los resultados que cada artículo o tesis nos brinda, entre estos tenemos el contenido de humedad, análisis granulométrico, densidad específica, Limite Líquido, Limite Plástico, Índice de Plasticidad, Clasificación de suelos por SUCS y AASHTO, Densidad Seca Máxima, % óptimo de humedad, % de CBR., todos estos datos se obtendrán de su Muestra patrón y porcentajes del material estabilizante (CBCA y Cal).

Análisis y comparación de Resultados

Se realizará la comparación de resultados de los diferentes estudios, teniendo en cuenta el material de estabilizante, se comparará resultados independientes de los estudios de estabilización con CBCA, Cal, asimismo se comparará los resultados de estabilizar con CBCA y Cal.

Resultados del Análisis y Comparación

Se presentarán los resultados de la comparación que se realizará según lo especificado en el ítem anterior.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Resultados de Realizar una búsqueda exhaustiva de estudios realizados sobre la estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal.

Tabla 4: Artículos en estudio

ARTICULO	TITULO	AUTORES
1	“Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal”	Landa, Jacques & Torres, S
2	“Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante”	O. Ojeda-Farías, J.M. Mendoza-Rangel, M.A. Baltazar-Zamora
3	“Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector Barraza, Trujillo – 2018”	Terrones, A.
4	“mejoramiento de la relación de soporte (CBR) al adicionar el estabilizante químico cal a la sub – rasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito paria – Wilcahuain, Huaraz, 2017”	Cabana, M.
5	“Estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, Distrito de Independencia 2018”	Espinoza, A. & Velásquez, J
6	“Capacidad portante (CBR) del suelo del sector 9 de Cajamarca, incorporando 2%, 4% y 6% de cal hidratada, 4%, 6% y 8% de cemento portland tipo i y 4%, 8% y 12% de cloruro de sodio”	Estrada, F & Pintado, J.
7	“Capacidad portante de suelo cohesivo estabilizado con cal y sulfato de calcio en 10%, 15% y 25%”	Guerrero, R.
8	“Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de subrasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018”	Salas, E. & Pinedo, A.
9	“Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016”	Claudia María Cuadros Surichaqui
10	“Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo”	'Chávez Arbayza, Diego Marco Antonio Bryan & Odar Yabar, Gabriela
11	“Uso del cloruro de calcio para estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de la avenida Coripaccha - Puyhuan Grande – Huancavelica”	Ponce Crispín, Daisy Kenia
12	“Efecto de la cal como estabilizante de una subrasante de suelo arcilloso”	Robinson Jara Anyaypoma
13	“Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización san Luis de la ciudad de Abancay "calicata 1””	José Johel López Sumarriva Y Grelly Ortiz Pinares
14	“Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica”	Moale Quispe, Alexandra Brigitte; Rivera Justo, Ebdy Josias

15	“Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante”	Pía Andrea Clavería Vásquez, Daniel Fernando Triana Mendoza Y Yenny Alejandra Varon Ospina
16	“Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasantes areno-limosas”	Mercedes Lucía Neyra León
17	“Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva”	Denis Robin Ruano López
18	“Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz”	Lujerio Urbano, Lisbeth Yenny
19	“Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”	Genaro José Altamirano Navarro & Axell Exequiel Díaz Sandino
20	“Estabilización de suelos arcillosos con cal hidratada, para ser utilizada como capa de subrasante de pavimentos en La Colonia San Juan Capistrano de la Ciudad Obregon, sonora”	Mario Alberto Beltran Parra & Jose Aloix Copado Beltrán
21	Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica	Moale Quispe, Alexandra Brigitte
22	Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante	Vásquez Cabrera, Alexander Mauricio
23	Estabilización de suelos expansivos con cal y cemento en el sector Calcical del cantón Tosagua provincia de Manabí, Quito 2014	María Angélica Sánchez Albáñ
24	Estabilización de subrasantes con cal, Piura 2004	Rommel Fernando Angulo Trelles
25	Análisis comparativo de los efectos del agua de mar y de cal en la estabilización de suelos arcillosos en calles que conforman el barrio 2 de noviembre de la comuna Engabao perteneciente al Canton Playas Provincia del Guayas; Ecuador 2018	Juan Miguel Silvestre Suarez
26	Influencia de la incorporación de tres niveles de cal (2%, 4% y 6%) en la capacidad portante del suelo de la cantera Mashcón	Nina Gálvez, María del Pilar
27	Estabilización de subrasante Mediante cal y ceniza de quinua en Suelos del Centro Poblado Viñas, Tayacaja, Huancavelica	Almonacid Roman Ivan
28	Influencia de los porcentajes de cemento y cal en el comportamiento estructural del material de la base de pavimentos flexibles -Trujillo, 2019	Rodríguez Anticona, María Lidia
29	Influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del distrito de Chillia, provincia de Patas - 2019	Gongora Velasquez, Cinthia Karel
30	Influencia de la incorporación de cuatro niveles (1 %, 2%, 3% y 4%) de cloruro de calcio en la resistencia mecánica de un material para afirmado, Cajamarca 2017	Rivera León, Cristhian Rafael; Medina Sánchez, María de Lourdes
31	Estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo - Trujillo, La Libertad 2018	Aquino Mendoza Marco Antonio
32	Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martin-2020	Flores Isminio, Karen Kassandra
33	Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas, Chiclayo 2019	Pacheco Sonapo, Yerly Sofía Medaly

34	Análisis de las propiedades mecánicas de la subrasante aplicando cal hidratada en suelos cohesivos, Cantoral - San Juan de Lurigancho, 2018	Juan de Dios Salazar, Junior Fernando
35	Comparación de la ceniza de cascarilla de arroz frente al óxido de calcio como estabilizante químico para mejorar La Sub-Rasante En La Av. Gustavo Mohme [Progresiva Km 0+654.19 – Km 1+654.19] Distrito Veintiséis de Octubre-Piura-Piura, 2018	Honores Adanaqué, Alejandra Stephanie
36	Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Luna Pizarro A. H. Cueva de los Tallos, Ventanilla, 2019	Machco Caranca, Eddvien Yerson
37	Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante	Manuel Gerardo Parra Gomez
38	Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa - 2017	Carrasco Mejía, Danny Alessandro
39	Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante la cal en la carretera Puente Ricardo Palma La Oroya	Cruzado Medina, Clever Iván
40	Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de Bagacillo (CB) para el mejoramiento de la sub rasante de la Av. Universitaria, Lima 2019	Ccanto Diaz, Ademir
41	Aplicación de mezcla de cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en la carretera 7 de agosto. Pimentel - Chiclayo – Lambayeque, 2020	Chafloque Balarezo, Jasmín del Milagro; Fernández Mego, Edwin Ronaldo
42	Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo i mas cal hidratada en vías afirmadas, para el Centro Poblado alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad, 2019	Br. Rodriguez Yupanqui, Veronika Yoselyn Br. Silva Alcantara, Jordy Kelvin
43	Estabilización de suelo arcilloso con cal para sub rasante tramo Km 03+000 al Km 04+000 de la vía Juliaca-Canchi Grande del distrito de Caracoto, provincia de San Román, departamento de Puno, 2018	Bradyan Sergio Ramos Mamani
44	Influencia Del Porcentaje De Ceniza De Bagazo De Caña De Azúcar Activada Alcalinamente Sobre La Tensión Efectiva En Suelos Susceptibles A Licuación, Trujillo 2018	Delgado López, Carol Ashlly; Mendoza Meléndez, Ivette Anamile
45	Evaluación del uso del cloruro de calcio en la estabilización de suelos en carreteras no pavimentadas en el tramo Llochegua - Pariavente Alta, Provincia de Huanta, 2013	Aguilar Nolasco, Glicerio
46	Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno’, 2017	Huancoillo Humpiri, Yunior José
47	Análisis del uso de aditivos Perma-Zyme y Cloruro Cálcico en la estabilización de la base de la carretera no pavimentada (desvío Huancané – Chupa)-Puno, 2017	Yucra Callata, Arturo; Camala Jilapa, Edwin Ivan
48	Dosificación óptima del cloruro de calcio y la melaza de caña para la estabilización de suelos en caminos vecinales no pavimentadas del distrito de Barranca 2016	Cahuana Cabanillas, Freddy Samuel
49	Comparación entre las influencias de cal hidratada y aditivo quim kd-40 para estabilización de suelos arcillosos como capa subrasante en pavimentos flexibles, Huamachuco-Cajabamba 2019	Tantaquilla Otiniano, Edson Wilmer
50	“Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del sector 14 Mollepampa de Cajamarca, 2015”	Anabelén García Gonzales

Elaboración: Propia

Análisis de estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú.

A.17	CAL	17.8	1	13	86	31.38	23.13	8.25	CL (A-6)
A.18	CBCA		22.8	53.7	23.5	19	0	0	SM
A.19	CAL		0	5	95	54	25	29	2.51 (A-6-7)
A.20	CAL	10.7	0	8.2	91.8	46.6	25.61	20.99	
A.21	CAL		8.09	23.15	68.42	33.7	20	13.7	2.62 (A-6(8))
A.22	CAL		0.17	40.13	59.73				
A.23	CAL Y CEMENTO	29.67	0	2.94	97.06	98.55	31.41	67.14	2.631 CH (A-7-6(78))
A.24	CAL								
A.25	CAL	21.92	0	11.89	88.11	79.5	30.82	48.65	CH (A-7-5)
A.26	CAL	10.61	56.95	34.37	8.68	26.37			GP
A.27	CAL					17.87	11.29	6.58	CL (A-4(4))
A.28	CAL	6.82	79.71	58.71	6.58	24.79	24.79	0	2.03 SP (A-6-7)
A.29	CAL	6.66	0	77.04	5.99	31.35	25.36	9.23	2.06 SP-SM (A-2-4(15))
A.30	CAL	6.1	24.66	6.8	0	14.2	14.2	0	2.2
A.31	CBCA	10.2	85	61	6.36	18	5.3	12.7	2.2 CL,CH (A-6)
A.32	CAL	15.67	0	13.45	86.55	40.9	20.1	20.8	2.63 CL (A-6(12), A-7-6(12))
A.33	CAL	6.78				27	24	3	2.21 GM
A.34	CAL	11.98				30	17	13	1.86 SC (A-2-6)
A.35	CAL	4.7	1	75	23.3	22	15	5	2 CL-ML-SM (A-4(4), A-2-4(0))
A.36	CAL	8.02	0	83.1	16.9	NP	NP	NP	1.9 SM (A-1-b(0))
A.37	CAL	8.12	-	-	-	-	-	-	1.9 -
A.38	CBCA	8.6	3.9	32.2	63.9	-	-	13.14	1.67 SC (A-6)
A.39	CAL	15.2	0	22.3	77.7	32	24	8	1.77 ML, CH
A.40	CBCA	13	0	0	87	-	-	15.84	1.84 CL (A-6(11))

A.41	CAL	8.5	26.8	53.1	20.1	18	15.45	4.23	2.06	SM-SC (A-1-b(0))
A.42	CAL	1.28	43.5	35.6	20.8	26.2	20.3	5.9	2.59	GM (A-1-b(0))
A.43	CAL	16.63				35.57	21.26	14.31	1.79	CL
A.44	CBCA	25.6	0	49	25	23.8	21.3	2.6		SM,CL
A.45	CAL	7.2	47.4	36.25	16.35	26.6	20.36	6.24	2.23	GM-GC (A-1-b(0))
A.46	CAL	10.45	8.9	52	39.1	23.74	11.3	12.44	2.09	SC (A-6(1))
A.47	CAL	6.22	8.9	52	39.1	21.03	14.54	6	2.23	SC (A-6(1))
A.48	CAL	5.06	30.3	26.4	14.3	21.03	14.54	6	2.23	
A.49	CAL	14.16	12.86	12.08	63.14	48.5	19.72	28.78	1.825	CL (A-7-6)
A.50	CAL	-	-	-	-	39.36	28.11	11.26	-	-

Elaboración: Propia

3.2.2 Resultados de comparación estabilización con cal para suelos CL

Tabla 6: Resultados de comparación estabilización con cal para suelos CL

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
			M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON	M. PATRON
A.01	CL (A-6)	CAL	1.340	1.950	2.100	2.050	21.000	20.000	19.000	18.000	3.700	7.500	7.800	8.200
% DE M. EST.	CL (A-6)	CAL	M. PATRON	5.000	15.000	25.000	M. PATRON	5.000	15.000	25.000	M. PATRON	5.000	15.000	25.000
A.06	CL (A-6(7))	CAL	2.296	2.291	2.391	2.168	10.130	10.700	10.400	11.280	5.000	9.500	11.500	11.400
% DE MAT. EST.	CL (A-6(7))	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000
A.07	CL (A-6(7))	CAL	1.654	1.559	1.560	1.561	24.200	25.900	26.900	28.300	2.700	11.200	10.800	10.400
% DE MAT. EST.	CL (A-6(7))	CAL	M. PATRON	10.000	15.000	25.000	M. PATRON	10.000	15.000	25.000	M. PATRON	10.000	15.000	25.000

Análisis de estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú.

A.09	CL (A-6-7)	CAL	1.650	1.620	1.570	1.600	18.300	15.400	15.600	14.900	4.850	10.350	15.710	13.100
% DE MAT. EST.	CL (A-6-7)	CAL	M. PATRON	1.000	3.000	5.000	M. PATRON	1.000	3.000	5.000	M. PATRON	1.000	3.000	5.000
A.10	CL (A-6-7(17))	CAL	1.802	1.852	1.893		14.800	15.300	15.900		6.000	31.800	43.300	
% DE MAT. EST.	CL (A-6-7(17))	CAL	M. PATRON	7.000	10.000		M. PATRON	7.000	10.000		M. PATRON	7.000	10.000	
A.11	CL (A-4-0)	CAL	1.946	1.756	1.756	1.756	13.960	15.000	15.000	15.000	22.890	10.300	12.950	12.780
% DE MAT. EST.	CL (A-4-0)	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000
A.14	CL (A-6(8))	CAL	1.850	1.870	1.890	1.880	13.400	14.600	14.000	13.600	3.300	3.800	5.900	4.100
% DE MAT. EST.	CL (A-6(8))	CAL	M. PATRON	9.000	15.000	21.000	M. PATRON	9.000	15.000	21.000	M. PATRON	9.000	15.000	21.000
A.17	CL (A-6)	CAL		1.594	1.695	1.781		15.500	14.000	13.500		30.400	40.800	50.100
% DE MAT. EST.	CL (A-6)	CAL	M. PATRON	10.000	25.000	30.000	M. PATRON	10.000	25.000	30.000	M. PATRON	10.000	25.000	30.000
A.27	CL (A-4(4))	CAL	2.100	2.150	2.260	2.080	10.170	10.800	11.600	7.900	10.000	12.560	19.950	18.300
% DE MAT. EST.	CL (A-4(4))	CAL	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000
A.32	CL (A-6(12), A-7-6(12))	CAL	2.630				15.670	16.040	14.450	13.730	7.450	7.400	10.200	12.000
% DE MAT. EST.	CL (A-6(12), A-7-6(12))	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000
A.43	CL	CAL	1.790	1.800	1.820	1.900	16.630	14.510	14.380	16.230	9.800	10.500	13.010	9.340
% DE MAT. EST.	CL	CAL	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000
A.49	CL (A-7-6)	CAL	1.825	1.832	1.823		14.160	15.000	14.990		3.700	16.910	31.110	
% DE MAT. EST.	CL (A-7-6)	CAL	M. PATRON	2.000	4.000		M. PATRON	2.000	4.000		M. PATRON	2.000	4.000	

Elaboración: Propia

3.2.3 Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos CL

Tabla 7: Resultados de comparación de estabilización con CBCA para suelos CL

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
A.01	CL (A-6)	CBCA	1.340	1.600	1.680	1.700	21.000	18.400	17.300	16.800	3.700	5.500	6.200	7.300
% DE MAT. EST.	CL (A-6)	CBCA	M. PATRON	5.000	15.000	25.000	M. PATRON	5.000	15.000	25.000	M. PATRON	5.000	15.000	25.000
A.03	CL (A-4)	CBCA	1.987	2.072	2.086	2.091	11.050	12.200	13.600	13.600	2.650			24.100
% DE MAT. EST.	CL (A-4)	CBCA	M. PATRON	5.000	10.000	15.000	M. PATRON	5.000	10.000	15.000	M. PATRON	5.000	10.000	15.000
A.05	CL (A-6(9))	CBCA	1.656	1.802	1.859	1.776	6.382	17.070	17.020	17.040	4.810	11.560	15.180	10.420
% DE MAT. EST.	CL (A-6(9))	CBCA	M. PATRON	10.000	20.000	30.000	M. PATRON	10.000	20.000	30.000	M. PATRON	10.000	20.000	30.000
A.31	CL,CH (A-6)	CBCA	2.200	1.920	2.000	2.050	10.200	12.390	13.340	13.670	6.000	5.130	6.290	17.650
% DE MAT. EST.	CL,CH (A-6)	CBCA	M. PATRON	5.000	10.000	15.000	M. PATRON	5.000	10.000	15.000	M. PATRON	5.000	10.000	15.000
A.40	CL (A-6(11))	CBCA	1.842	1.805	1.803	1.791	13.000	19.800	18.000	21.120	2.200	6.800	15.200	17.300
% DE MAT. EST.	CL (A-6(11))	CBCA	M. PATRON	10.000	15.000	20.000	M. PATRON	10.000	15.000	20.000	M. PATRON	10.000	15.000	20.000

Elaboración: Propia

3.2.4 Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos CH

Tabla 8: Resultados de comparación de estudios de estabilización con cal para suelos CH

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
A.12	CH (A-7-5(29))	CAL	1.690	1.650	1.590	1.550	16.800	20.810	20.500	22.200	2.550	7.500	11.480	10.750
% DE MAT. EST.	CH (A-7-5(29))	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000
A.23	CH (A-7-6(78))	CAL	1.355	1.322	1.291	1.280	0.310	32.200	33.200	33.400				
% DE MAT. EST.	CH (A-7-6(78))	CAL	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000
A.25	CH (A-7-5)	CAL	1.384	1.830	1.855	2.005	16.200	13.350	12.400	11.700	8.550	12.200	15.550	18.050
% DE MAT. EST.	CH (A-7-5)	CAL	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000

Elaboración: Propia

3.2.5 Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos GM

Tabla 9: Resultados de comparación de estabilización con Cal para suelos GM

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
A.33	GM	CAL	2.211	2.190	2.161	2.145	6.780	6.630	6.630	6.630	42.190	68.040	58.400	53.730
% DE MAT. EST.	GM	CAL	M. PATRON	10.000	30.000	50.000	M. PATRON	10.000	30.000	50.000	M. PATRON	10.000	30.000	50.000
A.42	GM (A-1-b(0))	CAL	2.590	2.230			1.280	7.070			66.500	82.800		

% DE MAT. EST.	GM (A-1-b(0))	CAL	M. PATRON	70.000				M. PATRON	70.000			M. PATRON	70.000		
A.45	GM-GC (A-1-b(0))	CAL		2.232	2.266	2.304	2.305		7.200	7.000	7.050	7.000			59.510
% DE MAT. EST.	GM-GC (A-1-b(0))	CAL	M. PATRON	0.500	1.000	1.500		M. PATRON	0.500	1.000	1.500	M. PATRON	0.500	1.000	1.500

Elaboración: Propia

3.2.6 Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos GP

Tabla 10: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos GP

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm3)	Contenido de humedad óptimo (%)	California Bearing Ratio (CBR) (%)
A.26	GP	CAL	2.100 2.020 2.010 1.990	7.810 9.270 9.550 9.150	7.610 8.640 8.060 7.520
% DE MAT. EST.	GP	CAL	M. PATRON 2.000 4.000 6.000	M. PATRON 2.000 4.000 6.000	M. PATRON 2.000 4.000 6.000

Elaboración: Propia

3.2.7 Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos ML

Tabla 11: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos ML

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm3)	Contenido de humedad óptimo (%)	California Bearing Ratio (CBR) (%)
A.39	ML, CH	CAL	1.773 1.783 1.793 1.804	15.200 14.100 13.200 12.900	4.200 13.300 18.200 18.900
% DE MAT. EST.	ML, CH	CAL	M. PATRON 5.500 7.500 9.500	M. PATRON 5.500 7.500 9.500	M. PATRON 5.500 7.500 9.500

Elaboración: Propia

3.2.8 Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SC

Tabla 12: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SC

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
			2.043	2.000	1.940		8.000	8.600	10.640		2.000	4.750	7.700	
A.04	SC (A-2-4)	CAL	2.043	2.000	1.940		8.000	8.600	10.640		2.000	4.750	7.700	
% DE MAT. EST.	SC (A-2-4)	CAL	M. PATRON	2.000	8.000		M. PATRON	2.000	8.000		M. PATRON	2.000	8.000	
A.34	SC (A-2-6)	CAL	1.861	1.876	1.896	1.730	11.980	14.740	16.420	17.840	5.700	19.100	27.900	26.400
% DE MAT. EST.	SC (A-2-6)	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	10.000	M. PATRON	2.000	4.000	10.000	M. PATRON	2.000	4.000	10.000
A.46	SC (A-6(1))	CAL	2.092	1.837			10.450	10.120			20.000	103.000		
% DE MAT. EST.	SC (A-6(1))	CAL	M. PATRON	5.000			M. PATRON	5.000			M. PATRON	5.000		
A.47	SC (A-6(1))	CAL	2.236	2.271	2.070	2.305	6.220	5.680	5.350	5.420	38.900	43.900	47.750	49.280
% DE MAT. EST.	SC (A-6(1))	CAL	M. PATRON	1.000	2.000	3.000	M. PATRON	1.000	2.000	3.000	M. PATRON	1.000	2.000	3.000

Elaboración: Propia

3.2.9 Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SC

Tabla 13: Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SC

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
			1.670	1.890	1.730	1.650	8.600	9.500	5.500	8.700	4.170	11.600	16.210	10.680
A.38	SC (A-6)	CBCA	1.670	1.890	1.730	1.650	8.600	9.500	5.500	8.700	4.170	11.600	16.210	10.680
% DE MAT. EST.	SC (A-6)	CBCA	M. PATRON	25.000	35.000	45.000	M. PATRON	25.000	35.000	45.000	M. PATRON	25.000	35.000	45.000

Elaboración: Propia

3.2.10 Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SM

Tabla 14: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SM

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
			2.150	2.000	4.000	6.000	8.000	2.000	4.000	6.000	8.750	17.500	33.000	52.000
A.13	SM	CAL	2.150	2.000	4.000	6.000	8.000	2.000	4.000	6.000	8.750	17.500	33.000	52.000
% DE MAT. EST.	SM	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000
A.36	SM (A-1- b(0))	CAL	1.902	1.964	2.005	2.043	8.020	9.720	11.700	13.510	9.920	10.900	15.200	16.100
% DE MAT. EST.	SM (A-1- b(0))	CAL	M. PATRON	12.000	14.000	16.000	M. PATRON	12.000	14.000	16.000	M. PATRON	12.000	14.000	16.000
A.41	SM-SC (A-1- b(0))	CAL	2.065	2.922	2.292	2.292	8.500	5.600	5.600	5.600	27.700	84.600	105.500	112.000
% DE MAT. EST.	SM-SC (A-1- b(0))	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000	M. PATRON	2.000	4.000	6.000

Elaboración: Propia

3.2.11 Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SM

Tabla 15: Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SM

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
A.02	SM	CBCA	1.311	1.300	1.312	1.311	21.700	21.100	20.500	20.300	24.500	92.500	110.000	208.000
% DE MAT. EST.	SM	CBCA	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000	M. PATRON	3.000	5.000	7.000
A.18	SM	CBCA	2.091	2.080			8.600	8.000			20.000	22.830		
% DE MAT. EST.	SM	CBCA	M. PATRON	1.000			M. PATRON	1.000	0.000	0.000	M. PATRON	1.000	0.000	0.000
A.44	SM,CL	CBCA					25.600							
% DE MAT. EST.	SM,CL	CBCA	M. PATRON	10.000	15.000	20.000	M. PATRON	10.000	15.000	20.000	M. PATRON	10.000	15.000	20.000

Elaboración: Propia

3.2.12 Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SP

Tabla 16: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos SP

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm ³)			Contenido de humedad óptimo (%)			California Bearing Ratio (CBR) (%)		
A.28	SP (A-6-7)	CAL	2.030	2.080	2.150	8.250	7.500	7.000	65.120	61.500	60.000

% DE MAT. EST.	SP (A-6-7)	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	M. PATRON	2.000	4.000	M. PATRON	2.000	4.000	
A.29	SP-SM (A-2-4(15))	CAL		2.060	3.200	3.500	6.660	6.500	6.400	68.980	69.630	68.980
% DE MAT. EST.	SP-SM (A-2-4(15))	CAL	M. PATRON	2.000	4.000	M. PATRON	2.000	4.000	M. PATRON	2.000	4.000	

Elaboración: Propia

3.2.13 Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SP

Tabla 17: Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos SP

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm3)	Contenido de humedad óptimo (%)			California Bearing Ratio (CBR) (%)							
A.08	SP (A-3)	CBCA	1.846	1.962	1.983	1.933	11.400	11.200	11.600	12.000	13.300	19.000	30.400	21.850
% DE MAT. EST.	SP (A-3)	CBCA	M. PATRON	5.000	10.000	15.000	M. PATRON	5.000	10.000	15.000	M. PATRON	5.000	10.000	15.000

Elaboración: Propia

3.2.14 Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos A-6 y sin clasificación

Tabla 18: Resultados de comparación estabilización con Cal para suelos A-6 y sin clasificación

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm3)	Contenido de humedad óptimo (%)			California Bearing Ratio (CBR) (%)							

Análisis de estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú.

A.19	(A-6-7)	CAL	1.512	1.562	1.578	1.621	21.000	28.00 0	33.00 0	35.00 0	16.280	35.400	57.240	64.040
% DE MAT. EST.	(A-6-7)	CAL	M. PATRO N	3.000	6.000	9.000	M. PATRO N	3.000	6.000	9.000	M. PATRO N	3.000	6.000	9.000
A.20		0 CAL	1.504				23.000				4.000	16.990	48.980	70.560
% DE MAT. EST.		0 CAL	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000
A.21	(A-6(8))	CAL	1.850	1.870	1.890	1.880	13.400	14.60 0	14.00 0	13.60 0	3.300	3.800	5.900	4.100
% DE MAT. EST.	(A-6(8))	CAL	M. PATRO N	9.000	15.00 0	21.00 0	M. PATRO N	9.000	15.00 0	21.00 0	M. PATRO N	9.000	15.000	21.000
A.22		0 CAL	1.605	1.610			14.867	14.60 0			11.200	20.767		
% DE MAT. EST.		0 CAL	M. PATRO N	4.000			M. PATRO N	4.000	0.000	0.000	M. PATRO N	4.000	0.000	0.000
A.24		0 CAL	1.570	1.670	1.700	1.730	26.640	23.84 0	23.90 0	22.58 0	1.980	3.990	6.040	8.680
% DE MAT. EST.		0 CAL	M. PATRO N	15.00 0	25.00 0	30.00 0	M. PATRO N	15.00 0	25.00 0	30.00 0	M. PATRO N	15.000	25.000	30.000
A.30		0 CAL	2.200	2.220	2.240	2.240	6.100	5.240	5.580	5.320	74.000	103.00 0	105.00 0	142.00 0
% DE MAT. EST.		0 CAL	M. PATRO N	1.000	2.000	3.000	M. PATRO N	1.000	2.000	3.000	M. PATRO N	1.000	2.000	3.000
A.37	-	CAL	1.902	1.104	2.616	2.413	8.120	8.710	11.79 0	14.18 0				
% DE MAT. EST.	-	CAL	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000
A.48		0 CAL	2.320	2.370	2.380	2.380	5.000	6.000	3.810	3.910	86.300	97.100	71.900	59.000

% DE MAT. EST.	0 CAL	M. PATRO N					M. PATRO N					M. PATRO N					
		1.000	4.000	6.000	1.000	4.000	6.000	1.000	4.000	6.000	1.000	4.000	6.000				
A.50	-	CAL	1.989	1.929	1.950	1.960	1.980	10.700	12.900	11.980	11.950	10.210	5.200	5.300	6.300	7.200	8.050
% DE MAT. EST.	-	CAL	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000	8.000	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000	8.000	M. PATRO N	2.000	4.000	6.000	8.000

Elaboración: Propia

3.2.15 Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos A-6 y sin clasificación

Tabla 19: Resultados de comparación estabilización con CBCA para suelos a-6 y sin clasificación

ENSAYOS / ARTICULOS	Clasificación de Suelos SUCS (AASHTO)	M. EST.	Máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm3)				Contenido de humedad óptimo (%)				California Bearing Ratio (CBR) (%)			
			1.150	1.110	0.980	0.960	39.270	38.690	54.000	47.610	76.670	62.280	83.000	99.130
A.15	-	CBCA	1.150	1.110	0.980	0.960	39.270	38.690	54.000	47.610	76.670	62.280	83.000	99.130
% DE MAT. EST.	-	CBCA	M. PATRON	5.000	10.000	15.000	M. PATRON	5.000	10.000	15.000	M. PATRON	5.000	10.000	15.000
A.16	-	CBCA	1.880	1.630	1.410	1.240	0.110	16.000	20.400	24.500	67.000	109.000	70.000	43.000
% DE MAT. EST.	-	CBCA	M. PATRON	3.000	6.000	9.000	M. PATRON	3.000	6.000	9.000	M. PATRON	3.000	6.000	9.000

Elaboración: Propia

3.3 Resultados de Evaluar el óptimo porcentaje de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en estabilización de subrasantes.

3.3.1 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos CL

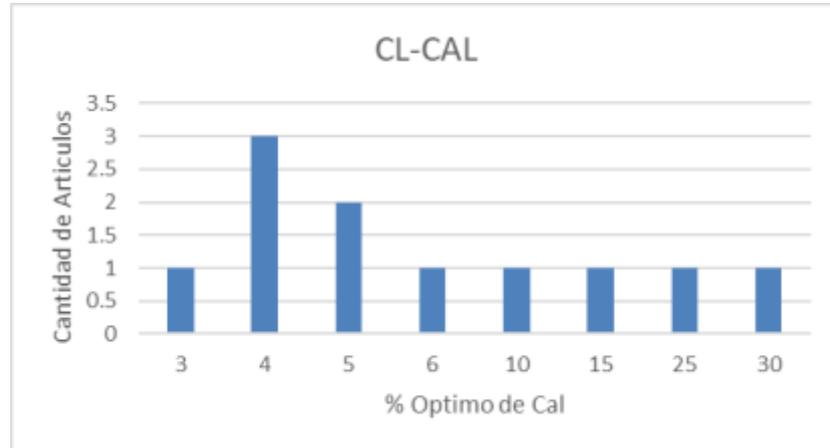


Figura 5: % óptimo de Cal para suelos CL

Elaboración: Propia

3.3.2 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos CH

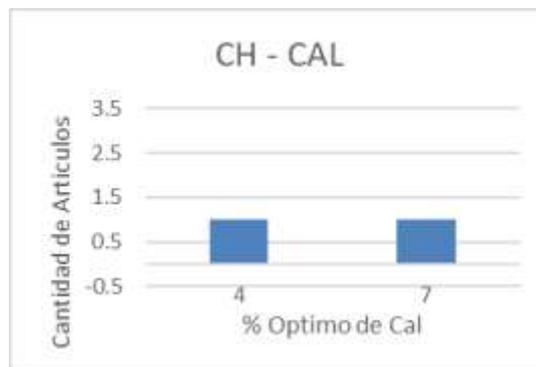


Figura 6: % óptimo de Cal para suelos CH

Elaboración: Propia

3.3.3 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos GM



Figura 7: % óptimo de Cal para suelos GM

Elaboración: Propia

3.3.4 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos GP

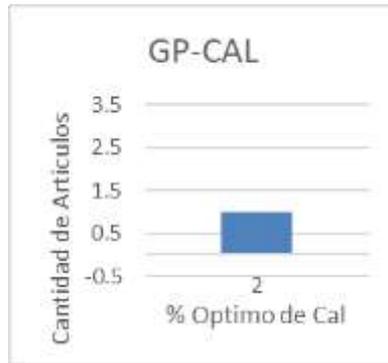


Figura 8: % óptimo de Cal para suelos GP

Elaboración: Propia

3.3.5 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos ML

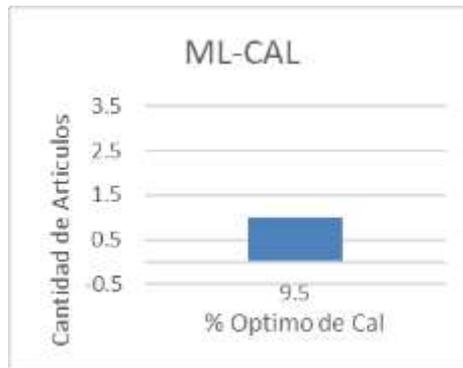


Figura 9: % óptimo de Cal para suelos ML

Elaboración: Propia

3.3.6 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos SC

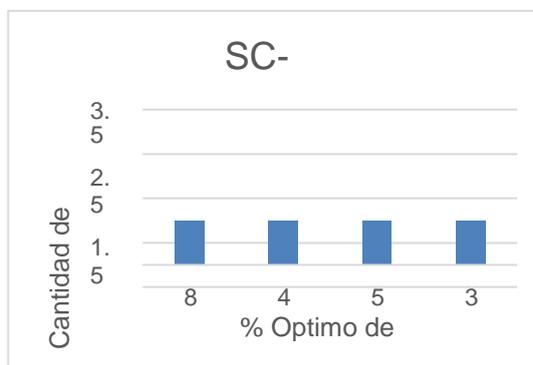


Figura 10: % óptimo de Cal para suelos SC

Elaboración: Propia

3.3.7 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos SM

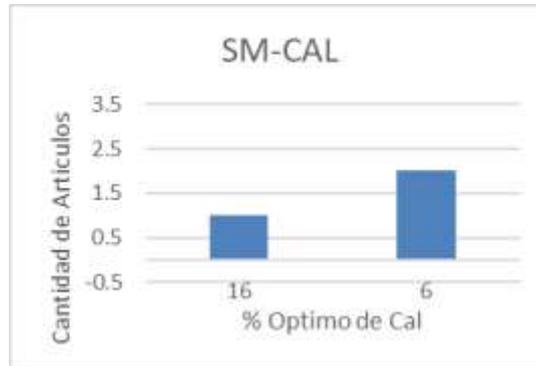


Figura 11: % óptimo de Cal para suelos SM

Elaboración: Propia

3.3.8 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos SP

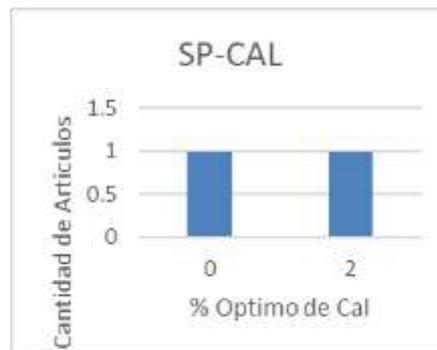


Figura 12: % óptimo de Cal para suelos SP

Elaboración: Propia

3.3.9 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos OTROS

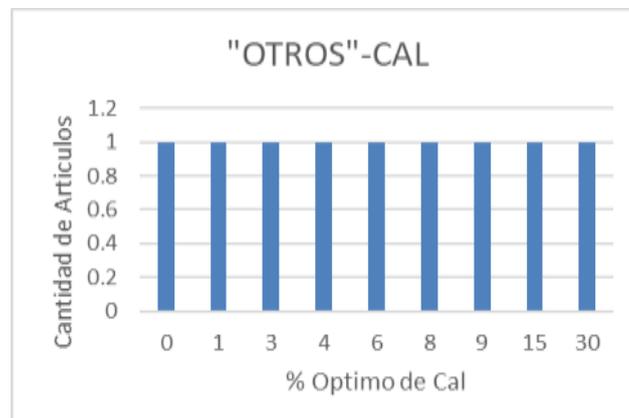


Figura 13: % óptimo de Cal para sin clasificación de suelos

Elaboración: Propia

3.3.10 Porcentajes de CBCA con mayor aumento de CBR en suelos CL

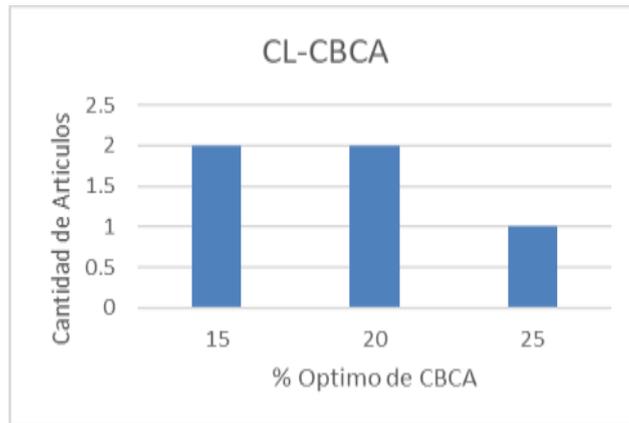


Figura 14: % óptimo de CBCA para suelos CL

Elaboración: Propia

3.3.11 Porcentajes de CBCA con mayor aumento de CBR en suelos SC

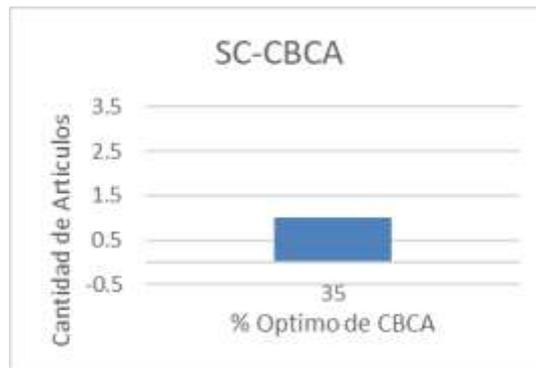


Figura 15: % óptimo de CBCA para suelos SC

Elaboración: Propia

3.3.12 Porcentajes de CBCA con mayor aumento de CBR en suelos SM



Figura 16: % óptimo de CBCA para suelos SM

Elaboración: Propia

3.3.13 Porcentajes de CBCA con mayor aumento de CBR en suelos SP

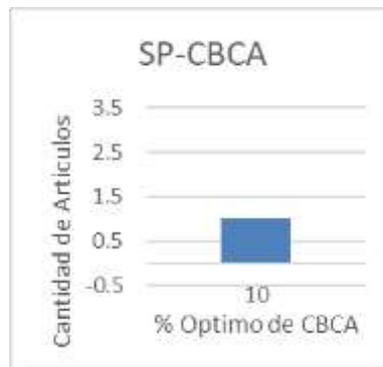


Figura 17: % óptimo de CBCA para suelos SP

Elaboración: Propia

3.3.14 Porcentajes de CBCA con mayor aumento de CBR en suelos OTROS



Figura 18: % óptimo de CBCA para suelos sin clasificación

Elaboración: Propia

3.4 Resultados del Análisis Estadístico – Descriptivo Cuantitativo de Evaluar el óptimo porcentaje de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en estabilización de subrasantes.

3.4.1 Porcentajes de Cal con mayor aumento de CBR en suelos con material estabilizante.

SUELOS - MATERIAL ESTABILIZA NTE	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL			MEDIDAS DE DISPERSION			
	MEDIA	MEDIANA	MODA	RANG O	VARIANZ A	DESVIACI ON ESTANDA R	COEFICIENTE DE VARIACION
CL - CAL	10.09	5.00	4.00	27.00	87.29	9.34	92.59
CH - CAL	5.50	5.50	N P	3.00	4.50	2.12	38.57
GM - CAL	27.17	10.00	N P	68.50	1394.08	37.3 4	137.44
GP - CAL	2.00	2.00	N P	0.00	NP	NP	NP
ML - CAL	9.50	9.50	N P	0.00	NP	NP	NP
SC - CAL	5.00	4.50	N P	5.00	4.67	2.16	43.20
SM - CAL	9.33	6.00	6.00	10.00	33.33	5.77	61.86
SP - CAL	1.00	1.00	N P	2.00	2.00	1.41	141.42
OTROS - CAL	8.44	6.00	N P	30.00	86.28	9.29	110.00

Elaboración: Propia

3.4.2 Porcentajes de CBCA con mayor aumento de CBR en suelos con material estabilizante.

SUELOS - MATERIAL ESTABILIZA NTE	MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL			MEDIDAS DE DISPERSION			
	MEDI A	MEDIAN A	MODA	RANG O	VARIANZ A	DESVIACI ON ESTANDA R	COEFICIENTE DE VARIACION
CL - CBCA	19.00	20.00	15.00	10.00	17.50	4.18	22.0 2
SC - CBCA	35.00	0.00	5.50	NP	0.00	3.00	4.50
SM - CBCA	13.50	13.50	N	13.00	84.50	9.19	68.0

			P				9
SP - CBCA	10.00	10.00	N P	0.00	NP	NP	NP
OTROS - CBCA	9.00	9.00	N P	12.00	72.00	8.49	94.2 8

Elaboración: Propia

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Respuesta a hipótesis

El análisis de estabilización de subrasantes con la adición de cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar de diferentes porcentajes de cal como 3%, 4%, 8%, 10%, 15%, 20%, 25%, 50%, 70% y ceniza de bagazo de caña de azúcar de 1%, 3%, 5%, 10%, 15%, 25% resultados analizados en las tesis de investigación; evaluando los diferentes porcentajes de adición tanto de cal se obtuvo el porcentaje óptimo de 4% para suelos CL hay tres investigaciones, 4% Y 7% para suelos CH hay una sola investigación, 10%, 70% y 1.5% para suelos GM hay una investigación, 2% para suelos GP cuenta con dos investigaciones, 9.5% para suelos ML cuenta con una investigación, 3%, 4%, 5% y 8% para suelos SC con dos investigaciones, 6% para suelos SM con dos investigaciones, 2% para suelos SP con una investigación y evaluando los diferentes porcentajes de adición tanto de ceniza de bagazo de caña de azúcar se obtuvo el porcentaje óptimo de 15% y 20% para suelos CL con dos investigaciones, 35% para suelos SC con una investigación, 7% y 20% para suelos SM con una investigación, 10% para suelos SP con una investigación, 3% y 15% para otros suelos; por lo cual estos porcentajes de aditivos son los adecuados y óptimos para mejorar las propiedades de la capacidad portante. Además, los demás porcentajes de adición de cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar cumplen regularmente en mejorar completamente la capacidad portante del suelo (CBR); por lo tanto, se acepta la hipótesis planteada en el inicio de esta presente investigación mediante el método de análisis de datos usando la estadística descriptiva.

Interpretación de resultados

En la tabla N° 6, se observa las 50 investigaciones de mayor importancia para una buena investigación del uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en la estabilización de subrasantes, se seleccionaron los resultados de acuerdo con el manual de carreteras: diseño geométrico (MTC) DG-2018, en el cual nos permite ver los lineamientos en cuanto a lo que es la caracterización de suelos.

En la tabla N° 7, se observa las principales propiedades físicas de los suelos estudiados de acuerdo a la norma, las cuales son importantes para la elaboración de la estabilización de subrasantes. Los resultados obtenidos de la caracterización de los resultados fueron evaluados según los rangos que establece la NTP y así verificar si cumple con la calidad para ser considerado como suelo de acuerdo con la clasificación por SUCS Y AASHTO. En la presente tabla N° 7, se muestra los resultados de los ensayos de la muestra patrón en los diferentes artículos analizados donde se muestra el porcentaje retenido de la malla 2” -N° 4 donde el material analizado es grava, N° 4 – 200 donde el material analizado es arena y el retenido de la malla N° 200 donde el material analizado es los finos; para el análisis granulométrico de acuerdo con la norma que cumple.

El análisis granulométrico es una de las propiedades más importantes de los agregados, mostrándonos la graduación y los diferentes tamaños de las partículas que presenta la muestra, teniendo en cuenta que, si todas las partículas tuvieran un mismo tamaño, no habría un correcto acomodo entre granos ocasionando un aumento de la porosidad en y decadencia de la resistencia a compresión.

En la tabla N° 8, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de suelos CL. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra

la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 5, se observa los resultados de los porcentajes de adición de cal para suelo CL; el cual el gráfico muestra que el 3%, 6%, 10%, 15%, 25%, 30% de adición de cal es regular para la estabilización, el 5% de adición de cal es más viable para estabilizar y 4% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos CL porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 9, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de suelos CH. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 6, se observa los resultados de los porcentajes de adición de cal para suelo CH; el cual el gráfico muestra que el 4% y 7% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos CH porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 10, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de suelos GM. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo

natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 7, se observa los resultados de los personajes de adición de cal para suelo GM; el cual el grafico muestra que el 10%, 15% y 70% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos GM porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 11, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de suelos GP. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 8, se observa los resultados de los personajes de adición de cal para suelo GP; el cual el grafico muestra que el 2% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos GP porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 12, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de suelos ML. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 9, se observa los resultados de los personajes de adición de cal para suelo ML; el cual el grafico muestra que el 9.5% es el porcentaje optimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos ML porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 13, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de suelos SC. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm³), contenido de humedad optimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 10, se observa los resultados de los personajes de adición de cal para suelo SC; el cual el grafico muestra que el 3%, 4%, 5% y 8% es el porcentaje optimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos SC porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 14, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de suelos SM. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm³), contenido de humedad optimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 11, se observa los resultados de los personajes de adición de cal para suelo SM; el cual el grafico muestra que el 16% de adición de cal es más viable para estabilizar y 6% es el porcentaje optimo o requerido para la estabilización de las

subrasantes en el Perú para suelos SM porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos. En la tabla N° 15, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de suelos SP. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 12, se observa los resultados de los personajes de adición de cal para suelo SP; el cual el grafico muestra que el 2% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos SP porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 16, se observa los resultados de los ensayos con adición de Cal para estabilización de OTROS suelos. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de Cal en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Berning Ratio (CBR %).

En la figura N° 13, se observa los resultados de los personajes de adición de cal para OTROS suelos; el cual el grafico muestra que el 1%, 3%, 4%, 6%, 8%, 9%, 15% y 30% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para OTROS suelos porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 17, se observa los resultados de los ensayos con adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para estabilización de suelos CL. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de CBCA en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm³), contenido de humedad óptimo (%) y California Bearing Ratio (CBR %).

En la figura N° 14, se observa los resultados de los personajes de adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para suelo CL; el cual el grafico muestra que el 25% de adición de cal es más viable para estabilizar y 15%, 20% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos CL porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 18, se observa los resultados de los ensayos con adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para estabilización de suelos SC. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de CBCA en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm³), contenido de humedad óptimo (%) y California Bearing Ratio (CBR %).

En la figura N° 15, se observa los resultados de los personajes de adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para suelo SC; el cual el grafico muestra que el 35% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos SC porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 19, se observa los resultados de los ensayos con adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para estabilización de suelos SM. En la presente tabla se

muestra los resultados de los ensayos con adición de CBCA en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Bearing Ratio (CBR %).

En la figura N° 16, se observa los resultados de los personajes de adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para suelo SM; el cual el gráfico muestra que el 7%, 20% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos SM porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 20, se observa los resultados de los ensayos con adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para estabilización de suelos SP. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de CBCA en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Bearing Ratio (CBR %).

En la figura N° 17, se observa los resultados de los personajes de adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para suelo SP; el cual el gráfico muestra que el 10% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para suelos SP porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

En la tabla N° 21, se observa los resultados de los ensayos con adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para estabilización de OTROS suelos. En la presente tabla se muestra los resultados de los ensayos con adición de CBCA en los diferentes artículos analizados donde se muestra la clasificación de suelos por SUCS Y

AASHTO, la máxima densidad del suelo natural y compuesta (gr/cm^3), contenido de humedad óptimo (%) y California Bearing Ratio (CBR %).

En la figura N° 18, se observa los resultados de los personajes de adición de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar para OTROS suelos; el cual el gráfico muestra que el 3%, 15% es el porcentaje óptimo o requerido para la estabilización de las subrasantes en el Perú para OTROS suelos porque según el análisis de las diferentes investigaciones se analizó que este último es el más adecuado para estabilizar suelos.

Comparación de resultados con antecedentes

(Elizondo, Navas, & Sibaja, 2010) en su artículo titulado “Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes”. En donde nos presentan un suelo de clasificación SUCS MH y AASHTO A-7-5, en donde se usa el método de diseño del cuerpo de ingenieros, en donde se usa cal como material estabilizador en 11%, 13% y 15%, en este estudio nos muestra que mediante en porcentaje de cal aumenta su resistencia también lo hace. En la tabla 9, 10 y 14 de muestra que la cal empleada a diferentes tipos de suelo como CL, SM, SC, influye de manera positiva en su mejora de capacidad de soporte, lo cual muestra que es un excelente material estabilizador y que el porcentaje de adición óptimo está entre 4% a 15 %, así mismo en la tabla N° 11 y 15 se muestra que el uso de CBCA también influye de manera significativa en la estabilización de suelos, donde nos muestran que el porcentaje óptimo está entre 3% a 25 %. Lo cual nos muestra que tanto la cal y la CBCA son un excelente material para estabilizar subrasantes, permitiendo incrementar su CBR.

(Ojeda, Mendoza, & Baltazar, 2018) en su artículo denominado “Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y

resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante” emplean un suelo fino no plástico (SM), en donde utilizan Cemento Portland Compuesto (CPC) y Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como material estabilizador, el material usado es de 3%, 5% y 7 %, en diferentes muestras donde, usan el 100% de CPC, 75 CBC y 25 CBCA, 50% de CBC y 50 % de CBCA y 100 % de CBCA, obteniendo como resultados con el 100 % de CPC un CBR de 208 cuando se le agrega el 7 % de material estabilizador, al usar 75 % y 25% un CBR de 137 al agregar 7 % de material estabilizador, cuando se usa el 50% de cada material se obtiene un CBR de 142 cuando se usa 3 % de material estabilizador y cuando se usa el 100 % de CBCA se obtiene un CBR de 49 cuando se emplea el 5 % de material estabilizador, la muestra patrón obtuvo un CBR de 24.50 %, los estudios encontrados en esta tesis en donde emplean el mismo tipo de suelo pero diferente material estabilizador (CAL y CBCA), cuando se usó cal se obtuvo un CBR de 145 % cuando se adiciono 8 % de material estabilizador, sobre el 8.75 % de la muestra patrón (Tabla N° 15) en cambio en el estudio donde se empleó CBCA para este tipo de suelo se adiciono 1 % de material estabilizador obteniendo 22.83% de CBR, sobre el 20.00 % de la muestra patrón (Tabla N° 8 y 15). Al comparar la influencia del material empleado en la resistencia del suelo podemos observar que en nuestro Antecedente existe una variación de cuando se usa 7% de cemento aumenta 183.5 de CBR y cuando se usa 5% de CBCA aumenta 24.5 su valor, pero en nuestro estudio tenemos que cuando se usa en 8% de cal aumenta 136.25 de CBR y cuando se emplea 1% CBCA aumenta 2.83% de CBR, se puede observar que al emplear los diferentes materiales estabilizantes aumentan el valor de CBR significativamente y en algunos presenta una pequeña variación, esto se debe a que aunque el tipo de suelo sea el mismo, cada

uno tiene diferentes propiedades como es los límites de Atterberg, pues algunos presentan IP bajo y otros no presentan.

(Ruano, 2012) en su tesis titulada “Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva” muestra que al añadir el 10 % de arena de sílice a un suelo tipo CL con un IP de 23.13 %, se obtiene 54.5 de valor de CBR sobre el de la muestra patrón de 9.5 y al añadir el 10 % de arena azul el valor CBR es de 60.50. En nuestros estudios en la Tabla N° 14 muestran que para un tipo de suelo CL y un IP de 29 % usando 9% de Cal se logra obtener un CBR de 64.04 aumentado 47.76. Así mismo en la Tabla N° 12 Artículo 6 podemos observar que para el mismo tipo de suelo con un IP de 19.10% al añadir el 3% de Cal se incrementa a 15.71 % de CBR de la muestra patrón de 4.85%, se puede observar que en ambos estudios los materiales estabilizantes logran aumentar la capacidad de soporte del suelo, ya que de una subrasante mala o regular pasa a ser regular, buena y en casos muy buena, que puede ser usada para subbase y base.

(Altamirano & Díaz, 2015) en su tesis titulada “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”, se emplea 3,6,9 y 12 porciento de material estabilizador para un suelo A-7-6, en donde su IP es de 29% y su CBR patrón es de 16.28, en donde al usar el 9 % se obtiene la mayor capacidad de soporte del suelo (CBR = 64.04), En nuestros estudios en la Tabla N° 12 Artículo 6 podemos observar que para el mismo tipo de suelo con un IP de 19.10% al añadir el 3% de Cal se incrementa a 15.71 % de CBR de la muestra patrón de 4.85%. Podemos observar cómo al añadir un cierto porcentaje de cal el CBR de la subrasante de ser regular pasa a ser buena hasta para una base y

muy buena para una subrasante, asimismo de una subrasante mala para a ser una subrasante regular o buena, lo cual nos hacer ver que al emplear un material estabilizante se puede transformar un suelo que no sirve para subrasante a una subrasante de CBR regular.

(Delgado & Mendoza, s.f.) en su tesis titulada “Influencia del porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar activada alcalinamente sobre la tensión efectiva en suelos susceptibles a licuación”, en este estudio se utilizó el 10%, 15% y 20 % de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar, en donde se determinó que al agregar el 15% de material estabilizador la resistencia a la compresión triaxial aumento de 1300 KPa a 1851 KPa, en los artículos y tesis revisados en el presente estudio podemos observar que en la mayoría de estudios que usan CBCA como material estabilizador difieren que el porcentaje óptimo de adición es de 15 % de CBCA. La ceniza de bagazo de caña de azúcar y la cal son materiales que sirven para la estabilización de subrasantes, reducir la licuación de suelos, haciendo que una subrasante mala o muy mala sea regular o muy buena.

(Bonilla Ramírez, Jiménez Ramos, & Paramo García, 2019) en su tesis titulada “Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA)”, se usa cantidades de 3, 5 y 7 por ciento de material estabilizador, en donde se emplea Cemento y CBCA en relación 100 % de cemento y 0 de CBCA, 75 % de Cemento y 25 de CBCA, 50 % de cada uno y 25 de Cemento y 75 de CBCA, obteniendo que cuando se usa el 100 % de cemento en el suelo tipo SP-SM de CBR de la muestra

patrón de 25.2 , incrementa a 811.9 % de CBR cuando se añade 5 % del material estabilizador, cuando el material estabilizador está conformado por 50% de Cemento y CBCA alcanza 722.5 de CBR al añadir 7 % de M. Estabilizador, en todos los ensayos donde usa cemento y CBCA el valor de CBR máximo se alcanza cuando se le agrega 7 % , los cuales sobrepasan un CBR de 600. En nuestro estudio en la tabla N° 16 se muestra que se tiene un suelo con CBR de 67 y al agregar el 3 % de CBCA aumenta a 109 % de CBR, por lo que podemos observar que si a este material lo combinamos con otro tipo de material estabilizador la resistencia del suelo aumenta en gran cantidad, y pueda usar tanto como para subrasante, base y subbase.

Limitaciones y aporte del estudio

En las limitaciones de la presente investigación se dio que algunas fuentes de información no se tuvo acceso al contenido de las tesis y artículos; así mismo, se encontraron investigaciones fuera del rango de tiempo que se considera para esta presente investigación. Esta investigación aporta para mejorar la capacidad portante del suelo con la adición optima de cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar en las subrasantes para pavimentos flexibles. La presente investigación ayuda a que otros investigadores tengan los conocimientos y criterios necesarios para realizar los diferentes ensayos para la estabilización de las subrasantes ya que se muestra los porcentajes correctos, analizados y aprobados por los profesionales encargados de los diferentes laboratorios.

Ubicar los resultados dentro de la unidad de estudio

La capacidad portante del suelo en el Perú de acuerdo a las investigaciones realizadas en los últimos 10 años se halló que las subrasantes presentan fallas para el pavimento

flexible en el cual varios investigadores han realizado ensayos en laboratorio con adición de diferentes porcentajes de cal como 3%, 4%, 8%, 10%, 15%, 20%, 25%, 70% y ceniza de bagazo de caña de azúcar de 1%, 3%, 5%, 10%, 15%, 25%, 35% en los cuales han obtenido varios resultados positivos para mejorar las subrasantes aplicándose de acuerdo a las normas. Los porcentajes óptimos encontrados por los investigadores son de 4% y 6% en cal y 15% y 20% en ceniza de bagazo de caña de azúcar para mejorar la estabilización de las subrasantes en el Perú para el correcto diseño del pavimento flexible tomando en cuenta el manual de carreteras: Diseño Geométrico (MTC 2018).

Resumen o conclusión de los hallazgos encontrados

En cuanto a la búsqueda de información en las diferentes fuentes confiables para nuestra unidad de estudio se obtuvo 50 tesis de investigación que cumplían con los criterios de la presente investigación para el análisis de resultados. Así mismo, se analizaron dichos resultados con la adición de diferentes porcentajes de cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar para la estabilización de las subrasantes para el adecuado diseño de un pavimento; se obtuvo el porcentaje óptimo de cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar con el cual la presente hipótesis planteada si cumple con la presente investigación.

4.2 Conclusiones

Se analizó la estabilización de subrasantes con el uso de Ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal tenido como % óptimo de adición más concurrente 4 y 6% de cal y 15 y 20% en CBCA para un suelo clasificado por SUCS tipo CL.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de estudios realizados sobre la estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal obteniendo 38 estudios (entre tesis y artículos) que usan cal, 11 estudios (entre tesis y artículos) CBCA y 1 artículo cal y CBCA como material estabilizador.

Se comparó los resultados relacionados con la estabilización de subrasantes con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal, en donde se observó que los 2 materiales logran mejorar las subrasantes convirtiéndolas de muy malas a regulares y buenas, también se puede identificar que los porcentajes de material estabilizador son diferentes, cuando se usa cal el porcentaje óptimo está entre el 4 y 6% mientras que cuando se usa CBCA está rondando el 15 y 20%.

Se evaluó el óptimo porcentaje de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en estabilización de subrasantes, siendo para un suelo CL el porcentaje óptimo en la mayoría de estudios que usan cal es de 4 y 6% y en CBCA 15 y 20%.

4.3 Recomendaciones

Luego de haber concluido la presente investigación, se pueden realizar algunas recomendaciones:

Se recomienda al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) a realizar un estudio completo en cuanto a la metodología SUCS, AASHTO y la Norma CE.010, debido a que en su metodología tienen parámetros importantes para mejorar la capacidad portante del suelo para un pavimento flexible en La Libertad.

Se les recomienda a Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) adicionarle cal y ceniza de bagazo de caña de azúcar al afirmado porque mejora la calidad del material y así cumpla con los parámetros de la norma CE.010 pavimentos urbanos.

Se les recomienda a los profesionales de la infraestructura vial a tener en cuenta la estabilización de las subrasantes para un correcto diseño de los pavimentos.

Se les recomienda a los egresados y estudiantes de Ingeniería Civil a profundizar con la investigación en la estabilización de subrasantes de una manera experimental para la obtención de resultados concretos.

REFERENCIAS

- Altamirano, G., & Díaz, A. (2015). Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. Managua. Obtenido de <http://repositorio.unan.edu.ni/6456/1/51667.pdf>
- AQUINO, M. (2018). Bases teóricas para la estabilización de suelos con ceniza de bagazo de caña de azúcar para su uso en subrasantes en el distrito de Laredo, Trujillo-La Libertad, 2018. Trujillo: UPT. Obtenido de <http://181.176.219.234/bitstream/handle/UPRIT/93/Aquino%20Mendoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Araujo, H. (2018). Bases teóricas para realizar la investigación influencia de la soda caustica en la estabilización de suelos en la zona de Huanchaco-Trujillo 2018. Trujillo. Obtenido de <http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/145/Araujo%20Rodr%C3%ADguez%20Horario%20TI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonilla Ramírez, J. F., Jiménez Ramos, A. F., & Paramo García, F. (2019). Estudio del comportamiento de las condiciones mecánicas del material granular tipo afirmado con adición de cemento portland y ceniza de bagazo de caña (CBCA). Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/16273/1/2019_Paramo_Estudio_Comportamiento.pdf
- Camacho, J., Reyes, O., Mayorga, C., & Méndez, D. (2006). Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas. Redalyc. doi: <https://doi.org/10.18359/rcin.1232>
- Carranza, A., & Fernández, D. (2018). Aplicación de los aditivos Proes y Conaid para mejorar la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía de acceso al C. Barraza, LAREDO, LA LIBERTAD-2018. Trujillo: Repositorio UPN.
- Castillo Parra, B. F. (2017). Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. Cuenca, Ecuador: Repositorio UC.
- Castillo, B. (2017). Estabilización de Suelos Arcillosos de Macas con Valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras. Ecuador: Repositorio UC.
- CE.020 Suelos y Taludes. (s.f.). CE.020 Suelos y Taludes. Obtenido de <http://ww3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20II%20Habilitaciones%20Urbanas/15%20CE.020%20SUELOS%20Y%20TALUDES%20DS%20N%C2%B0%20017-2012.pdf>
- Delgado, C., & Mendoza, I. (s.f.). "Influencia del porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar activada alcalinamente sobre la tensión efectiva en suelos susceptibles a licuación". Trujillo. Recuperado el 17 de noviembre de 2019, de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10122/Delgado%20L%20c3%b3pez%20c%20Carol%20Ashlly%3b%20Mendoza%20Mel%20c3%a9ndez%20c%20Ivette%20Anamile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Duarte, M., & Sierra, V. (2011). Estudio del comportamiento de un material de subrasante. Bogotá. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7505/tesis601.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Elizondo, F., Navas, A., & Sibaja, D. (2010). Efectos de la cal en la estabilización de subrasantes. Universidad de Costa Rica. Obtenido de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/7268/6945>
- García, A. (2015). Determinación de la resistencia de la subrasante incorporando cal estructural en el suelo limo arcilloso del Sector 14 Mollepampa De Cajamarca. Cajamarca: Repositorio UPN.
- Gómez, S. (2014). Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del Óvalo Grau – Trujillo - La Libertad. Trujillo: Repositorio UPAO.
- Gutiérrez, C. (2010). Estabilización química de carreteras no pavimentadas en el Perú y ventajas comparativas del cloruro de magnesio (bischofita) frente al cloruro de calcio. Lima: Repositorio URP.
- Hernández, U. (2011). Comportamiento mecánico y físico del mortero a base de CBCA como árido en aplanado de muros. Tesis, Universidad de Veracruz, Ingeniería. Obtenido de <https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/30602/HdzJaen.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hueso Maldonado, H. M., & Orellana Martínez, A. C. (2009). “Guía básica para estabilización de suelos con cal en caminos de baja intensidad vehicular en el salvador. San salvador: repositorio universidad de el salvador. Obtenido de http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2138/1/Gu%C3%ADa_b%C3%A1sica_para_estabilizaci%C3%B3n_de_suelos_de_cal_en_caminos_de_baja_intensidad_vehicular_en_El_Salvador.pdf
- Jiménez Iriate, M. A., & Torres Pertuz, F. A. (s.f.). Análisis sistemático de literatura – análisis de un concreto convencional. Santa Marta: Repositorio Universidad Cooperativa de Colombia. Obtenido de https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17819/3/2020_analisis_concreto_convencional.pdf
- Juárez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). Mecánica de suelos - Fundamentos de la Mecánica de Suelos. México: Editorial Limusa. Obtenido de https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf
- Junco, J. (2011). Aditivo químico obtenido de sales cuaternarias empleado para la estabilización de suelos. Dialnet. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3711821>
- León, P. (2013). Estabilización de suelos mediante el químico gt-24x en suelos de subrasante de la ciudad de concepción. Obtenido de http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2338/1/Fuentes_Crisostomo_Felipe_Andres.pdf
- Lime, A. (2004). Estabilización y modificación con cal. Perú: National.
- Nesterenko, D. (2018). Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú. Universidad De Piura, Lima. Obtenido de https://pirhua.udpe.edu.pe/bitstream/handle/11042/3474/MAS_ICIV-L_043.pdf?sequence=2&isAllowed=y

- Ojeda, Mendoza, & Baltazar. (2018). Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y Resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante. Alconpat. doi: <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>
- Ruano, D. (2012). Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_3447_C.pdf
- Santa Cruz, D. (2018). Zonificación de la capacidad portante del suelo de la localidad de Soritor del distrito de Soritor – provincia de Moyobamba – región San Martín. Tarapoto: repositorio UNSM. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2928/CIVIL%20-%20Tesis%20Dennis%20Santa%20Cruz%20Perales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO 1: Ficha resumen en blanco

TITULOS							
AUTOR							
MATERIAL							
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"					
		Arenas N°200 < Ø < N°4					
		Finos Ø < N°200					
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD			
DENSIDAD ESPECIFICA							
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS					
		AASHTO					
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES			
		PATRON					
		1					
		2					
		3					
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	0%	0%	0%	0%
		PATRON					
		1					
		2					
		3					
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES			
		PATRON					
		1					
		2					
		3					
Porcentaje de expansión del suelo natural y compuesto		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES			
		0					
		1					
		2					
		3					

Análisis de estabilización de subrasantes con el uso de
ceniza de barzo de caña de azúcar y cal en el Perú.

Gerardo Sandoval V.
C.I.F. 126049

ANEXO 2: Matriz para evaluación de experto

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Análisis de la estabilización de subrasantes con el uso de Ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú, 2021			
Línea de investigación:	Estudios y desarrollo de nuevas Tecnologías constructivas y materiales construcción			
Apellidos y nombres del experto:	Sagastegui Vásquez, German			
El instrumento de medición pertenece a la variable:				
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	x		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	x		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	x		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	x		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	x		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	x		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	x		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	x		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	x		
Sugerencias:				
Firma del experto:				
				

Tabla 20: Anexo 3, Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA					
Título: influencia del porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en la estabilización de subrasantes en la libertad 2019					
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>¿Cuál es el análisis de estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú, 2021?</p> <p>En el Perú existen gran cantidad de carreteras, muchas de ellas sin pavimentar, así mismo existen diferentes tipos de subrasantes con suelos de baja capacidad portante, lo que genera un problema para la construcción de carreteras en el país.</p>	<p>Objetivo general: Realizar el análisis de la estabilización de subrasantes con el uso de Ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en Perú, 2021.</p> <p>Objetivos específicos: OE1: Realizar una búsqueda exhaustiva de estudios realizados sobre la estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal. OE2: Comparar los resultados relacionados con la estabilización de subrasantes con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal. OE3: Evaluar el óptimo porcentaje de adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en estabilización de subrasantes.</p>	<p>(Elizondo, Navas, & Sibaja, 2010) es su artículo titulado “Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes”. (Ojeda, Mendoza, & Baltazar, 2018), en su tesis titulada “Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y Resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante”. (Ruano, 2012), en su tesis titulada “Estabilización De Suelos Cohesivos Por Medio De Arenas Volcánicas Y Cal Viva”. (Altamirano & Díaz, 2015), en su tesis titulada “Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas”. (Delgado & Mendoza, s.f.), en su tesis titulada “Influencia del porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar activada alcalinamente sobre la tensión efectiva en suelos susceptibles a licuación”. (Camacho, Reyes, Mayorga, & Méndez, 2006) en su artículo titulado “Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas”.</p>	<p>El análisis de la estabilización de subrasantes con ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal nos permitirá encontrar los porcentajes óptimos para la estabilización de subrasantes en el Perú, 2021.</p>	<p>Variables</p> <p>Estabilización de suelos: La estabilización de suelos se define como el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. (Ministerio de Transportes, 2018).</p>	<p>Tipo de investigación: Propósito: Aplicada Por el diseño: no experimental transversal Diseño de Investigación: no experimental transversal, descriptiva. Unidad de Estudio: Artículos relacionados con la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal. Población: Todos los artículos, tesis relacionados con la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú 2021. Muestra: Muestreo no probabilístico por juicio de experto. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos: Para recolectar los datos, se utilizará: Análisis Documental</p>

ANEXO 4: ARTICULO 1

TITULOS		Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal					
AUTOR		-Landa Alarcon, Jacques Yitzhak -Torres Montesinos, Sergio Feliciano			LIMA	2019	
MATERIAL		CAL CBC A					
CONTENIDO DE HUMEDAD							
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"				0.00%	
		Arenas N°200 < Ø < N°4				33.40 %	
		Finos Ø < N°200				66.60%	
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
		36.71 %		22.10 %		14.61 %	
DENSIDAD ESPECIFICA							
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS		Arcilla de Baja Plasticidad		CL	
		AASHTO		A-6			
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES			
				100%	75%	50%	0%
				0%	25%	50%	100%
		PATRON	0	1.34	1.34	1.34	1.34
		1	5	1.95	2.19	2.07	1.60
		2	15	2.10	2.20	2.10	1.68
		3	25	2.05	2.22	2.12	1.70
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES			
				100%	75%	50%	0%
				0%	25%	50%	100%
		PATRON	0	21.00	21.00	21.00	21.00
		1	5	20.00	20.10	19.80	18.40
		2	15	19.00	20.10	19.00	17.30
		3	25	18.00	19.50	18.95	16.80
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES			
				100%	75%	50%	0%
				0%	25%	50%	100%
		PATRON	0	3.70	3.70	3.70	3.70
		1	5	7.50	8.10	7.80	5.50
		2	15	7.80	8.40	8.10	6.20
		3	25	8.20	8.70	8.50	7.30
Porcentaje de expansión del suelo natural y compuesto		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES			
				100%	75%	50%	0%
				0%	25%	50%	100%
		0	0	5.9	5.9	5.9	5.9
		1	5	4.70	3.20	4.90	3.90
		2	15	4.40	3.20	4.90	3.60
3	25	4.10	2.90	4.70	3.20		

Figura 20: Información recopilada del Artículo 1

Elaboración: Propia

ANEXO 5: ARTICULO 2

TITULOS	Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante						
AUTOR	O. Ojeda-Farías, J.M. Mendoza-Rangel, M.A. Baltazar-Zamora				MEXICO	2018	
MATERIAL	CPC (Cemento Portland Compuesto) CBCA						
CONTENIDO DE HUMEDAD	22.38 %						
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"				10.50 %		
	Arenas N°200 < Ø < N°4				68.80 %		
	Finos Ø < N°200				20.70%		
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD		
	31.20 %		N/P		N/P		
DENSIDAD ESPECIFICA	2						
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.				SM	
	AASHTO						
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTA JES				
			100%	75%	50%	0%	
				0%	25%	50%	100%
	PATRON	0	1.311	1.311	1.311	1.311	
	1	3	1.300	1.348	1.345	1.328	
	2	5	1.312	1.327	1.290	1.316	
3	7	1.311	1.345	1.263	1.303		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTA JES				
			100%	75%	50%	0%	
			0%	25%	50%	100%	
	PATRON	0	21.70	21.70	21.70	21.70	
	1	3	21.10	22.20	22.000	21.50	
	2	5	20.50	22.10	22.600	21.30	
3	7	20.30	21.60	21.200	21.50		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTA JES				
			100%	75%	50%	0%	
			0%	25%	50%	100%	
	PATRON	0	24.50	24.50	24.50	24.50	
	1	3	92.50	95.00	142.000	34.00	
	2	5	110.00	107.00	83.000	49.00	
3	7	208.00	137.00	70.000	47.00		
Efectos en la resistencia a la compresión simple (kg/m2)	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTA JES				
			100%	75%	50%	0%	
			0%	25%	50%	100%	
	0	0					
	1	3	9.89	10.29	5.440	2.26	

2	5	12.78	14.25	13.260	1.50
3	7	30.85	29.19	19.690	0.00

Figura 21: Información recopilada del Artículo 2

Elaboración: Propia

ANEXO 6: ARTICULO 3-CALICATA 1

TITUL		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL SECTOR BARRAZA, TRUJILLO –		
AUTOR	Terrones Cruz, Andrea Thatiana			TRUJILLO 2018
MATERIAL			CBC	
CONTENIDO DE HUMEDAD			A	0.10%
			26.65	35.31%
			%	64.59%
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2" Arenas N°200 < Ø < N°4 Finos Ø < N°200			
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD
	26.30%	16.75%		9.55%
DENSIDAD ESPECIFICA		2.73		
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS AASHTO	Arcilla de Baja Plasticidad A-4		CL
		PORCENTAJES		
	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	100%	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm ³)	PATRON	0	1.987	
	1	5	2.072	
	2	10	2.086	
	3	15	2.091	
			PORCENTAJES	
	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	100%	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	PATRON	0	11.050	
	1	5	12.200	
	2	10	13.600	
	3	15	13.800	
			PORCENTAJES	
	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	100%	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	PATRON	0	2.650	
	1	5		
	2	10		
	3	15	24.100	
			PORCENTAJES	
	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	0%	
Efectos en la resistencia a la compresión simple (kg/m ²)	0	0		
	1	0	0.33	
			7	
	2	0	0.78	
			5	
			1.50	
			7	

Figura 22: Información recopilada del Artículo 3, Calicata

ANEXO 6: ARTICULO 3-CALICATA 1

ANEXO 7: ARTICULO 3-CALICATA 3

TITULOS		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL SECTOR BARRAZA, TRUJILLO – 2018. - "CALICATA 3"		
AUTOR		Terrones Cruz, Andrea Thatiana	TRUJILLO	2018
MATERIAL		CBCA		
CONTENIDO DE HUMEDAD		28.21 %		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%
		Arenas N°200 < Ø < N°4		15.03 %
		Finos Ø < N°200		84.97 %
LÍMITES DE ATENBETG		LÍMITE LÍQUIDO		ÍNDICE DE PLASTICIDAD
		32.97 %		14.18 %
DENSIDAD ESPECÍFICA		2.74		
CLASIFICACIÓN DE SUELO		SUCS	Arcilla de Baja Plasticidad	
		AASHTO	A-6	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm ³)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES
				100%
		PATRÓN	0	1.940
		1	5	2.029
		2	10	2.061
3	15	2.088		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES
				100%
		PATRÓN	0	12.600
		1	5	13.800
		2	10	14.100
3	15	15.700		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES
				100%
		PATRÓN	0	3.050
		1	5	
		2	10	
3	15	23.500		

Figura 23: Información recopilada del Artículo 3, Calicata 3

Elaboración: Propia

ANEXO 8: ARTICULO 3-CALICATA 5

	du.pe/bitstream/handle/11537/14971/Terrones%20Cruz%20Andrea%20Thatiana.pdf?s		
TITULOS	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS ADICIONANDO CENIZAS DE BAGAZO DE CAÑA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE EN EL SECTOR BARRAZA, TRUJILLO – 2018. - "CALICATA 5"		
AUTOR	Terrones Cruz, Andrea Thatiana	TRUJILLO	2018
MATERIAL	CBCA		
CONTENIDO DE HUMEDAD	29.48 %		
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%
	Arenas N°200 < Ø < N°4		17.45 %
	Finos Ø < N°200		82.55 %
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	35.67 %	22.42 %	13.25 %
DENSIDAD ESPECIFICA	2.76		
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	Arcilla de Baja Plasticidad	
	AASHTO	A-6	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	1.830
	1	5	2.001
	2	10	2.030
	3	15	2.034
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	14.180
	1	5	15.000
	2	10	16.300
	3	15	15.600
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	2.980
	1	5	
	2	10	
	3	15	23.400

Figura 24: Información recopilada del Artículo 3, Calicata 5

ANEXO 9: ARTICULO 4 – CALICATA 1

TITULOS		"MEJORAMIENTO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE (CBR) AL ADICIONAR EL ESTABILIZANTE QUÍMICO CAL A LA SUB-RASANTE DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE BAJO TRÁNSITO PARIA – WILCAHUAIN, HUARAZ, 2017". - "CALICATA 1"			
AUTOR	MARCO ANTONIO, CABANA VALVERDE	Huaraz	2017		
MATERIAL		CAL			
CONTENIDO DE		6.70			
HUMEDAD	Gravas N°4 < Ø < 2"	%		28.400%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4			39.60%	
	Finos Ø < N°200			32.00%	
ANALISIS GRANULOMETRICO					
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD		
	24.42%	16.18%	8.24%		
DENSIDAD ESPECIFICA		2.76			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	ARENA ARCILLOSA, MEZCLA DE ARENA MAL GRADUADA			SC
	AASHTO	A-2-4			
	O				
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJE AJE		
	PATRON	0	100%	2.043	
	1	2	2.000		
	2	8	1.940		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJE		
	PATRON	0	100%	8.00%	
	1	2	8.60%		
	2	8	10.64%		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJE		
	PATRON	0	100%	2.000	
	1	2	4.750		
	2	8	7.700		
Porcentaje de expansión del suelo natural y compuesto	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES		
	PATRON	0	100%	1.01%	
	1	2	0.49%		
	2	8	0.11%		

Figura 25: Información recopilada del Artículo 4, Calicata 1

ANEXO 10: ARTICULO 4 – CALICATA 3

TITULOS	"MEJORAMIENTO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE (CBR) AL ADICIONAR EL ESTABILIZANTE QUÍMICO CAL A LA SUB-RASANTE DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA DE BAJO TRÁNSITO PARIA – WILCAHUAIN, HUARAZ, 2017". - "CALICATA 3"		
AUTOR	MARCO ANTONIO, CABANA VALVERDE	Huaraz	2017
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.80 %		
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		16.20 %
	Arenas N°200 < Ø < N°4		27.00 %
	Finos Ø < N°200		56.80 %
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	30.11 %	19.63 %	10.48 %
DENSIDAD ESPECIFICA	2.76		
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	LLA INORGANICA DE BAJA PLASTICIDD CON ARENA Y POCA GR	CL
	AASHTO	A-4(4)	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIAL ESTABILIZ AD OR	PORCENT AJE
			100%
	PATRON	0	1.800
	1	2	1.830
	2	4	1.850
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIAL ESTABILIZ AD OR	PORCENT AJE
			100%
	PATRON	0	8.60%
	1	2	7.40%
	2	4	7.20%
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZ AD OR	PORCENT AJE
			100%
	PATRON	0	5.700
	1	2	7.500
	2	4	17.200
Porcentaje de expansión del suelo natural y	CASO	MATERIAL ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	1.62%
	1	2	0.29%

compuesto	2	4	0.13%

Figura 26: Información recopilada del Artículo 4, Calicata 3

Elaboración: Propia

ANEXO 11: ARTICULO 5 – CALICATA 1

TITULOS	"Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018" .- "CALICATA 1"		
AUTOR	ESPINOZA CHUQUINO, ALEXIS E. Y VELASQUEZ PEREZ, JHONATAN J.	Huaraz	
MATERIA	CENIZAS DE CAÑA DE AZUCAR		
AL	17.04%		
CONTENIDO DE	Gravas N°4 < Ø < 2"		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		
HUMEDAD ANALISIS	N°4		
	Finos Ø < N°200		
GRANULOMETRICO	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	
	18.19%	2.08%	
LIMITES DE ATENBETG	1.656		
DENSIDAD ESPECIFICA			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	ARCILLA DE BAJA PL	
	AASHTO		
	O	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJ
	CAS		100%
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	PATRON	0	1
	1	10	
	2	20	
	3	3	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO PATRON	MATERIAL ESTABILIZADOR	
CBR en el suelo natural compuesto (%)			

Porcent
suel

Figura 27: Información recopilada del Artículo 5, Análisis de estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú.

Elaboración: Propia

ANEXO 12: ARTICULO 6

TITULOS	"CAPACIDAD PORTANTE (CBR) DEL SUELO DEL SECTOR 9 DE CAJAMARCA, INCORPORAND 2%, 4% Y 6% DE CAL HIDRATADA, 4%, 6% Y 8% DE CEMENTO PORTLAND TIPO I Y 4%, 12% DE CLORURO DE SODIO"		
AUTOR	ESTRADA ARANA, FRANK J. Y PINTADO	CAJAMARCA	
	ESTRADA, JHAN F.		
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD	17.04%		
	Gravas N°4 < Ø < 2"		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		
ANALISIS GRANULOMETRICO	Finos Ø < N°200		
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTIC	
	34.12%	15.48	
DENSIDAD ESPECIFICA	SUCS	1	
CLASIFICACION DE SUELO		ARCILLA DE	
	AASHTO		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIAL POR ESTABILIZAD OR	
	PATRO		
	N 1		
	2		
	3		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	C		

CBR en

ANEXO 13: ARTICULO 7

TITULOS	"CAPACIDAD PORTANTE DE SUELO COHESIVO ESTABILIZADO CON CAL Y SULFATO DE CALCIO EN 10%, 15% Y 25%"		
AUTOR	GUERRERO MALPICA, RENZO JOSE	CAJAMARCA	2019
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD	19.86 %		
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%
	Arenas N°200 < Ø < N°4		31.25 %
	Finos Ø < N°200		68.75 %
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	45.63 %	17.06 %	28.57 %
DENSIDAD ESPECIFICA	2.32		
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD	CL
	AASHTO	A-6 (7)	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIAL ESTABILIZAD OR	PORCENT AJE
			100%
	PATRON	0	1.654
	1	10	1.559
	2	15	1.560
	3	25	1.561
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIAL ESTABILIZAD OR	PORCENT AJE
			100%
	PATRON	0	24.200
	1	10	25.900
	2	15	26.900
	3	25	28.300
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	2.700
	1	10	11.200
	2	15	10.800
	3	25	10.400

Figura 29: Información recopilada del Artículo 7

Elaboración: Propia

ANEXO 14: ARTICULO 8

TITULOS	"Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de sub rasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018" "CALICATA 1"		
AUTOR	SALAS SOLORZANO, Elmer Julio PINEDO INFANTES, Adrián Jesús	NUEVO CHIMBOT E	2018
MATERIAL	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR		
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.34%		
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		0.77%
	Arenas N°200 < Ø < N°4		96.29 %
	Finos Ø < N°200		2.94%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	NP	NP	NP
DENSIDAD ESPECIFICA	1.12		
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	ARENA MAL GRADUADA	
	AASHTO	A-3	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIAL ESTABILIZ AD OR	PORCENT AJE
			100%
	PATRON	0	1.846
	1	5	1.962
	2	10	1.983
3	15	1.933	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIAL ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	11.40
	1	5	11.20
	2	10	11.60
3	15	12.00	
		0	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	13.30%
	1	5	19.00%
	2	10	30.40%
3	15	21.85%	

Figura 30: Información recopilada del Artículo 8

ANEXO 15: ARTICULO 9

TITULOS	MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN UNA VÍA AFIRMADA DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL DE LA REGIÓN JUNÍN MEDIANTE LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON ÓXIDO DE CALCIO - 2016		
AUTOR	CLAUDIA MARÍA CUADROS SURICHAQUI	HUANCAYO	
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD		18.02%	
	Gravas N°4 < Ø < 2"		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	N°4		
	Finos Ø < N°200		
LÍMITES DE ATENBETG	LÍMITE LÍQUIDO	41.00%	LÍMITE PLÁSTICO
			21.90%
DENSIDAD ESPECÍFICA			
CLASIFICACIÓN DE SUELO	SUCS		ARCILLA DE B
	AASHTO		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm³)	CASO	MATERIA L ESTABILIZADA	PORC
	PATRON	1	
		2	
		3	
		4	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CAS		
	PA		
CBR en el co			

Figura 31: Información recopilada del Artículo 9

Elaboración: Propia

ANEXO 16: ARTICULO 10

TITULOS	Propuesta de estabilización con cal para subrasantes con presencia de suelos arcillosos en bofedales y su influencia en el pavimento rígido bajo la metodología de diseño AASHTO 93 aplicado al tramo 1 de la carretera Oyón-Ambo.		
AUTOR	Chávez Arbayza, Diego Marco Antonio Bryan & Odar Yabar, Gabriela	LIMA	
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE	4.80%		
HUMEDAD ANALISIS	Gravas N°4 < Ø < 2"		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		
GRANULOMETRICO	Finos Ø < N°200		
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTIC	
	35.00%	18.00%	
DENSIDAD ESPECIFICA	SUCS	ARCILLA DE	
CLASIFICACION DE SUELO	AASHTO	MATERIA <u>PORC</u>	
	CASO	L ESTABILIZADOR	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	PATRON		
	1		
	2		
	CA		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.			
CBR en			

Figura 32: Información recopilada del Artículo 10

ANEXO 17: ARTICULO 11

TITULOS		USO DEL CLORURO DE CALCIO PARA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE EN SUELOS ARCILLOSOS DE LA AVENIDA ACCORIPACCHA - PUYHUANGRANDE - HUANCVELICA"			
AUTOR		BACH. ING. CIVIL PONCE CRISPÍN, DAISY KENIA		HUANCAVELICA	2017
MATERIAL		CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD		40.64%			
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"			21.92 %
		Arenas N°200 < Ø < N°4			38.95 %
		Finos Ø < N°200			39.13 %
LÍMITES DE ATENBETG		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD
		23.00%		20.34 %	2.66%
DENSIDAD ESPECÍFICA		1.946			
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS		CL	
		AASHTO		A-4-0	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm ³)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES	
				100%	
		PATRON	0	1.946	
		1	2	1.756	
		2	4	1.756	
		3	6	1.756	
		4	8	1.756	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES	
				100%	
		PATRON	0	13.96%	
		1	2	15.00%	
		2	4	15.00%	
		3	6	15.00%	
		4	8	15.00%	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES	
				100%	
		PATRON		22.89%	
			2	10.30%	
			4	12.95%	
		5	16.50%		

		6	12.78%
--	--	---	--------

Figura 33: Información recopilada del Artículo 11

Elaboración: Propia

ANEXO 18: ARTICULO 12

TITULOS		EFECTO DE LA CAL COMO ESTABILIZANTE DE UNA SUBRASANTE DE SUELO ARCILLOSO	
AUTOR	ROBINSON JARA ANYAYPOMA	CAJAMARCA	
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD	Gravas N°4 < Ø < 2"		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		
ANALISIS GRANULOMETRICO	N°4		
	Finos Ø < N°200		
LIMITE DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		30.70%
		67.57%	
DENSIDAD ESPECIFICA	SUCS		
CLASIFICACION DE SUELO	AASHTO		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZADORA	PORC
	PATRON	1	
		2	
		3	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CA		
CBR en			

Figura 34: Información recopilada del Artículo 12

ANEXO 19: ARTICULO 13 – CALICATA 1

TITULO S	ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CAL PARA EL TRATAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LAS CALLES DE LA URBANIZACIÓN SAN LUIS DE LA CIUDAD DE ABANC "CALICATA 1"	
AUTOR	José Johel LÓPEZ SUMARRIVA Grely ORTIZ PINARES	
MATERIAL	CAL	
CONTENIDO DE HUMEDAD ANALISIS		9.44%
GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2" Arenas N°200 < Ø < N°4 Finos Ø < N°200	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO 22.70%	LIMITE PLASTICO 21.60%
DENSIDAD ESPECIFICA	SUCS	
CLASIFICACION DE SUELO	AASHTO	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO PATRON 1 2 3 4	MATERIA PORCENTUAL ESTABILIZADOR
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CAS PA	
CBR en el co		

Figura 35: Información recopilada del Artículo 13, Calicata 1

Elaboración: Propia

ANEXO 20: ARTICULO 13- CALICATA 2

ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CAL PARA EL TRATAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LAS CALLES DE LA URBANIZACIÓN SAN LUIS DE LA			
TITUL			
AUTOR	José Johel LÓPEZ SUMARRIVA	Abancay – Apurímac	2018
MATERIAL	Grely ORTIZ PINARES		
CONTENIDO DE HUMEDAD ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2" Arenas N°200 < Ø < N°4 Finos Ø < N°200	12.36 %	31.04%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	24.30%	20.00%	4.30%
DENSIDAD ESPECIFICA	SUCS AASHTO	SC-SM (arena limo- arcillosa con grava)	
CLASIFICACION DE SUELO	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJE
			100%
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	PATRON	1.950	
	1		
	2		
	3		
	4		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	8.50 %
	1	2	
	2	4	
	3	6	
	4	8	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZADOR	PORCENTAJES
			100%

PATRO	N		
0	16.75%		
1	24.50%		
2	28.50%	Análisis de estabilización de subrasantes con el uso de	
3	39.00%	ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú.	
4	68.00%		

Figura 36: Información recopilada del Artículo 13, Calicata 2

Elaboración: Propia

ANEXO 21: ARTICULO 14

TITULOS		Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica		
AUTOR		Moale Quispe, Alexandra Brigitte; Rivera Justo, Ebdy Josias	Lima	2019
MATERIAL		CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD				
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		8.43%
		Arenas N°200 < Ø < N°4		23.15 %
		Finos Ø < N°200		68.48 %
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
		33.70%	19.79 %	13.91%
DENSIDAD ESPECIFICA				
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS	CL	
		AASHTO	A-6 (8)	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	1.85
		1	9	1.870
		2	15	1.890
	3	1.880		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	13.40%
		1	9	14.60%
		2	15	14.00%
	3	21	13.60%	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	3.30%
		1	9	3.80%
		2	15	5.90%
	3	21	4.10%	

Figura 37: Información recopilada del Artículo 14

Elaboración: Propia

Abanto Espinoza, Luis Carlos & Salinas Sánchez, Eloy

ANEXO 22: ARTICULO 15

TITUL		CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS DE ORIGEN VOLCÁNICO ESTABILIZADO CON			
AUTOR	PÍA ANDREA CLAVERÍA VÁSQUEZ			IBAGUE	2018
MATERIAL	DANIEL FERNANDO TRIANA MENDOZA YENNY ALEJANDRA VARON OSPINA				
CONTENIDO DE HUMEDAD		CBCA		0.00%	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			54.87%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4			45.13%	
	Finos Ø < N°200				
LÍMITES DE ATENBETG		LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	
		87.81%	52.22%	35.59%	
DENSIDAD ESPECÍFICA	SUCS AASHTO		2.56		
CLASIFICACIÓN DE SUELO	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD	PORCENTAJE S		
		OR	100%		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm³)	PATRON	0	1.15		
	1	5	1.11		
	2	10	0.98		
	3	15	0.96		
	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD	PORCENTAJES		
		OR	100%		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	PATRON	0	39.27%		
	1	5	38.69%		
	2	10	54.00%		
	3	15	47.61%		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZAD	PORCENTAJES		
	OR	AD OR	100%		

Figura 38: Información recopilada del Artículo 15

ANEXO 22: ARTICULO 15
Elaboración: Propia

TABLA
N

1	5	62.28%
2	10	83.00%
3	15	99.13%

Análisis de estabilización de subrasantes con el uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú.

ANEXO 23: ARTICULO 16

TITULOS	Efecto de la incorporación de las cenizas de caña de azúcar en subrasantes areno-limosas			
AUTOR	Mercedes Lucía Neyra León		PIURA	2020
MATERIAL	CBCA			
CONTENIDO DE HUMEDAD				
ANÁLISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			
	Arenas N°200 < Ø < N°4			
	Finos Ø < N°200			
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	
DENSIDAD ESPECIFICA				
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS			
	AASHTO			
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm ³)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	1.880	
	1	3	1.630	
	2	6	1.410	
	3	9	1.240	
	4	12		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	11.00%	
	1	3	16.00%	
	2	6	20.40%	
	3	9	24.50%	
	4	12		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	67.00%	
	1	3	109.00%	
	2	6	70.00%	
	3	9	43.00%	

Figura 39: Información recopilada del Artículo 16

Elaboración: Propia

ANEXO 24: ARTICULO 17

TITULOS		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS POR MEDIO DE ARENAS VOLCÁNICAS Y CAL VIVA				
AUTOR		Denis Robin Ruano López		GUATEMALA	2012	
MATERIAL		CAL				
CONTENIDO DE HUMEDAD		17.80%				
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		1.00%		
		Arenas N°200 < Ø < N°4		13.00 %		
		Finos Ø < N°200		86.00 %		
LÍMITES DE ATENBETG		LÍMITE LIQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO		
		31.38%		23.13 %		
DENSIDAD ESPECÍFICA						
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS		CL		
		AASHTO		A-6		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm ³)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
					100%	
		PATRON		0		
		1		10		1.594
		2		25		1.695
3		50		1.781		
4						
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
					100%	
		PATRON		0		
		1		10		15.50%
		2		25		14.00%
3		50		13.50%		
4						
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
					100%	
		PATRON		0		
		1		10		30.40%
		2		25		40.80%
3		50		50.10%		

Figura 40: Información recopilada del Artículo 17

Elaboración: Propia

ANEXO 25: ARTICULO 18

TITULOS		Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz.			
AUTOR	Lujerio Urbano, Lisbeth Yenny	HUARAZ	2018		
MATERIAL	CBCA				
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			22.80 %	
	Arenas N°200 < Ø < N°4			53.70 %	
	Finos Ø < N°200			23.50 %	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD		
	19.00%	0.00%	0.00%		
DENSIDAD ESPECIFICA					
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	SM			
	AASHTO				
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	2091.000		
	1		2080.000		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	8.60%		
	1	1	8.00%		
	2	0			
	3	0			
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	20.00%		
	1	1	22.83%		
	2	0			
	3	0			

Figura 41: Información recopilada del Artículo 18

Elaboración: Propia

ANEXO 26: ARTICULO 19

TITULOS		Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí-Rivas							
AUTOR		Br. Genaro José Altamirano Navarro. Br. Axell Exequiel Díaz Sandino		POSTOSI - RIVAS	2015				
MATERIAL		CAL							
CONTENIDO DE HUMEDAD									
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%					
		Arenas N°200 < Ø < N°4		5.00%					
		Finos Ø < N°200		95.00 %					
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD			
		54.00%		25.00 %		29.00%			
DENSIDAD ESPECIFICA		2.51							
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS							
		AASHTO		A-6-7					
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES			
						100%			
		PATRON		0		1.512			
		1		3		1.562			
				6		1.578			
				9		1.621			
		12		1.597					
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES			
						100%			
		PATRON		0		21.00%			
		1		3		28.00%			
		2		6		33.00%			
		3		9		35.00%			
4		12		37.00%					
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES			
						100%			
		PATRON		0		16.28%			
		1		3		35.40%			
		2		6		57.24%			
		3		9		64.04%			
4		12		36.95%					

Figura 42: Información recopilada del Artículo 19

ANEXO 26: ARTICULO 19
Elaboración: Propia

ANEXO 27: ARTICULO 20

TITULOS		ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS CON CAL HIDRATADA, PARA SER UTILIZADA COMO CAPA DE SUBRASANTE DE PAVIMENTOS EN LA COLONIA SAN JUAN CAPISTRANO DE LA CIUDAD OBREGON, SONORA			
AUTOR		MARIO ALBERTO BELTRAN PARRA JOSE ALOIX COPADO BELTRÁN	SONORA	2011	
MATERIAL		CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD		10.70%			
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%	
		Arenas N°200 < Ø < N°4		8.20%	
		Finos Ø < N°200		91.80 %	
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	
		46.60%	25.61 %	20.99%	
DENSIDAD ESPECIFICA					
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS	-		
		AASHTO			
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	100%
				PATRON	
		1	2		
			4		
			6		
			8		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	100%
				PATRON	
		1	2		
		2	4		
		3	6		
		4	8		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	100%
				PATRON	
		1	2	16.99%	
		2	4	48.98%	
		3	6	70.56%	
		4	8	79.96%	

Figura 43: Información recopilada del Artículo 20

Elaboración: Propia

ANEXO 28: ARTICULO 21

TÍTULO	Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica			
AUTOR	Moale Quispe, Alexandra Brigitte Rivera Justo, Ebdy Josias		LIMA	2019
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD				
	>2"			0.34%
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			8.09%
	Arenas N°200 < Ø < N°4			23.15%
	Finos Ø < N°200			68.42%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	33.70 %		20.00 %	13.70 %
DENSIDAD ESPECIFICA	SIN	2.62	CON	2.74
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	-		
	AASHTO	A-6(8)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	1.850	
	1	9	1.870	
		15	1.890	
		21	1.880	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	13.40%	
	1	9	14.60%	
	2	15	14.00%	
	3	21	13.60%	
	4	0		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	3.30%	
	1	9	3.80%	
	2	15	5.90%	
	3	21	4.10%	
	4	0		

ANEXO 29: ARTICULO 22

TÍTULO	Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de subrasante					
AUTOR	Vásquez Cabrera, Alexander Mauricio	CHIMBOT E	2018			
MATERIAL	CA L					
CONTENIDO DE HUMEDAD		C1	C2	C3	PROM	
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"	0.20%	0.10%	0.20%	0.17%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4	35.00%	42.90 %	42.50%	40.13%	
	Finos Ø < N°200	64.80%	57.00 %	57.40%	59.73%	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD		
DENSIDAD ESPECIFICA						
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	-				
	AASHTO					
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIAL ESTABILIZAD OR	PORCENTAJE S			
			100%			
				C1	C2	C3
	PATRON	0	1.605	1.576	1.596	1.643
	1 4 Y 7		1.610	1.618	1.643	1.570
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIAL ESTABILIZAD OR	PORCENTAJE S			
			100%			
				C1	C2	C3
	PATRON	0	14.867	15.3	15.2	14.1
	1 4 Y 7		14.600	14.3	14.1	15.4
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIAL ESTABILIZAD OR	PORCENTAJE S			
			100%			
				C1	C2	C3
	PATRON	0	11.200	11.8	12	9.8
	1 4 Y 7		20.767	17.5	25	19.8
	2					
	3					
	4					

ANEXO 30: ARTICULO 23

TITULOS		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EXPANSIVOS CON CAL Y CEMENTO EN EL SECTOR CALCICAL DEL CANTÓN TOSAGUA PROVINCIA DE MANABÍ			
AUTOR	MARÍA ANGÉLICA SÁNCHEZ ALBÁN	QUITO	2014		
MATERIAL	CAL				
	CEMENTO				
CONTENIDO DE HUMEDAD	29.67%				
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		2.94%		
	Finos Ø < N°200		97.06%		
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
	98.55 %	31.41 %		67.14 %	
DENSIDAD ESPECIFICA	2.631				
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	CH			
	AASHTO	A-7-6(78)			
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	1.355		
	1	3	1.322		
		5	1.291		
	7	1.280			
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	31.00%		
	1	3	32.20%		
	2	5	33.20%		
	7	33.40%			
	4				
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0			
	1	3			
	2	5			
	7				
	4				

ANEXO 31: ARTICULO 24

ANEXO 32: ARTICULO 25

ANEXO 34: ARTICULO 27

TITULOS		ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE MEDIANTE CAL Y CENIZA DE QUINUA EN SUELOS DEL CENTRO POBLADO VIÑAS, TAYACAJA, HUANCABELICA		
AUTOR		ALMONACID ROMAN IVAN MAX		HUANCAYO
MATERIAL		CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD				
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		
		Arenas N°200 < Ø < N°4		
		Finos Ø < N°200		
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
		17.87 %	11.29 %	6.58%
+3 % DE CAL		17.95 %	9.62%	8.30%
+5% CAL		18.56 %	9.53%	9.03%
7% DE CAL		17.31 %	10.54 %	6.77%
DENSIDAD ESPECIFICA				
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS	CL	
		AASHTO	A-4(4)	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	2.100
		1	3	2.150
			5	2.260
	7	2.080		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	10.17%
		1	3	10.80%
		2	5	11.60%
3	7	7.90%		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	10.00%
		1	3	12.56%
		2	5	19.95%
3	7	18.30%		

ANEXO 35: ARTICULO 28

TITULOS		INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE CEMENTO Y CAL EN EL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DEL MATERIAL DE LA BASE DE PAVIMENTOS FLEXIBLES -TRUJILLO, 2019			
AUTOR	Br. María Lidia Rodríguez Anticona		Trujillo	2019	
MATERIAL	CAL				
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.82%				
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		79.71%		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		58.71%		
	Finos Ø < N°200		6.58%		
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD
	24.79 %		24.79 %		0.00%
DENSIDAD ESPECIFICA	2.03				
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS		SP		
	AASHTO		A-6-7		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	2.030		
	1	2	2.080		
		4	2.150		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	8.25%		
	1	2	7.50%		
	2	4	7.00%		
	3	0			
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	65.12%		
	1	2	61.50%		
	2	4	60.00%		
	3	0			
	4	0			

ANEXO 36: ARTICULO 29

TITULOS		INFLUENCIA DE LA CAL Y EL CEMENTO PORTLAND TIPO I EN LA SUBRASANTE DE LA TROCHA DEL DISTRITO DE CHILLIA, PROVINCIA DE PATAZ - 2019		
AUTOR	Br. Cinthia Karel Gongora Velasquez		Trujillo	2019
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.66%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			0.00%
	Arenas N°200 < Ø < N°4			77.04%
	Finos Ø < N°200			5.99%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	31.35 %		25.36 %	9.23%
DENSIDAD ESPECIFICA	2.06			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	SP-SM		
	AASHTO	A2-4(15)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTA JES	
			100%	
	PATRON	0	2.060	
	1	2	3.200	
		4	3.500	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTA JES	
			100%	
	PATRON	0	6.66%	
	1	2	6.50%	
	2	4	6.40%	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTA JES	
			100%	
	PATRON	0	68.98%	
	1	2	69.63%	
	2	4	68.98%	
	3	0		
	4	0		

ANEXO 37: ARTICULO 30

TITULOS		"INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE CUATRO NIVELES (1%, 2%, 3% y 4%) DE CLORURO DE CALCIO EN LA RESISTENCIA MECÁNICA DE UN MATERIAL PARA AFIRMADO"			
AUTOR	Cristhian Rafael Rivera León María de Lourdes Medina Sánchez	Cajamarca	2016		
MATERIAL	CAL				
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.10%				
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		24.66%		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		6.80%		
	Finos Ø < N°200		0.00%		
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD		
	14.20 %	14.20 %	0.00%		
DENSIDAD ESPECIFICA	2.2				
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS				
	AASHTO				
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm³)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	2.200		
	1	1	2.220		
		2	2.240		
	3	2.240			
	4	2.250			
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	6.10%		
	1	1	5.24%		
	2	2	5.58%		
3	3	5.32%			
4	4	5.55%			
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	74.00%		
	1	1	103.00%		
	2	2	105.00%		
3	3	142.00%			
4	4	150.00%			

ANEXO 38: ARTICULO 31

TITULOS		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR PARA SU USO EN SUBRASANTES EN EL DISTRITO DE LAREDO - TRUJILLO, LA LIBERTAD 2018			
AUTOR	Bach: AQUINO MENDOZA MARCO ANTONIO	Trujillo	2020		
MATERIAL	CBCA				
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.20%				
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		85.00%		
	Arenas N°200 < Ø < N°4		61.00%		
	Finos Ø < N°200		6.36%		
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD		
	18.00 %	18.00 %	12.70 %		
DENSIDAD ESPECIFICA	2.2				
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	CL, CH			
	AASHTO	A-6			
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTA JES		
			100%		
	PATRON	0	2.200		
	1	5	1.920		
		10	2.000		
	15	2.050			
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTA JES		
			100%		
	PATRON	0	10.20%		
	1	5	12.39%		
	2	10	13.34%		
3	15	13.67%			
4	0				
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTA JES		
			100%		
	PATRON	0	6.00%		
	1	5	5.13%		
	2	10	6.29%		
3	15	17.65%			
4	0				

ANEXO 39: ARTICULO 32

TITULOS		"Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martin-2020"		
AUTOR	Flores Isminio, Karen Kassandra	Tarapoto	2020	
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.67%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4		100.00 %	
	Finos Ø < N°200		86.55%	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	
	40.90 %	20.10 %	20.80 %	
DENSIDAD ESPECIFICA	2.63			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	CL		
	AASHTO	A-6(12), A-7-6 (12)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	2.630	
	1	2		
		4		
		6		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	15.67%	
	1	2	16.04%	
	2	4	14.45%	
		6	13.73%	
		0		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	7.45%	
	1	2	7.40%	
	2	4	10.20%	
		6	12.00%	
		0		

ANEXO 40: ARTICULO 33

TITULOS	Aplicación del cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en carreteras no pavimentadas		
AUTOR	Br. Pacheco Sonapo Yerly Sofía Medaly	Chiclayo	2019
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.78%		
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%
	Arenas N°200 < Ø < N°4		0.00%
	Finos Ø < N°200		0.00%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	27.00 %	24.00 %	3.00%
DENSIDAD ESPECIFICA	2.21		
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	GM	
	AASHTO	A-6(12), A-7-6 (12)	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTA JES
			100%
	PATRON	0	2.211
	1	10	2.190
		30	2.161
	50	2.145	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTA JES
			100%
	PATRON	0	6.78%
	1	10	6.63%
	2	30	6.63%
	50	6.63%	
	4	0	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTA JES
			100%
	PATRON	0	42.19%
	1	10	68.04%
	2	30	58.40%
	50	53.73%	
	4	0	

ANEXO 41: ARTICULO 34

TITULOS		Análisis de las propiedades mecánicas de la subrasante aplicando cal hidratada en suelos cohesivos, Cantoral - San Juan de Lurigancho, 2018.		
AUTOR	Junior Fernando Juan de Dios Salazar	Lima	2018	
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.98%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4		0.00%	
	Finos Ø < N°200		0.00%	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	
	30.00 %	17.00 %	13.00 %	
DENSIDAD ESPECIFICA	1.86			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	SC		
	AASHTO	A-2-6		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	1.861	
	1	2	1.876	
		4	1.896	
	10	1.730		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	11.98%	
	1	2	14.74%	
	2	4	16.42%	
	3	10	17.84%	
	4	0		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	5.70%	
	1	2	19.10%	
	2	4	27.90%	
	3	10	26.40%	
	4	0		

ANEXO 42: ARTICULO 35

TITULOS	"Comparación de la ceniza de cascarilla de arroz frente al óxido de calcio como estabilizante químico para mejorar La Sub-Rasante En La Av. Gustavo Mohme [Progresiva Km 0+654.19 – Km 1+654.19] Distrito Veintiséis de Octubre-Piura-Piura,		
AUTOR	Alejandra Stephanie Honores Adanaqué	Piura	2019
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.70%		
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		1.00%
	Arenas N°200 < Ø < N°4		75.00%
	Finos Ø < N°200		23.30%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	22.00 %	15.00 %	5.00%
DENSIDAD ESPECIFICA	2		
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	CL-ML, SM	
	AASHTO	A-4-(4), A-2-4(0)	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	2.000
	1	1	1.830
		2	1.820
	3	1.842	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	4.70%
	1	1	4.30%
	2	2	4.60%
	3	4.30%	
	4	0	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
			100%
	PATRON	0	23.40%
	1	1	56.60%
	2	2	77.10%
	3	118.20%	
	4	0	

ANEXO 43: ARTICULO 36

TITULOS		"Aplicación de cal para mejorar la estabilidad de subrasante en la Calle Luna Pizarro A. H. Cueva de los Tallos, Ventanilla, 2019"		
AUTOR	Br. Machco Caranca, Eddvien Yerson		Lima	2019
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.02%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			0.00%
	Arenas N°200 < Ø < N°4			83.10%
	Finos Ø < N°200			16.90%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	0.00%		0.00%	0.00%
DENSIDAD ESPECIFICA	1.9			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	SM		
	AASHTO	A-1-b(0)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTA JES	
			100%	
	PATRON	0	1.902	
	1	12	1.964	
		14	2.005	
	16	2.043		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTA JES	
			100%	
	PATRON	0	8.02%	
	1	12	9.72%	
	2	14	11.70%	
3	16	13.51%		
4	0			
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTA JES	
			100%	
	PATRON	0	9.92%	
	1	12	10.90%	
	2	14	15.20%	
3	16	16.10%		
4	0			

ANEXO 44: ARTICULO 37

TITULOS		ESTABILIZACION DE UN SUELO CON CAL Y CENIZA VOLANTE							
AUTOR		MANUEL GERARDO PARRA GOMEZ		Bogota	2018				
MATERIAL		CAL							
CONTENIDO DE HUMEDAD		8.12%							
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%					
		Arenas N°200 < Ø < N°4		0.00%					
		Finos Ø < N°200		0.00%					
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD			
		0.00%		0.00%		0.00%			
DENSIDAD ESPECIFICA		1.9							
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS							
		AASHTO							
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES			
						100%			
		PATRON		0		1.902			
		1		2		1.104			
				4		2.616			
				6		2.413			
		8		1.963					
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES			
						100%			
		PATRON		0		8.12%			
		1		2		8.71%			
		2		4		11.79%			
		3		6		14.18%			
4		8		28.16%					
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES			
						100%			
		PATRON		0					
		1		2					
		2		4					
		3		6					
4		8							

ANEXO 45: ARTICULO 38

TITULOS		"Estabilización de los Suelos Arcillosos Adicionando Cenizas de Caña de Azúcar en el Tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa - 2017"		
AUTOR	Danny Alessandro Carrasco Mejía	Chimbote	2017	
MATERIAL	CBCA			
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.60%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		3.90%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4		32.20%	
	Finos Ø < N°200		63.90%	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	
	0.00%	0.00%	13.14 %	
DENSIDAD ESPECIFICA	1.67			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	SC		
	AASHTO	A-6		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	1.670	
	1	25	1.890	
		35	1.730	
	45	1.650		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	8.60%	
	1	25	9.50%	
	2	35	5.50%	
	3	45	8.70%	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	4.17%	
	1	25	11.60%	
	2	35	16.21%	
	3	45	10.68%	
	4	0		

ANEXO 46: ARTICULO 39

TITULOS		Mejoramiento de la subrasante de baja capacidad portante mediante la cal en la carretera Puente Ricardo Palma La Oroya			
AUTOR	Br. Clever Iván Cruzado Medina		Lima	2019	
MATERIAL	CAL				
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.20%				
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			0.00%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4			22.30%	
	Finos Ø < N°200			77.70%	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD
	32.00 %		24.00 %		8.00%
DENSIDAD ESPECIFICA	1.77				
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	ML, CH			
	AASHTO				
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	1.773		
	1	5.5	1.783		
		7.5	1.793		
	9.5	1.804			
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	15.20%		
	1	5.5	14.10%		
	2	7.5	13.20%		
	3	9.5	12.90%		
	4	0			
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	4.20%		
	1	5.5	13.30%		
	2	7.5	18.20%		
	3	9.5	18.90%		
	4	0			

ANEXO 47: ARTICULO 40

TITULOS	"Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de Bagacillo (CB) para el mejoramiento de la sub rasante de la Av. Universitaria, Lima 2019"			
AUTOR	Br. Ademir Ccanto Diaz		Lima	2019
MATERIAL	CBCA			
CONTENIDO DE HUMEDAD	13.00%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			0.00%
	Arenas N°200 < Ø < N°4			0.00%
	Finos Ø < N°200			87.00%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	0.00%		0.00%	15.84 %
DENSIDAD ESPECIFICA	1.84			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	CL		
	AASHTO	A-6(11)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	1.842	
	1	10	1.805	
		15	1.803	
		20	1.791	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	13.00%	
	1	10	19.80%	
	2	15	18.00%	
		20	21.12%	
	4	0		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	2.20%	
	1	10	6.80%	
	2	15	15.20%	
		20	17.30%	
	4	0		

ANEXO 48: ARTICULO 41

TITULOS	Aplicación de mezcla de cloruro de calcio con material afirmado para mejorar la estabilización de la base en la carretera 7 de agosto. Pimentel - Chiclayo – Lambayeque, 2020.			
AUTOR	Chafloque Balarezo, Jasmín del Milagro Fernández Mego, Edwin Ronaldo		Piura	2020
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.50%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		26.80%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4		53.10%	
	Finos Ø < N°200		20.10%	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	18.00 %		15.45 %	4.23%
DENSIDAD ESPECIFICA	2.06			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	SM-SC		
	AASHTO	A-1-b(0)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	2.065	
	1	2	2.922	
		4	2.292	
		6	2.292	
	8	2.292		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	8.50%	
	1	2	5.60%	
	2	4	5.60%	
	3	6	5.60%	
4	8	5.60%		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	27.70%	
	1	2	84.60%	
	2	4	105.50%	
	3	6	112.00%	
4	8	75.00%		

ANEXO 49: ARTICULO 42

TITULOS		ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ADICIONANDO CEMENTO PORTLAND TIPO I MAS CAL HIDRATADA EN VIAS AFIRMADAS, PARA EL CENTRO POBLADO ALTO TRUJILLO, EL PORVENIR - LA LIBERTAD		
AUTOR		Br. RODRIGUEZ YUPANQUI, VERONIKA YOSELYN Br. SILVA ALCANTARA, JORDY KELVIN	Trujillo	2019
MATERIAL		CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD		1.28%		
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		43.50%
		Arenas N°200 < Ø < N°4		35.60%
		Finos Ø < N°200		20.80%
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
		26.20 %	20.30 %	5.90%
DENSIDAD ESPECIFICA		2.59		
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS	GM	
		AASHTO	A-1-b(0)	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	2.590
		1	70	2.230
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	1.28%
		1	70	7.07%
		2	0	
3	0			
4	0			
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES
				100%
		PATRON	0	66.50%
		1	70	82.80%
		2	0	
3	0			
4	0			

ANEXO 50: ARTICULO 43

TITULOS	Estabilización de suelo arcilloso con cal para sub rasante tramo Km 03+000 al Km 04+000 de la vía Juliaca-Canchi Grande del distrito de Caracoto, provincia de San Román, departamento de Puno			
AUTOR	Bradyan Sergio Ramos Mamani		Juliaca	2020
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD	16.63%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			0.00%
	Arenas N°200 < Ø < N°4			0.00%
	Finos Ø < N°200			0.00%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	35.57 %		21.26 %	14.31 %
DENSIDAD ESPECIFICA	1.79			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	CL		
	AASHTO			
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	1.790	
	1	3	1.800	
		5	1.820	
	7	1.900		
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	16.63%	
	1	3	14.51%	
	2	5	14.38%	
	3	7	16.23%	
	4	0		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	9.80%	
	1	3	10.50%	
	2	5	13.01%	
	3	7	9.34%	
	4	0		

ANEXO 51: ARTICULO 44

TITULOS		"INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR ACTIVADA ALCALINAMENTE SOBRE LA TENSIÓN EFECTIVA EN SUELOS SUSCEPTIBLES A LICUACIÓN"					
AUTOR		Br. DELGADO LÓPEZ, Carol Ashly Br. MENDOZA MELÉNDEZ, Ivette Anamile		Trujillo	2020		
MATERIAL		CBCA					
CONTENIDO DE HUMEDAD		25.60%					
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		0.00%			
		Arenas N°200 < Ø < N°4		49.00%			
		Finos Ø < N°200		25.00%			
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
		23.80 %		21.30 %		2.60%	
DENSIDAD ESPECIFICA							
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS		SM, CL			
		AASHTO					
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES	
						100%	
		PATRON		0			
		1		10			
				15			
		20					
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES	
						100%	
		PATRON		0		25.60%	
		1		10			
		2		15			
3		20					
4		0					
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES	
						100%	
		PATRON		0			
		1		10			
		2		15			
3		20					
4		0					

ANEXO 52: ARTICULO 45

TITULOS		EVALUACIÓN DEL USO DE CLORURO DE CALCIO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS EN EL TRAMO LLOCHEGUA - PERIAVENTE ALTA, PROVINCIA DE HUANTA			
AUTOR	Bach. Glicerío AGUILAR LONASCO		Ayacucho	2013	
MATERIAL	CAL				
CONTENIDO DE HUMEDAD	7.20%				
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			47.40%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4			36.25%	
	Finos Ø < N°200			16.35%	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD
	26.60 %		20.36 %		6.24%
DENSIDAD ESPECIFICA	2.23				
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS		GM-GC		
	AASHTO		A-1-b(0)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	2.232		
	1	0.5	2.266		
		1	2.304		
	1.5	2.305			
	2	2.300			
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0	7.20%		
	1	0.5	7.00%		
	2	1	7.05%		
3	1.5	7.00%			
4	2	7.10%			
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES		
			100%		
	PATRON	0			
	1	0.5			
	2	1			
3	1.5	59.51%			
4	2	58.09%			

ANEXO 53: ARTICULO 46

TITULOS		"MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO CON CENIZA VOLANTE Y CAL PARA SU USO COMO PAVIMENTO A NIVEL DE AFIRMADO EN LA CARRETERA DESVIO HUANCANÉ – CHUPA – PUNO"		
AUTOR	YUNIOR JOSÉ HUANCOILLO HUMPIRI	Puno	2017	
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.45%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		8.90%	
	Arenas N°200 < Ø < N°4		52.00%	
	Finos Ø < N°200		39.10%	
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD	
	23.74 %	11.30 %	12.44 %	
DENSIDAD ESPECIFICA	2.09			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	SC		
	AASHTO	A-6(1)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	2.092	
	1	5	1.837	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	10.45%	
	1	5	10.12%	
	2	0		
	3	0		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	20.00%	
	1	5	103.00%	
	2	0		
	3	0		
	4	0		

ANEXO 54: ARTICULO 47

TITULOS		ANÁLISIS DEL USO DE ADITIVOS PERMA-ZYME Y CLORURO CÁLCICO EN LA ESTABILIZACIÓN DE LA BASE DE LA CARRETERA NO PAVIMENTADA (DESVÍO HUANCANÉ – CHUPA)-PUNO		
AUTOR	Yucra Callata, Arturo Camala Jilapa, Edwin Iván		Puno	2017
MATERIAL	CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD	6.22%			
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"			8.90%
	Arenas N°200 < Ø < N°4			52.00%
	Finos Ø < N°200			39.10%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	21.03 %		14.54 %	6.00%
DENSIDAD ESPECIFICA	2.23			
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	SC		
	AASHTO	A-6(1)		
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	2.236	
	1	1	2.271	
		2	2.070	
		3	2.305	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	6.22%	
	1	1	5.68%	
	2	2	5.35%	
		3	5.42%	
	4	0		
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZ AD OR	PORCENTAJES	
			100%	
	PATRON	0	38.90%	
	1	1	43.90%	
	2	2	47.75%	
		3	49.28%	
	4	0		

ANEXO 55: ARTICULO 48

TITULOS		"DOSIFICACIÓN OPTIMA DEL CLORURO DE CALCIO Y LA MELAZA DE CAÑA PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS EN CAMINOS VECINALES NO PAVIMENTADAS DEL DISTRITO DE BARRANCA 2016"					
AUTOR		Freddy Samuel Cahuana Cabanillas		Huaraz	2016		
MATERIAL		CAL					
CONTENIDO DE HUMEDAD		5.06%					
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"		30.30%			
		Arenas N°200 < Ø < N°4		26.40%			
		Finos Ø < N°200		14.30%			
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO		INDICE DE PLASTICIDAD	
		21.03 %		14.54 %		6.00%	
DENSIDAD ESPECIFICA		2.32					
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS					
		AASHTO					
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES	
						100%	
		PATRON		0		2.320	
		1		1		2.370	
				4		2.380	
		6		2.380			
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES	
						100%	
		PATRON		0		5.06%	
		1		1		4.73%	
		2		4		3.81%	
3		6		3.91%			
4		0					
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO		MATERIA L ESTABILIZAD OR		PORCENTAJES	
						100%	
		PATRON		0		86.30%	
		1		1		97.10%	
		2		4		71.90%	
3		6		59.00%			
4		0					

ANEXO 56: ARTICULO 49

TITULOS	Comparación entre las influencias de cal hidratada y aditivo quim kd-40 para estabilización de suelos arcillosos como capa subrasante en pavimentos flexibles, Huamachuco-Cajabamba 2019		
AUTOR	Tantaquilla Otiniano, Edson Wilmer	Cajabamba	2019
MATERIAL	CAL		
CONTENIDO DE HUMEDAD	14.16%		
ANALISIS GRANULOMETRICO	Gravas N°4 < Ø < 2"		12.86%
	Arenas N°200 < Ø < N°4		12.08%
	Finos Ø < N°200		63.14%
LIMITES DE ATENBETG	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
	48.50 %	19.72 %	28.78 %
DENSIDAD ESPECIFICA	1.825		
CLASIFICACION DE SUELO	SUCS	CL	
	AASHTO	A-7-6	
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES 100%
	PATRON	0	1.825
	1	2	1.832
		4	1.823
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES 100%
	PATRON	0	14.16%
	1	2	15.00%
	2	4	14.99%
	3	0	
	4	0	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)	CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES 100%
	PATRON	0	3.70%
	1	2	16.91%
	2	4	31.11%
	3	0	
	4	0	

ANEXO 57: ARTICULO 50

TITULOS		"DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA SUBRASANTE INCORPORANDO CAL ESTRUCTURAL EN EL SUELO LIMO ARCILLOSO DEL SECTOR 14			
AUTOR		Anabelén García Gonzales		Cajamarca	2015
MATERIAL		CAL			
CONTENIDO DE HUMEDAD					
ANALISIS GRANULOMETRICO		Gravas N°4 < Ø < 2"			
		Arenas N°200 < Ø < N°4			
		Finos Ø < N°200			
LIMITES DE ATENBETG		LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	INDICE DE PLASTICIDAD
		39.36 %		28.11 %	11.26 %
DENSIDAD ESPECIFICA					
CLASIFICACION DE SUELO		SUCS			
		AASHTO			
Máxima Densidad del suelo natural y compuesto (gr/cm3)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
				100%	
		PATRON	0	1.989	
		1	2	1.929	
			4	1.950	
			6	1.960	
			8	1.980	
Contenido Óptimo de Humedad del suelo natural y compuesto.		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
				100%	
		PATRON	0	10.70%	
		1	2	12.90%	
		2	4	11.98%	
		3	6	11.95%	
		4	8	10.21%	
CBR en el suelo natural y compuesto (%)		CASO	MATERIA L ESTABILIZAD OR	PORCENTAJES	
				100%	
		PATRON	0	5.20%	
		1	2	5.30%	
		2	4	6.30%	
		3	6	7.20%	
		4	8	8.05%	