



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de  
caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021”**

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

**AUTORA:**

Garcia Guevara, Geydi Sarita ([orcid.org/0000-0001-7223-9043](https://orcid.org/0000-0001-7223-9043))

**ASESORA:**

Dra. Arriola Moscoso, Cecilia ([orcid.org/0000-0003-2497-294X](https://orcid.org/0000-0003-2497-294X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

2021

## **DEDICATORIA**

Este proyecto de investigación va dedicado a Dios porque guiar mis pasos y mis logros van de su mano. A mis padres por su apoyo y amor incondicional, por motivarme siempre a no rendirme y luchar por mis objetivos.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios y al universo por mantenerme firme durante este esfuerzo que comprende mi carrera. A mi familia porque sé que siempre podré contar con el apoyo de cada uno de ellos y a mi pareja por su apoyo incondicional.

Agradezco también a mis maestros en general que me formaron durante todo este proceso.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria	i
Agradecimiento .....	ii
Índice de tablas .....	iv
Índice de figuras .....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
I. Introducción.....	1
II. Marco teórico.....	7
III. Metodología.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización .....	14
3.3. Población, muestra y muestreo .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	18
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Método de análisis de datos .....	21
3.7. Aspectos éticos .....	21
IV. Resultados .....	22
V. Discusion .....	46
VI. Conclusiones.....	47
VII. Recomendaciones.....	48
Referencias.....	49
Anexos.....	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Número de Calicatas.....	26
Tabla 2.	Número de Ensayos CBR.....	27
Tabla 3.	Muestra de resultados de CBR.....	27
Tabla 4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
Tabla 5.	Interpretación del coeficiente de la kappa de validez.....	30
Tabla 6.	Datos de las calicatas C-1 Y C-2.....	33
Tabla 7.	Análisis de granulometría por tamizado (C-1).....	34
Tabla 8.	Análisis de granulometría por tamizado (C-1).....	34
Tabla 9.	Contenido de finos.....	36
Tabla 10.	Límites de atterberg de la calicata C-1.....	37
Tabla 11.	Máxima densidad seca de la calicata C-1 al natural.....	38
Tabla 12.	Máxima densidad seca C-1+5% de ceniza de caña brava.....	39
Tabla 13.	Máxima densidad seca C-1+10% de ceniza de caña brava.....	39
Tabla 14.	Máxima densidad seca C-1+15% de ceniza de caña brava.....	41
Tabla 15.	Óptimo contenido de humedad de la calicata C-1 al natural.....	42
Tabla 16.	Óptimo contenido de humedad C-1+5% de C.C.B.....	42
Tabla 17.	Óptimo contenido de humedad C-1+10% de C.C.B.....	43
Tabla 18.	Óptimo contenido de humedad C-1+15% de C.C.B.....	43
Tabla 19.	C.B.R. de la calicata C-1 en su estado natural.....	45
Tabla 20.	C.B.R. de la calicata C-1 con el 5% de C.C.B.....	46
Tabla 21.	C.B.R. de la calicata C-1 con el 10% de C.C.B.....	47
Tabla 22.	C.B.R. de la calicata C-1 con el 15% de C.C.B.....	48
Tabla 23.	Resultado de comparación de la máxima densidad.....	50
Tabla 24.	Resultados de comparación del óptimo contenido de humedad.....	51
Tabla 25.	CBR al 95% de la máxima densidad seca.....	53
Tabla 26.	CBR al 100% de la máxima densidad seca.....	53

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Esquema de diseño.....	22
Figura 2.	Ensayo de Proctor modificado, CBR + ceniza.....	30
Figura 3.	Ubicación de la zona de estudio.....	31
Figura 4.	Localización de la zona se estudió.....	31
Figura 5.	Curva Granulométrica C-1.....	34
Figura 6.	Curva Granulométrica C-2.....	34
Figura 7.	Porcentaje de tipos de material C-1.....	35
Figura 8.	Porcentaje de tipos de material C-2.....	35
Figura 9.	Comparación de Porcentajes de tipos de material C-1 y C-2.....	36
Figura 10.	Diagrama de fluidez C-1.....	37
Figura 11.	Máxima densidad seca de la calicata C-1 al natural.....	37
Figura 12.	Máxima densidad seca C-1 + 5% de ceniza de caña brava.....	38
Figura 13.	Máxima densidad seca C-1 + 10% de ceniza de caña brava.....	39
Figura 14.	Máxima densidad seca C-1 + 15% de ceniza de caña brava.....	39
Figura 15.	Resultado de la máxima densidad con incorporación de C.C.B.....	40
Figura 16.	Optimo contenido de humedad de la calicata C-1 al natural.....	41
Figura 17.	Optimo contenido de humedad C-1+5% de C.C.B.....	41
Figura 18.	Optimo contenido de humedad C-1+10% de C.C.B.....	42
Figura 19.	Optimo contenido de humedad C-1+15% de C.C.B.....	42
Figura 20.	Resultados de contenido humedad + C.C.B.....	43
Figura 21.	C.B.R. de la C-1 en su estado natural.....	44
Figura 22.	C.B.R. de la C-1 con el 5% de ceniza de caña brava.....	45
Figura 23.	C.B.R. de la C-1 con el 10% de ceniza de caña brava.....	46
Figura 24.	C.B.R. de la C-1 con el 15% de ceniza de caña brava.....	47
Figura 25.	Diferenciación de CBR al 100% y 95% de la calicata C-1.....	48
Figura 26.	Comparación de la máxima densidad seca.....	49
Figura 27.	Comparación del optimo contenido de humedad.....	51
Figura 28.	Comparación del CBR al 95%.....	52
Figura 29.	Influencia de la incorporación de C.C.B la capacidad portante al 100%.....	53

## RESUMEN

En la actualidad el incremento de la población trae consigo mayores necesidades para la población. El distrito de Pativilca se ha visto en la necesidad de mejorar las carreteras que se encuentran en mal estado, las cuales dificultan el tránsito, dado que es una zona muy transitada. La presente investigación “Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021” tiene como objetivo analizar la influencia de la incorporación de ceniza de caña brava en el mejoramiento de subrasante. La metodología es de tipo aplicada, diseño cuasi-experimental, enfoque cuantitativo, muestreo no probabilístico, como población toda la trocha carrozable en Urb. La Florida, la muestra 1 kilómetro y dos calicatas de 1.50m, como técnica la observación directa, instrumentos fichas, se desarrollaron los ensayos de límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR adicionando ceniza de caña brava. Los resultados fueron, según (AASHTO A-2-4(0) suelo limoso) (SUCS arena limosa). En la máxima densidad seca pasa de 1.777 gr/cm<sup>3</sup> a 1.681 gr/cm<sup>3</sup> de MDS, con CH desde 10% a 13.5%. Como resultado de CBR, la muestra paso de ser buena a excelente.

Palabras clave: ceniza, mejoramiento, suelo, subrasante

## **ABSTRACT**

At present, the increase in the population brings with it greater needs for the population. The district of Pativilca has seen the need to improve the roads that are in poor condition, which make traffic difficult, since it is a very busy area. The present investigation "Improvement of the subgrade with the incorporation of wild cane ash in the district of Pativilca - Barranca 2021" aims to analyze the influence of the incorporation of wild cane ash in the improvement of the subgrade. The methodology is of an applied type, quasi-experimental design, quantitative approach, non-probabilistic sampling, as a population the entire carriageway in Urb. La Florida, the 1 kilometer sample and two 1.50m pits, as a technique direct observation, sheet instruments, The Atterberg, Modified Proctor and CBR limits tests were developed by adding wild cane ash. The results were, according to (AASHTO A-2-4 (0) silty soil) (SUCS silty sand). In the maximum dry density it goes from 1,777 gr / cm<sup>3</sup> to 1,681 gr / cm<sup>3</sup> of MDS, with CH from 10% to 13.5%. As the CBR results, the sample went from good to excellent.

Keywords: ash, improvement, soil, subgrado



## INTRODUCCIÓN

Actualmente en el mundo, el aumento de los habitantes genera una mayor demanda de sus necesidades, una de ellas es el aumento de carreteras o vías pavimentadas para el tránsito de los vehículos, el cual genera mayores alcances y ventajas competitivas. En cuanto a los desarrollos socio culturales y economía, muchas de las obras que se ejecutaron y se decepcionaron tienen daños prematuros en las distintas capas del pavimento, las fallas más comunes son, hundimientos, fisuras, desgaste prematuro de la carpeta asfáltica así como deformaciones de los mismos, esto debido a diversos factores como: una inadecuada integración entre capas, inadecuada técnica de constructiva, o inclusive uso de materiales de cantera inadecuado; las principales características de un buen pavimento es que al recibir las cargas esta las distribuye uniformemente a las capas hasta llegar al terreno natural, es por ello que el método o técnica constructiva deben ser óptimos al igual que sus agregados.

En nuestro país, según el MTC, actualmente contamos con un 75.5% de vías pavimentadas, el cual permite que el tránsito vehicular se lleve a cabo de manera correcta, con un flujo constante y espaciamiento adecuado, pero sin embargo existen zonas las cuales ocupan el 25,5% de las vías no pavimentadas, dificultando el pase de los vehículos automotores, teniendo en cuenta su necesidad para momentos de emergencias, movilización de equipos médicos, militares o mercaderías, tardaría en su recorrido a diferencia de una buena vía correctamente diseñada y asfaltada. Esto se debe a que se encuentra toda la agricultura y ganadería el cual se exporta dentro y fuera del país.

Teniendo así, un aumento de la población cada año en un porcentaje notorio, nos coloca en tener la necesidad indispensable de contar con vías moderadas las cuales son planteadas y financiadas por las entidades gubernamentales como regiones, local y centro. Es por tal motivo que el realizar la pavimentación de una calle o vía principal es de suma importancia en esta zona, teniendo en cuenta estos datos de suma importancia podemos proceder a la aplicación de un aditivo el nivel del suelo en la sub rasante, la cual es la carpeta de mayor importancia en el pavimento. Para este proyecto de investigación se optó por la implementación de las cenizas de caña brava, de tal forma que se estudió el tipo de suelo que tenemos,

por tal motivo fue necesario para poder contrarrestar las deformaciones ocasionadas por el paso de los vehículos de mayor pesaje, estos al circular dirigen el peso de su carga de manera puntual hacia las carpetas que conforman el diseño del pavimento, llegando así hasta la sub rasante y dejando a su paso múltiples fallas las cuales fueron analizadas con un índice de condición en el pavimento.

Con el uso de este material reciclable se tuvo como objetivo el poder mejorar alguna de las propiedades de nuestro suelo a nivel de terreno natural o subrasante en el distrito de Pativilca-Barranca, aprovechando esta materia prima la cual es mal reubicada después de su uso en botaderos y/o ríos o canteras, reutilizándolo en este proyecto reduciendo así la contaminación en la zona siendo una alternativa eco amigable dentro de la Ingeniería Civil.

Internacionalmente, se han suscitado a través de las investigaciones nuevos alcances para tratar este tipo de problemas que presentan las subrasantes y así causar el reforzamiento de la subrasante, mencionando a uno de ellos, Ecuador, país que también presenta suelos arcillosos y que por consiguiente está presente el problema de la resistencia, por ello utilizó cenizas de carbón para tratarlo, así también, Colombia, que se han propuesto a utilizar cal y ceniza volante, incluso en Colombia, utilizan ceniza de carbón, asimismo se activan alcalinamente, para que de esta manera se pueda estimar las mejor performance para su implementación en vías no pavimentadas.

Lo que significa este tipo de investigación para la sociedad en estos países, es la mejora de calidad en este servicio, pues transportarse en vías pavimentadas seguras es una necesidad social, generando desarrollo de la misma; a lo largo del tiempo, se ha ido buscando mediante las investigaciones, la manera de ir optimizando la infraestructura vial; con el fin de cumplir con la mejor performance, en otras palabras, el desempeño que deben cumplir los pavimentos deben ser los mejores para la comodidad del usuario y así buscar el desarrollo de sus países.

Actualmente, en el Perú y sus regiones hacen que se presenten muchos escenarios y desafíos en la construcción, y en el contexto de la infraestructura vial se optan por soluciones provenientes del mismo lugar donde la construcción se encuentra,

donde se busca que los pavimentos cumplan con lo que el usuario necesita y en el tema de la subrasante la resistencia que los suelos presentan hace que se deriven comportamientos inadecuados en el desempeño esperado del pavimento, esto genera mantenimientos prematuros y desgaste del pavimento en consecuencia reduce la vida útil del pavimento.

Ya conociendo lo antes mencionado en Amazonas, utilizan subproductos derivados de la quema de carbón ya sea orgánico o inorgánico que son: mineral y vegetal, esta última se obtiene de las fabricas ladrilleras, mejorando las capacidades mecánicas del suelo ante cargas estáticas o móviles también llamadas capacidad portante, en Huancayo optaron por ceniza vegetal proveniente de los fabricantes de ladrillo artesanal, mostrando buenos resultados, en Lima, estudios demostraron que la utilización de una arcilla integrando ceniza de madera en cantidades ya establecidas aumenta el CBR.

Lo que va a generar los aportes revolucionarios, en la mayoría de veces y más aún, en donde se necesita buscar ser eco amigables en las construcciones, se toma como una de las partes importantes, aprovechar los recursos con los que se cuenta in situ, esto debido a que aparte de ser un factor económico, trae consigo una propuesta sostenible de nuestros recursos naturales.

El distrito de Pativilca – provincia de Barranca, no es indiferente ante este tipo de problema, estos son exportados a nivel nacional utilizando las carreteras como una de sus vías principales debido a que las avenidas interiores se encuentran en trocha, como una solución se realizaran estudios previos al terreno para conocer sus características.

Con lo mencionado anteriormente, procederemos a realizar la formulación de los problemas generales, problemas específicos, justificación de la investigación, objetivos generales, objetivos específicos y finalmente las hipótesis generales y específicas.

Por todo lo mencionado y para llevar a cabo la investigación se planteó como problema general ¿Cuánto mejora la subrasante con la incorporación de ceniza de caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021? Lo cual conllevó a los problemas específicos ¿Cuánto es la máxima densidad seca del suelo con la incorporación de ceniza de caña brava brava en la subrasante, en el distrito de Pativilca – Barranca 2021? ¿Cuál es el contenido óptimo de humedad del suelo con la con la incorporación de ceniza de caña brava en la sub rasante, en el distrito de Pativilca – Barranca 2021? ¿Cuál es la capacidad portante del suelo con incorporación de cenizas de caña brava en la sub rasante, en el distrito de Pativilca – Barranca 2021? Para un claro panorama de la investigación.

La justificación técnica el presente proyecto tiene como finalidad beneficiar a los pobladores del distrito de Pativilca – provincia de Barranca – departamento de Lima, debido a que este tramo es de difícil acceso para la población que pertenecen a este sector. El mejoramiento de una subrasante o terreno natural es de vital importancia ya sea para construcciones de viviendas o de carreteras ya estas recibirán las cargas y movimientos sísmicos, es por ello que se debe realizar estudios de suelos para obtener la capacidad portante del suelo, al saber su valor se puede saber si es óptimo o si necesita algún reforzamiento, dicho valor es inversamente proporcional a los fallos o deformaciones del suelo es decir a mayor capacidad portante menos serán las deformaciones, en el campo de pavimentos ayuda a reducir los fallos por asentamientos entre otras más, a lo largo del tiempo se descubrieron maneras de reforzar el suelo o subrasante, en la actualidad se tiene las geomallas, cal y muchas más pero estas tienen un alto valor adquisitivo es por ello que se optó por la ceniza de caña ya que esta es eco amigable y a su vez logran mejorar las propiedades del suelo. Al implementar las cenizas de caña brava se pretendió obtener conocimientos de mejora para las características físico mecánicas que presenta nuestro suelo, además apreciamos cómo se comporta el mismo al agregar ciertos porcentajes del estabilizador propuesto, así como también conocer a fondo los ensayos más comunes que permiten realizar un estudio del suelo. Por tal motivo, al realizar la ejecución de un pavimento de cualquier clase, esta pueda cumplir con el tiempo de vida estimado y con todos los beneficios que se le conoce, a su vez teniendo como referencia el diseño existente y sus posibles fallas más comunes que evitaremos con nuestro proyecto. Esta alternativa práctica mejora el suelo a nivel de sub rasante.

Justificación social este proyecto tuvo como ámbito social cambiar la mentalidad de las personas lo cual se han dedicado solo a la siembra y los productos agrícolas lo cual no ha sido de una buena perspectiva en el desarrollo de la urbanización donde se encuentran, mi proyecto sirve para que ellos puedan solicitar un mejoramiento de la trocha que está en pésimo estado.

Además, es preciso mencionar la justificación ambiental La elaboración de la caña brava como incorporación sirve mucho al consumo de otros productos que netamente contaminan directo al medio ambiente, porque normalmente este producto es muy poco usado en la ciudad y así también promover el uso de nuevas incorporaciones para cambiar la visión de los materiales que normalmente se usa, de esta manera aportaremos en la disminución del cambio climático que afecta mucho hoy en día.

Por otra parte, la Justificación teórica que esta investigación, dará alguna recomendación técnica científica sobre el comportamiento de la subrasante con la incorporación de la caña brava, este estudio es importante llevar a cabo, ya que tiene el conocimiento empírico de los pobladores de la urbanización la florida que se consolidara a un más para fines de este proyecto, favoreciendo y cabe recalcar que esta es una zona cerca a los sembríos agrícolas.

Teniendo así en la investigación como objetivo principal analizar la influencia de la incorporación de ceniza de caña brava en el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021; es por ello que se plantearon como objetivos específicos; determinar la máxima densidad seca con la incorporación de ceniza para el mejoramiento de la sub rasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021. Determinar el óptimo contenido de humedad con la incorporación de ceniza de caña brava en la sub rasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021. Determinar la capacidad portante del suelo con la incorporación de ceniza de caña brava en la sub rasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021.

Para la presente investigación presentada fue oportuno generar la hipótesis general; la incorporación de ceniza de caña brava mejora la sub rasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021. Por ende, las hipótesis específicas; la

incorporación de ceniza de caña brava disminuye la máxima densidad seca de la sub rasante en el distrito de Pativilca - Barranca 2021. La incorporación de ceniza se caña brava aumenta el contenido de humedad de la sub rasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021. La incorporación de ceniza de caña brava aumenta la capacidad portante de la sub rasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021.

.

## I. MARCO TEÓRICO

Gavilanes B. (2015), cuyo propósito fue el análisis del suelo para poder mejorar sus propiedades físicas - mecánicas teniendo como finalidad aumentos en la resistencia y durabilidad, para un mejor comportamiento ante las cargas aplicadas los componentes más comunes para la estabilización del suelo eran el asfalto, cal y cemento. Obteniendo como resultados después del ensayo correspondiente de suelos y según las normas internacionales de estabilización de suelos se recomendó utilizar cemento, además que disminuía la relación del suelo natural conforme se realizaba cada ensayo de índice de plasticidad.

Gonzales (2014), cuyo objetivo fue estabilizar un suelo de tipo cohesivo utilizando minerales como combustible que al ser cremados obtiene la ceniza de fondo y la ceniza volante, esta última se consideró como puzolana artificiosa, donde se formó la hipótesis que dicho material podría ser utilizado como un agregado estabilizador en suelos de tipo cohesivos, de esta forma se buscó la manera de comprobar si era posible de poder realizar, por lo cual se recolectó una cantidad de muestras del suelo, cal y cenizas volantes. Dicha hipótesis se plasmó al laboratorio en donde se realizó distintas pruebas y ensayos como Proctor, pruebas de corte directo, gravedad específica, límite de Atterberg, valor soporte california o CBR, granulometría, triaxial y permeabilidad. Con dichas muestras se le dio un porcentaje dentro del ensayo, silt 80%, lime 3%, fly ash 17% y silt 80%, lime 5%, fly ash 15%. Finalmente obteniendo los resultados del ensayo se determinó que resulta totalmente factible utilizar cal y ceniza volante como estabilizador de suelos.

Caamaño I. (2016). Cuyo objetivo fue mejorar de manera experimental sus propiedades tanto físicas, como mecánicas del fundación el cual era un suelo blando en la sub rasante implementando ceniza de la cascarilla de arroz, con la única finalidad de obtener una capa con soporte estable para el diseño de la estructura pavimentada, realizando ensayos previos de resistencia y clasificación como indica los parámetros de índice de suelos. Los resultados obtenidos demostraron que las cenizas de cascarilla de arroz contribuyen de manera positiva a la reducción de la plasticidad reflejando el menor porcentaje de plasticidad, comportamiento y consistencia en la sub rasante.

Cañar (2017), Su objetivo fue estabilizar dos tipos de suelos que poseen diferentes composiciones que mediante la combinación de aditivos, con cenizas de carbón para por consiguiente evaluar el comportamiento mecánico y a su vez la resistencia al corte mediante los ensayos realizados en el laboratorio, el estudio realizado fue de carácter experimental; las muestras pertenecientes a los cantones de Ambato y Puyo realizándoles ensayos de granulométricos y límites de (Atterberg) para poder identificar a que tipo de suelo pertenece para posteriormente determinar su capacidad de soporte a través del ensayo de compactación del Proctor modificado, posteriormente se procedió a agregar el aditivo de ceniza con un porcentaje del 20%, 23% y 25% dónde se concluye que la adición de dicho elemento influyen favorablemente en los suelos con las características expansivas como es el caso de la arcilla que debido a la mezcla formó una masa consistente, lo que hizo posible que vaya aumentando el grado de compactación de este suelo esto refiere el incremento del CBR y SU RESISTENCIA AL CORTE su resistencia al corte no obstante se requiere proporciones elevados de cenizas.

Parra (2018) con el objetivo mejorar el suelo de fundación mediante ensayos que pudiera medir mediante y comparar adicionando ceniza volante y cal, por lo cual el estudio que se realizo fue de carácter experimental, los ensayos fueron sin adición de aditivos y posterior mente se aplicó ceniza volante y cal al 8%, 6%, 4% y 2% optando como base el ensayo de Proctor estándar donde se realiza con una energía de compactación media con un suelo tipo (caolín) cuyos resultados demuestran que la cal ofrece un mejor comportamiento en la resistencia para un tipo de suelo caolín, con respecto a las máximas deformaciones y esfuerzos, por otro lado la ceniza no proporciono alguna mejoría relevante al suelo; se resalta que la aplicación de esta misma al suelo mejoró su comportamiento a la tracción, pero no supera los resultados obtenidos con cal, por lo que sus datos adquiridos precisan a la cal como una de mejor alternativa a la mejora de diversos tipos de suelos.

Gonzales C. (2018). Cuyo objetivo principal fue desarrollar una metodología nueva para estabilizar suelos con materiales de cantera en el distrito de mi Perú, mezclando cal, cemento y ceniza volante para poder mejorar la subrasante. Se consideran proporciones de acuerdo a los estudios previos, aplicando así 6%, 25%, 16% de ceniza volante, con la cual se busca aumentar su resistencia en un 3% con



cemento y con 1% de cal para aminorar la plasticidad. Obteniendo como resultados la mejora mecánica en las propiedades mecánicas del suelo, con respecto a los materiales de cantera, concluyendo así que resulta conveniente implementar los materiales antes mencionados como una opción económica y viable como estabilizador de un tipo de suelo (GM) por lo cual se prefiere utilizar como material en las capas del pavimento flexible o rígido si requiere mejora. El conjunto de los estabilizadores con materiales de cantera tiene un funcionamiento correcto, de esta manera aminoran el porcentaje de los efectos ocasionados por la plasticidad.

LEIVA R. (2016). Cuyo objetivo fue estabilizar un tramo de baja plasticidad y baja capacidad pórtate, por lo cual utilizaron dos soluciones: estabilizar el suelo o cambiarlo por material de préstamo. En el segundo tramo encontraron suelo GA, con una progresiva en el KM 0+100 al KM 0+230 demuestra un 95% de CBR, 12.5% de M.D.S. por lo tanto se concluye que no necesita estabilizador. Obteniendo como resultados finales un porcentaje de 4.15% de CBR, respecto al 95% de densidad máxima seca y un 6% de peso seco del suelo al adicionar las bolsas de polietileno fundido. Pasando por la malla el material del tamiz 3/4" siendo retenidos en el tamiz de 3/8", como resultado produjo un aumento de 7.98% del 95% de CBR en la densidad máxima seca por el motivo de que el estabilizador se aplicó en forma de grumos aplicando así sus propiedades a la flexo-compresión reduciendo en un 36.85% de la expansión del suelo.

Ramos H. (2014) cuyo objetivo de estudio fue la estabilización del suelo con material reciclado el cual fue botellas descartables plásticas de tipo PET brindándoles un nuevo uso a dicho material. Según LA información obtenida por la organización de las manos productivas en Villa el Salvador – Perú, nos dice que cada día se genera 140.00 kg de botellas plásticas, reciclándose solo un 20% y lo demás termina en botaderos, ríos o calles. al adicionar dichos materiales se obtiene una mejora en sus propiedades tanto físicas y en sus propiedades mecánicas del terreno en su nivel natural, la información nos demuestra la presencia de gran cantidad de arcilla, teniendo una granulometría fina y careciendo de sus partículas de mayor diámetro el cual es muy bueno e importante para la capacidad portante, al implementar el PR a un 1.5% del suelo, con una dimensión desde 5mm a 10mm en una forma rectangular, se observa un aumento del 26% del CBR originado por

el (PET) el cual por ser un material muy resistente al adicionado al terreno natural genera un aumento en la fricción y resistencia al corte.

Apolinares (2018), cuyo objetivo fue determinar el comportamiento de la subrasante al mezclarlo con ceniza vegetal en la avenida Huancayo – Jauja. La problemática que presentaba la vía en estudio fue deterioros como ahuellamiento, asentamiento, baches y ondulaciones en el pavimento esto a consecuencia de que el terreno de fundación tiene baja capacidad portante. Optando como alternativa de solución la ceniza vegetal los cuales se extrajeron de los hornos de ladrillos artesanales, la proporción asignada fue de 35% de ceniza vegetal, teniendo un incremento en el CBR de la subrasante de un 24%.

Quispe. (2019), cuyo objetivo fue estudiar cómo se comporta mecánicamente la arcilla con la adición de cenizas de madera en su reacción al comportamiento mecánico, una de las problemáticas que se obtuvieron en su investigación fue como se podría mejorar el suelo de fundación con respecto a su capacidad portante debido a que en los sectores en la parte selva peruana el suelo está compuesto de arcilla lo cual afecta directamente a todo tipo de pavimentos, por este motivo el autor busco incrementar el CBR de la arcilla incorporándole ceniza procedente de las ladrilleras artesanales, los resultados llegaron a la conclusión de la ceniza podría ser utilizado como un agregados que mejora en cierto grado los suelos arcilloso, los cuales se pueden implementar no solo en carreteras sino que también en la estabilización de taludes entre otras ares de la ingeniería civil.

Hussam (2015), Tenían como problema la presencia de suelos hinchados en la subrasante estos suelos hinchados (arcillas expansivas) presentan variación en el volumen, es por ello que posteriormente provocan fallas en las distintas capas del pavimento y decidieron estudiar la posibilidad de utilizar geomallas de refuerzo para reducir la cambios producidos por estos suelos, dándole un buen resultado, por lo que es muy importante reforzar la subrasante porque esta parte es de vital importancia y se realizaron 18 ensayos divididos en dos grupos: la serie de pruebas estáticas y la serie de pruebas cíclicas, de los cuales las pruebas estáticas concluyeron que con la geomalla de refuerzo hay un aumento en la capacidad de carga de aproximadamente 20% y 40%.

S. Riaz, N. Aadil y U.Waseem (2014), cuyo objetivo era estabilizar el subsuelo donde posa el suelo de fundación mediante técnicas de mejoramiento del suelo. El mejoramiento y estabilización de estos suelos se basa en la combinación de químicos como la adición de cal y cemento donde se obtiene un efecto beneficioso sobre sus propiedades de ingeniería, en términos generales, el objetivo es incrementar la estabilidad, impermeabilidad y capacidad de carga en este estudio, Se utilizó cal y cemento Portland ordinario, variando los porcentajes que se agregan, cemento de 2% a 8% y cal de 4% a 15%, lo que lleva a concluir que la aplicación de cemento y cal muestra una mejora en UCS y CBR donde Se destaca que el cemento presenta mejores resultados con menos adición que la cal.

Muhammad (2014), tuvo como objetivo mejorar el suelo a través de lo que tiene disponible localmente, buscó aditivos para la subrasante, teniendo a mano la ceniza de paja, fibra recron, arena triturada y arena tibia, entonces procedió a estudiar y evaluar el desarrollo de estos aditivos. en la resistencia de los suelos y con sus porcentajes añadidos y se demostró la incorporación de ceniza de paja, arena triturada y fibra recron es un método eficaz para incrementar su CBR y UCS y que la arena de tibia puede utilizarse hasta 5% del peso seco del suelo para incrementar CBR y UCS. Por lo tanto, es posible aprovechar lo disponible en la localidad para reducir costos y aprovechar lo disponible.

Laboret, Magalí (2018), cuyo objetivo fue el reforzamiento de suelos de suelos blandos saturados con la incorporación de geotextiles para así incrementar la resistencia a la atracción y un mejor comportamiento hidráulico, dichas propiedades lo generan la utilización del geotextil. La investigación fue de carácter experimental y documental, donde se tomaron muestras de agregados granulares y suelos blandos para los ensayos, se realizaron diversos ensayos entre ellos fueron, ensayos de CBR, estabilización mediante geo sintéticos, ensayo hidráulico entre otros más. los resultados que se obtuvieron demostraron que al utilizar los geotextiles aumenta su capacidad portante del suelo y su estabilización para suelos de elevada napa freática el cual se puede utilizar como refuerzo de subrasantes, entre otros más, Llegando a la conclusión que el geotextil al ser un elemento compuesto de polímeros tiene alta resistencia a los cambios de temperatura y sirve como un refuerzo eficaz para suelos de inestables y de alta saturación.

Morales Eduardo y Pailacura, Carlo (2019), cuyo objetivo fue estabilizar un suelo de manera experimental y documental, se tomó como zona de estudio al sector de Antofagasta – Chile, donde se obtuvo las muestras de tres calicatas las cuales se sometieron a los estudios de suelos como la granulometría, Proctor Modificado, CBR, entre otros más. Obteniendo como resultado del producto al agregarle cloruro de calcio al terreno de fundación logran un aumento en las propiedades mecánicas del suelo. Con una dosificación del 1% y 1.5% al suelo da un aumento significativo a la capacidad portante del suelo. Se llegó a la conclusión que el suelo que es estabilizado con Cloruro de Calcio tendrá un comportamiento más eficiente y estable a comparación del terreno o subrasante natural.

Jiménez, Yolanda; Bastidas, Marlon y Consuegra, José (2019), teniendo como objetivo aminorar los efectos producto de la extracción de carbón empleándolos en la estabilización de suelos para infraestructura vial. El estudio empleado fue de tipo experimental y documental, el estudio fue realizado en la localidad de Maicao, Riohacha – Colombia, donde se tomaron muestras de tres diferentes tipos de suelo los cuales se caracterizaban por su baja resistencia, se realizaron 3 calicatas para los ensayos, las muestras fueron sometidas a diversos de ensayos para medir su granulometría, el comportamiento a la compactación y sus contenidos de humedad entre otras más. Los resultados de los ensayos se utilizaron en el desarrollo durante el uso de Algoritmos Evolutivos (AEMO) la cual permitirá medir de forma numérica en porcentajes adecuados para el agregado de cal y cemento que se añadirá a mezclas de residuos o insumos para ser añadidos a las distintas capas del pavimento. Se concluyó que el resultado que al ser favorable la incorporación de carbón aplicados para la estabilización del suelo, esta misma ayuda a presentar una mejora del terreno, de esa manera se brinda la recomendación de poder ser aplicado este proceso respetando los criterios que se tomó en la investigación.

## II. METODOLOGÍA

### 3.1. Tipo y diseño de investigación

#### Tipo de investigación:

La presente investigación es de tipo aplicada, por lo que se buscó determinar una dosificación adecuada de ceniza de caña brava para mejorar la plasticidad, resistencia y compactación a nivel del terreno de fundación en el Distrito de Pativilca – Barranca – 2021.

La presente investigación busca la aplicación para de la ceniza de caña brava, como alternativa de reforzamiento para la subrasante teniendo como problemática la incorporación inmediata aplicada de forma proporcional sobre una realidad de contexto concreto.

La presente investigación es aplicada, ya que se tomó en cuenta investigaciones realizadas y comprobadas, además busco dar solución a los problemas que presenta el suelo a usarse como subrasante, principalmente la estabilidad que este debe tener para ser un suelo adecuado.

#### Diseño de investigación:

El diseño del presente proyecto de investigación es experimental, de tipo cuasi experimental, ya que se hace manipulación intensional a los porcentajes de dosificación con ceniza de caña brava (5%, 10% y 15%) en la subrasante, con el objetivo de analizar su influencia en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante.

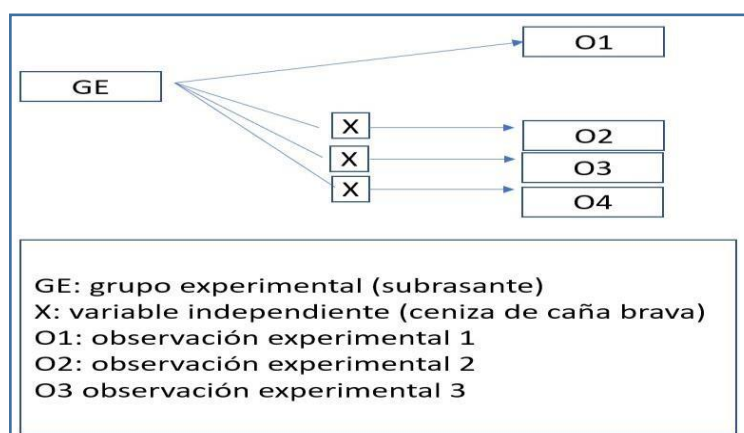


Figura 1. Esquema de diseño

## **Nivel**

Según Hernández y Batista, (2015) Para ser carácter explicativo debe ser un proyecto de investigación experimental la cual tenga dos y/o más variables en la cual la investigación tiene como finalidad de explicar la relación que existe entre la causa – efecto entre las variables.

Esta investigación es de nivel explicativo dado que manipulo el porcentaje de las cenizas de caña brava para obtener un mejor resultado.

## **Enfoque**

Según Hernández y Batista, (2015), “el enfoque cuantitativo tiene como orden una secuencialidad y tiene como objetivo la demostración. Cada secuencia antecede a la siguiente y no se puede evadir o quitar algún procedimiento ya que el orden es estricto, pero se puede volver a complementar algunas fases”. Para el desarrollo del presente proyecto se tomaron dos variables, las cuales eran dependiente e independiente con un enfoque cuantitativo.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **Variable independiente**

Redundando en el nombre se manifiesta que la variable no depende de otra, el atributo que caracteriza a esta variable es que otra depende de esta. En el presente proyecto de investigación la variable independiente se tomó a la ceniza de caña brava, Las diferentes cantidades de cenizas de caña brava reciclada se adicionarán respecto al volumen de la muestra para luego realizar ensayos en el laboratorio con el objetivo de lograr un incremento en la capacidad portante, a su vez reducir el contenido y disminuir el índice de plástico de la sub rasante, teniendo como indicadores: s + 5% de ceniza de caña brava, s + 10% de ceniza de caña brava, s + 15% de ceniza de caña brava (ver anexo 1).

#### **Variable dependiente**

Redundando en el nombre se manifiesta que dicha variable depende de otra, en especial de una independiente, ya que se encuentran condicionadas de las mismas. El presente proyecto de investigación tuvo a la subrasante como su variable dependiente, Las propiedades que más destacan como características principales de la sub rasante son la plasticidad, la capacidad portante y el contenido de humedad, teniendo como indicadores, índice de plasticidad, capacidad portante, optimo contenido de humedad del suelo (ver anexo 1).

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

Para la población se consideró a un conjunto de elementos como, ejemplo; autos, suelos, provincias, plantas, arboles, vías terrestres, entre otros más; se determinó la población por sus características específicas que complementan a la investigación. En esta investigación se tomó como población a toda la sub rasante de la vía no pavimentada de la calle La Florida en el Distrito de Pativilca – Provincia de Barranca (ver anexo 6 L-1)

#### **Muestra**

Definimos a la muestra como el instrumento limitado por la población de estudio ya que de ella se obtendrán medir y analizar los resultados. Llega a ser un elemento fundamental, la cual es parte de la dimensión poblacional dado a los atributos significativos de carácter no probabilísticos o probabilísticos que sirven de pieza clave en la investigación sobre el tema.

Tamayo y/o tamayo (2006), conceptualiza la muestra cómo, el conglomerado de procedimientos que se realizan con el fin de estudiar la distribución de determinadas características de una población o universo partiendo de la observación de una porción de población considerada como objeto de estudio. Al respecto podemos señalar que la muestra toma un papel importante dentro de una investigación ya que con ella se puede obtener resultados medibles y por ende afirmar o rechazar las hipótesis planteadas en la investigación con la cual permitirá explicar los fenómenos que estudiamos de manera específica.

Con respecto a Martins y Palella (2008) define a la muestra cómo, una fracción o subconjunto de una población la cual permita extraer características o resultados específicos medibles para que sean lo más exactas a la hora del análisis.

Cabe mencionar que, la carretera del presente estudio presenta un ESAL de bajo volumen, con un IMDA entre los <200 vehículo/día para una calzada de 2 (01) calcatas por 1kilometro a una profundidad no menor de 1.5 metros de subrasante. (Tabla 1)

**Tabla 1. Número de Calicatas**

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

Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

Resaltando también que, para el tipo de carretera de la presente investigación, se debe realizar un (01) ensayo de CBR por cada 3 kilómetros como mínimo, según se menciona en el manual de carreteras – suelos y pavimentos.

Según el manual de carreteras, cada 1 kilometro se realizó, 1 CBR y 01 calicatas, también se realizaron 3 ensayos, los cuales fueron; 01 Proctor modificado, 01 CBR y 01 atteberg (limite plástico y limite líquido, para determinar sus propiedades mecánicas y propiedades físicas. Se ha considerado a 200 metros lineales de la sub rasante de la calle la florida del distrito de Pativilca – Barranca, como muestra para la presente investigación.(ver anexo 6)

**Tabla 2. Número de ensayo de CBR**



Fuente: Manual de Carreteras – Sección de Suelos y Pavimentos

Tipo de Carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

**Tabla 3. Muestra de resultados de CBR**

			No. De ensayos			
			Patrón	3% de sikca dultiseal SG y 97% delechada asfáltica	6% de sikca dultiseal SG y 94% delechada asfáltica	10% de sikca dultiseal SG y 90% delechada asfáltica
Ensayo en mezcla	Propiedades	CBR	1	1	1	1
Total			4			

Fuente. Elaboración propia

## **Muestreo**

Denominando así a la selección de la muestra que toma el investigador el cual se describen los procesos para su obtención. Las muestras de forma no probabilística serán llamadas también muestras dirigidas, suponiendo el procedimiento que será seleccionado en una orientación con las características presentadas en la investigación, siendo comparada con un criterio de generalización estadística.

Teniendo en cuenta lo antes descrito sobre el muestreo, en el presente proyecto de investigación se optó por un muestreo no probabilístico, dado que las muestras de estudio son seleccionadas de forma crítica por el investigador, tomando como punto de observación el estado de las vías de acceso vehicular así como el comportamiento de la subrasante ante las cargas para la cual se eligieron realizar 4 calitas en puntos estratégicos, respetando las especificaciones de las normas que establece el manual de carretera del MTC. (ver anexo 7).

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

Según Arnal, Del Rincón y La Torre (2003), explican que la recolección de datos hace alusión al [...] utilización de grandes variedades de herramientas y técnicas las cuales el analizador puede utilizar para llegar a desarrollar sistemas de información, dichos sistemas tienen patrones y estados de medición que pueden ser encuestas, entrevistas, cuestionarios, observaciones, diagrama de flujo y también el diccionario de datos.

En este proyecto de investigación, se aplicó la técnica de recolección de datos perteneciente a una observación experimental, en la cual se utilizan fichas técnicas para la recolección de la información de los respectivos ensayos de laboratorio que se realizaron para después analizar e interpretar los resultados.

#### **Técnicas e instrumentos**

Las técnicas hacen alusión a la forma en la que se adquieren los datos y los instrumentos son los mecanismos o herramientas con las cuales se obtienen la información requerida para la investigación. (Sampieri et al., 2016: 199). Para la adquisición y organización de datos que se utilizaron en este proyecto de investigación en los cuales se tomaron diversos aspectos teóricos y prácticos los cuales pertenecen a los ensayos de los laboratorios especializados en mecánica

de suelos a los ensayos en laboratorios especializados en mecánica de suelos con sus respectivos instrumentos, siendo de carácter cuasi experimental, debido al requerimiento de las propiedades de la subrasante, según sus indicadores (5%, 10% y 15%), los cuales se encuentran dentro de los estándares establecidos para cada ensayo en particular.

Siendo dicho proceso de suma importancia debido a que describe los estudios o procesos a los que se sometieron los datos anteriormente recolectados por medio de los instrumentos y las técnicas que se utilizaron.

Instrumento

- Ficha de recolección de datos
- Ficha de resultados de laboratorio

**Tabla 4.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Descripción	Técnicas	Instrumentos	Fuente
Incorporación de ceniza de caña brava	Observación directa	Ficha de recolección de datos	
Análisis granulométrico	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio ( )	NTP 400.012 (2013)
Limite liquido Limite plástico	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio ( )	NTP-339,129 (2000)
Máxima densidad seca	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (Proctor modificado)	NTP-339,127 (2000)
Contenido de humedad	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (Proctor modificado)	NTP-339,127 (2000)
CBR	Observación experimental	Ficha de resultados de laboratorio (CBR)	(ASTM D, 1883 – MTCE ,132)

Fuente: Elaboración propia.

### Validez

Se dice que la validez de los instrumentos se entiende como: “[...]. el grado en donde los instrumentos pueden medir a las variables” (Sampieri et al., 2016: 201).

Un análisis realizado de manera correcta, a la par con la interpretación, permitirá regresar al inicio del problema plantado, con la finalidad de poder recordar que respuesta se originó para determinar los logros alcanzados, objetivos e hipótesis para poder comprobar su invalidación o finalmente validación (ver anexo 3 y 4), donde los aspectos a considerar fueron 15 preguntas respondidas por los expertos del área para así determinar el valor observado con un  $K= 1$

**Tabla 5.** Interpretación del coeficiente de la kappa de validez

<b>Coeficiente de Kappa</b>	<b>Fuerza de acuerdo</b>
<0.00	Pobre
0.00-0.20	Leve
0.21-0.40	Justa
0.41-0.60	Moderado
0.61-0.80	Sustancial
0.81-1.00	Casi perfecta

Fuente. (Landis & Koch, 2010)

### **Confiabilidad**

Para poder analizar los datos del presente proyecto de investigación se realizó en primera instancia de los ensayos anteriormente mencionados en de laboratorio, para poder medir la variable dependiente que en este caso es la subrasante, además se analizó la inclusión de la variable independiente que es la ceniza de caña brava; con dichos ensayos se recopiló datos para examinarlos, culminado este proceso se procedió a responder al problema general y a los problemas específicos antes plantados, así mismos se comprobó las hipótesis antes planteadas, para finalizar se interpretaron los resultados adquiridos.

### **3.5. Procedimientos**

las calicatas que se necesitaban, fueron extraídas a una profundidad no menos a 1.5m del nivel de sub rasante las cuales fueron llevadas al laboratorio de suelos para realizar los respectivos ensayos de LL y LP como lo establece el ASTM, a través de ello se evaluó la mejor opción de los resultados en función al número de ensayos y calicatas.

- Recolección de material (ceniza de caña brava)
- Caracterizar el material

- Elaboración del ensayo de granulometría
- Elaboración del ensayo de contenido de humedad (LL Y LP).
- Elaboración del ensayo de CBR



Figura 2. Ensayo de Proctor modificado, CBR con la incorporación de ceniza

Fuente: *Elaboración propia*

### 3.6. Método de análisis de datos

Los datos seleccionados fueron mediante la observación directa, por lo tanto, se observó a cada una de las pruebas independientemente comparando con los datos obtenidos en laboratorio los cuales a su vez se necesitó para nuestros resultados y realizar las tablas y figuras para discutirlos con la hipótesis. de acuerdo a esta técnica. Se utilizó estadística descriptiva e inferencial.

### 3.7. Aspectos éticos

En los aspectos éticos la presente investigación se caracteriza por el respeto que se da a los diversos autores que compartieron sus investigaciones siendo citados de acuerdo a las normas establecidas, para así poder hallar una solución factible, respetando a las normas y parámetros de no plagio, la presente investigación demostró un compromiso ético y moral al no manipular los datos y resultados, poniendo de manifiesto el compromiso que se tiene a la sociedad así como a la carrera de ingeniería civil ya que es consciente de que los resultados servirán de guía para posteriores investigaciones del tema a las futuras generaciones.

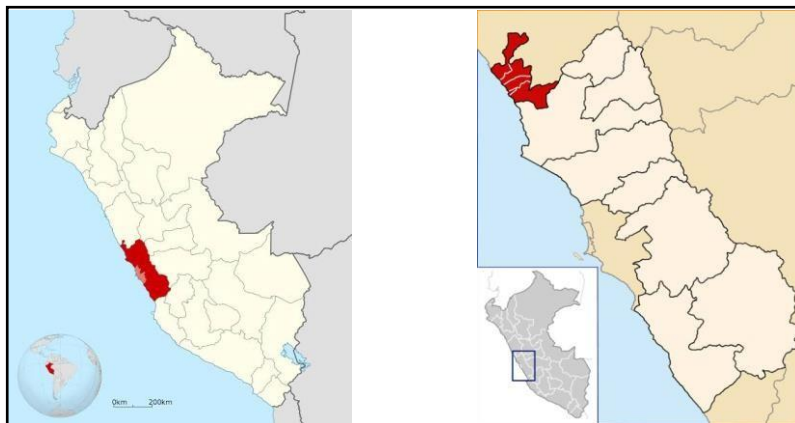
### III. RESULTADOS

#### 4.1 Zona de estudio

##### Ubicación

Se tomo como zona de estudio el distrito de Pativilca – provincia Barranca, ubicada al norte de Paramonga, al sur del distrito de Barranca, al este distrito de Ocros (provincia de Ocros) y al oeste con el océano pacifico. A una altitud de 81 m.s.n.m.

Figura 3. Ubicación de la zona de estudio



Fuente: Google Eart

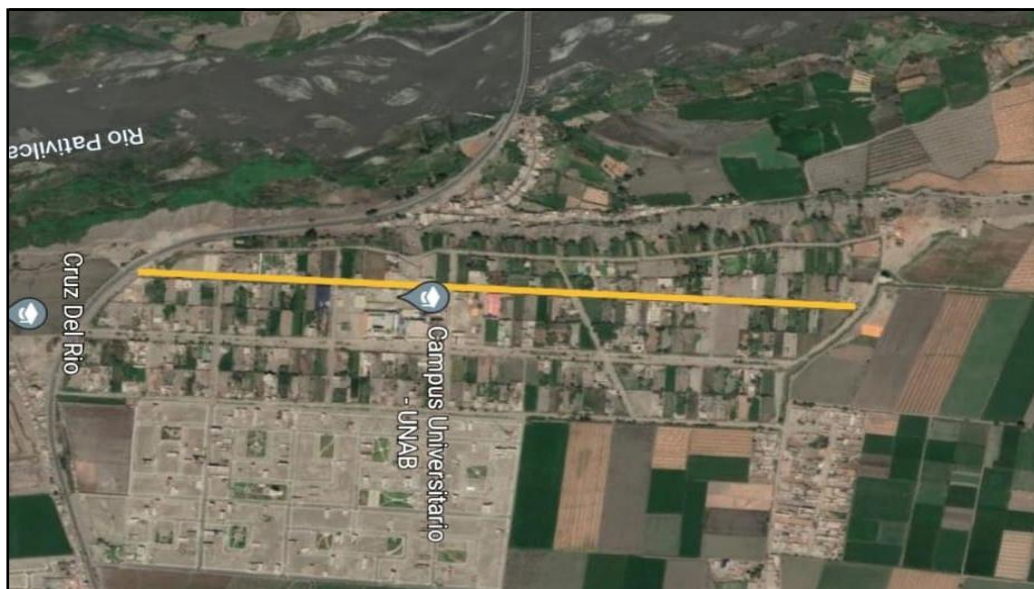


Figura 4. Localización de la zona se estudio

Fuente: *Elaboración propia S*

## 4.2 Trabajos previos realizados

Para este estudio se realizaron 2 calicatas en la urbanización la florida, las muestras obtenidas derivadas de las calicatas se llevaron a un laboratorio, especializado en mecánica de suelos, en donde se realizo el análisis granulométrico, límite de consistencia, Proctor modificado y ensayo de BCR. El ensayo granulométrico sirvió para identificar el tipo de agregados que esta misma comprendía la cual dio como resultados un mayor contenido de finos y agregándose porcentajes del 5% ,10% y 15% de cenizas de caña brava para el desarrollo de los ensayos posteriores.

Tabla 6. Datos de las calicatas C-1 Y C-2

Descripción de calicata – 1:		Descripción de calicata – 2:	
Progresiva	0+283	Progresiva	0+419
Profundidad	1.50 m	Profundidad	1.50 m
Dimensiones	1.10 x 1.10 m	Dimensiones	1.10 x 1.10 m
Lado de vía	Derecha	Lado de vía	Izquierda

Fuente: Elaboración propia

### Ensayo granulométrico por tamizado (MTC E 107 ASTM D 422.)

El ensayo granulométrico permite obtener y analizar los tipos y tamaños de partículas que se encuentran en el terreno de fundación ya que estas pasan por diferentes tamices las cuales están compuestas por mayas de diferentes diámetros estas mismas son estandarizadas por el ASTM D422, según el tipo de estudio que se requiera, ya que se tiene guías de cómo realizar un tamizado adecuado pero dicho procedimiento solo lo puede realizar un especialista del campo de geotecnia, posteriormente cuarteo de la muestra de cada calicata asimismo con ello se pudo determinar el porcentaje de material que se retuvo en en cada malla.

**Tabla 7. Análisis de granulometría por tamizado (C-1)**

Tamiz	Abertura (MM)	Retenido parcial (gr)	retenido acumulado (%)	pasa (%)
3"	76,20	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,525	0,0	0,0	100,0
N°4	4,760	2,2	0,4	99,6
N°10	2,000	7,5	1,2	98,4
N°20	0,840	25,6	4,3	94,1
N°40	0,425	72,6	12,1	82,0
N°60	0,260	166,9	27,7	54,3
N°140	0,106	205,3	34,1	20,2
N°200	0,074	38,9	6,5	13,7
-200		82,3	13,7	0,0

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8. Análisis de granulometría por tamizado (C-2)**

Tamiz	Abertura (MM)	Retenido parcial (gr)	retenido acumulado (%)	pasa (%)
3"	76,20	0,0	0,0	100,0
2"	50,80	0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,10	0,0	0,0	100,0
1"	25,40	0,0	0,0	100,0
3/4"	19,05	0,0	0,0	100,0
3/8"	9,525	0,0	0,0	100,0
N°4	4,760	1,9	0,3	99,7
N°10	2,000	8,4	1,2	98,5
N°20	0,840	32,1	4,6	93,9
N°40	0,425	69,8	10,0	83,9
N°60	0,260	150,2	21,5	62,4
N°140	0,106	263,0	37,7	24,7
N°200	0,074	68,9	9,9	14,8
-200		103,0	14,8	0,0

Fuente: Elaboración propia

La tabla 7 y 8 se puede observar los tipos de mallas por las cuales paso el material de las calicatas; la calicata C -1se observa que el 13,7 % de partículas pasaron por el tamiz N° 200 siendo dicho tamiz el más fino siendo de 0.074mm y



En la calicata C-2 el material que pasa por el tamiz N° 200 es de 14,8%, esto señala que el suelo se caracteriza por ser limoso.

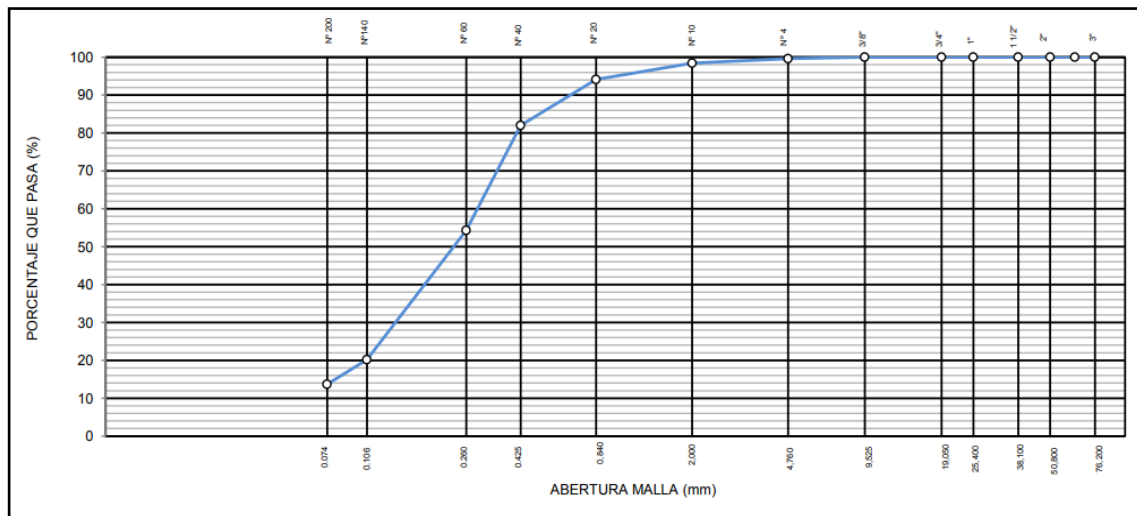


Figura 5. Curva Granulométrica C-1

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Con respecto a la figura 5, el ensayo granulométrico dio a conocer que los materiales compuestos por la calicata uno (C-1), obteniendo como porcentaje de finos un 13,7%, arena 85,9% y un 0,4% de grava.

Con respecto a la muestra extraída de la calicata uno (C-1) en la Urb. La Florida dichas muestras se clasificaron mediante el SUCS dando como resultado arena limos de plasticidad NP y clasificándolo con el AASHTO es un suelo A-2-4 (0)

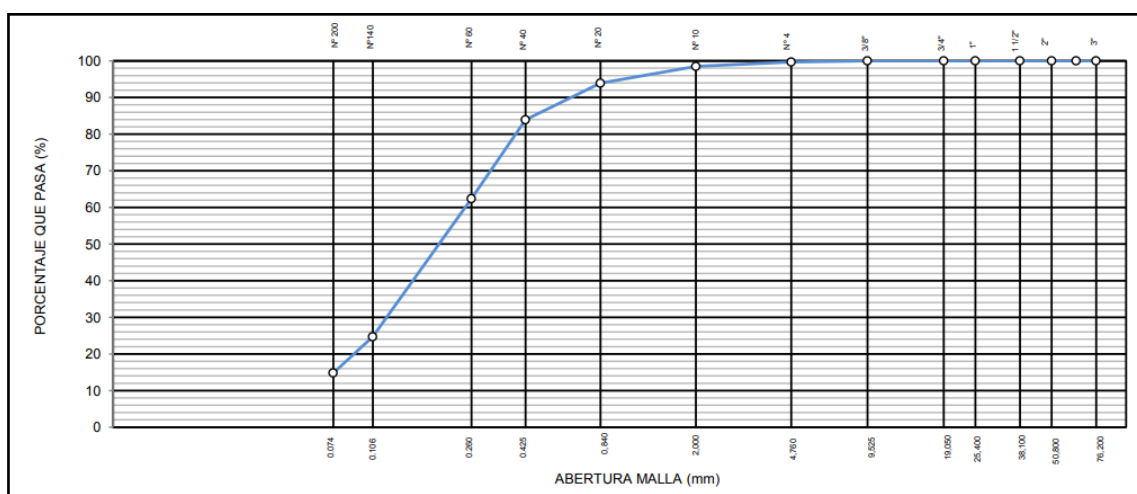


Figura 5. Curva Granulométrica C-2

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

En relación a la figura 5, el ensayo de granulometría obtuvo como resultado que los la composición de material de la calicata dos (C-2), está compuesta de 14,8% de finos, 84,9% de arenas y el 0,3% de grava.

Con respecto a la calicata numero dos (C-2) de la Urb. La Florida los ensayos se realizaron mediante la clasificación SUCS la cual dio como resultado que es un suelo de tipo arena limosa de plasticidad NP y clasificándolo con el AASHTO es un suelo A-2-4 (0)

**Tabla 9.** Contenido de finos

Muestras	Clasificación según (AASHTO)	Clasificación según (S.U.CS)
Calicata C-1	A-2-4(0)	SM
Calicata C-2	A-2-4(0)	SM

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 9 los tipos de suelos de cada muestra son de arena limosa según la clasificación AASHTO A-2-4(0) para la calicata C-1 y C-2.

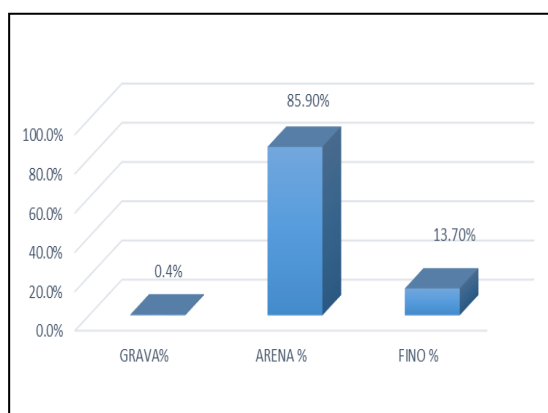


Figura 6: Porcentaje de tipos de material C-1

Fuente: Elaboración propia

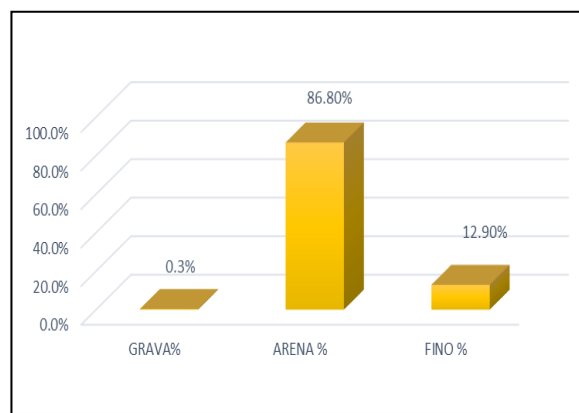


Figura 7: Porcentaje de tipos de material C-2

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las figuras 6 y 7 se puede observar el porcentaje que se tiene de cada material de las respectivas calicatas, en la C-1 tiene mayor porcentaje en arena el cual es 85.9 % y en la calicata C-2 86.8% también mayor en arena.

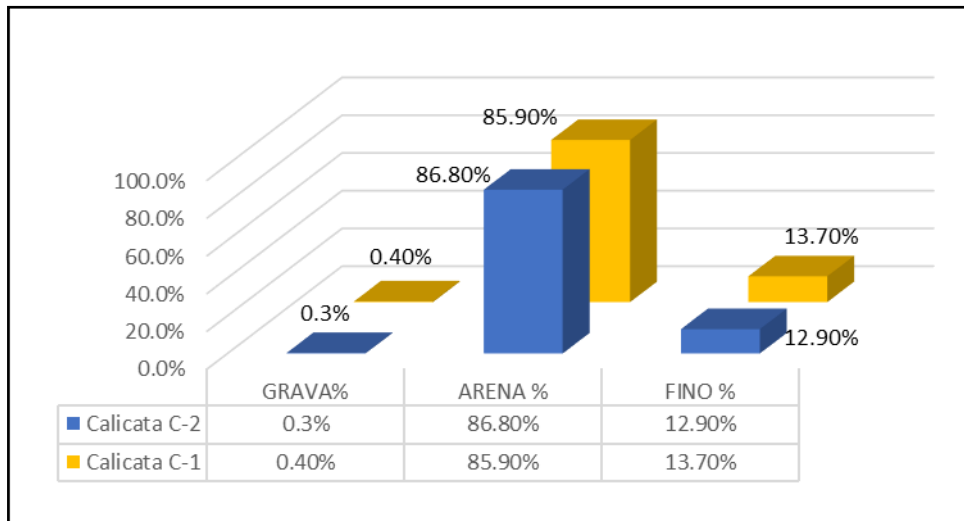


Figura 8: Comparación de Porcentajes de tipos de material C-1 y C-2

Fuente: Elaboración propia

Realizando un comparativa entre los tipos de materiales y porcentajes obtenidos de las calicatas C-1 y C-2 ambas calicatas tienen un mayor porcentaje en arena con 85.9% y 86.8% tal como se puede apreciar en la figura 8.

Se realizaron diversos ensayos para hallar el límite de consistencia así como el límite líquido y límite plástico en la cual se pudo descartar su índice de plasticidad, así mismo la muestra de patrón de la calicata C-1 y la incorporación de cenizas de caña brava al 5% ,10% y 15% tal como se muestra en los siguientes cuadros y figura.

Tabla 9. Límites de atterberg de la calicata C-1

calicata	Límites de atterberg	
C-1	Límite líquido	---
	Límite plástico	NP
	Índice de plasticidad	NP

Fuente: Elaboración propia

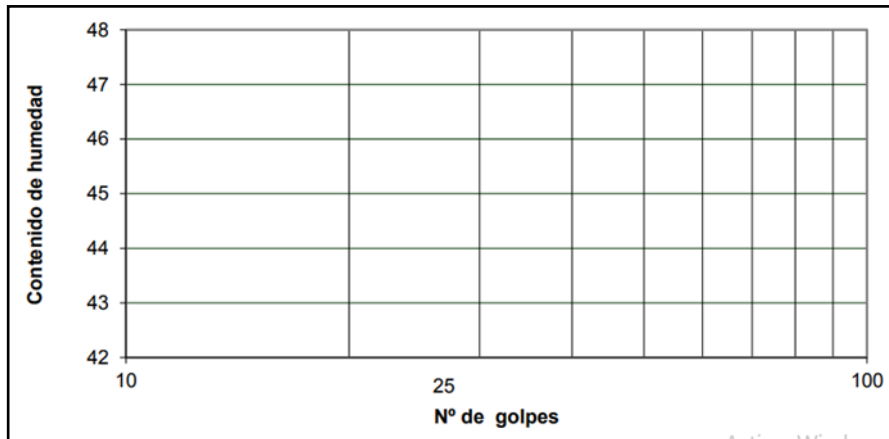


Figura 9. Diagrama de fluidez C-1

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

Se puede concluir que la muestra es un suelo de arena limosa que no presenta plasticidad como se menciona en la norma establecida por el MTC en la cual especifica que los suelos arcillosos tienen un  $IP = 0$  la cual se puede apreciar en la tabla 9. (ver anexo 8)

### 4.3 Máxima densidad seca con la incorporación de ceniza de caña brava.

se realizaron los ensayos de densidad máxima seca en un suelo natural con la incorporación del 5%, 10% y 15% de ceniza de caña brava, la cual se trabajó con el ASTM D-1557-91 método (A).

Tabla 11: Máxima densidad seca de la calicata C-1 al natural

Calicata C-1	Proctor modificado				
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.759	1.775	1.775	1.767
Densidad máxima seca	1.777				

Fuente: Elaboración propia

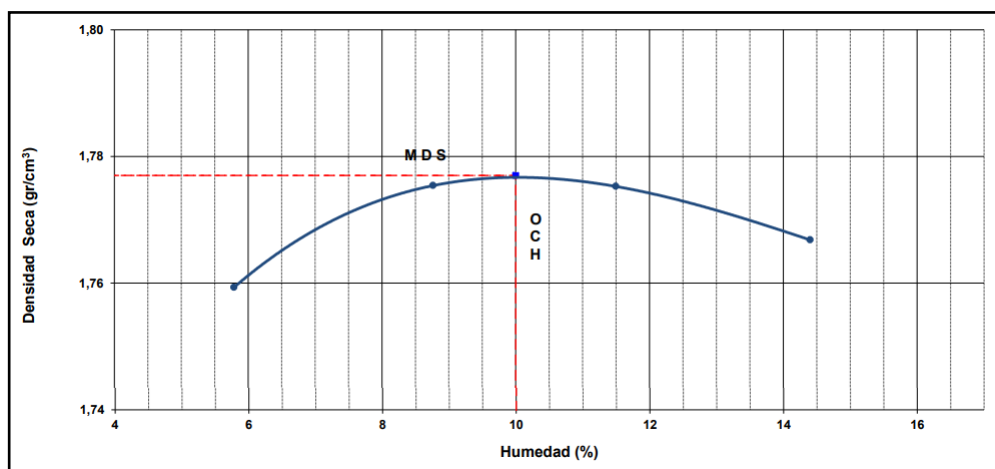


Figura 10. Máxima densidad seca de la calicata C-1 al natural

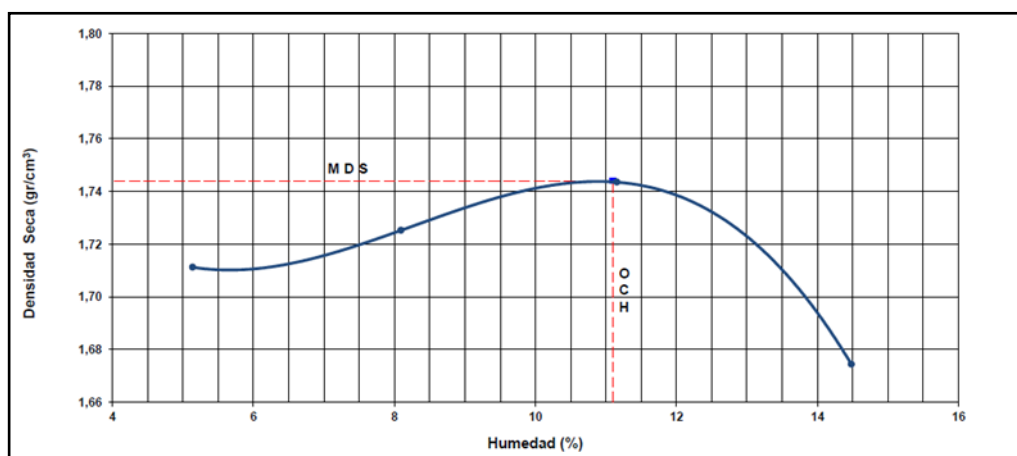
Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

En la tabla 11 se observa los resultados del ensayo del Proctor Modificado en el cual se utiliza energía de alta intensidad realizado a la muestra en su estado natural, de la calicata C-1, el cual da como resultado una densidad seca máxima de 1.77 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 12.** *Máxima densidad seca C-1+5% de ceniza de caña brava*

C-1 +5% C.C. B	Proctor modificado				
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.711	1.725	1.744	1.674
Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.744				

Fuente: Elaboración propia



*Figura 11. Máxima densidad seca C-1 con el 5% de ceniza de caña brava*

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

De acuerdo a la 12 se puede observar los resultados con respecto a los ensayos del Proctor modificado en la cual se utiliza energía de alta intensidad que se efectuó en la muestra en estado natural, con respecto a la calicata C-A, incorporando un 5% de la ceniza de caña brava, dando como resultado una máxima densidad seca de 1.744 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 13.** *Óptimo contenido de humedad C-1+10% de ceniza de caña brava*

C-1 + 10% CCB	Proctor modificado				
Densidad seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.68	1.684	1.702	1.659
Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.703				

Fuente: Elaboración propia

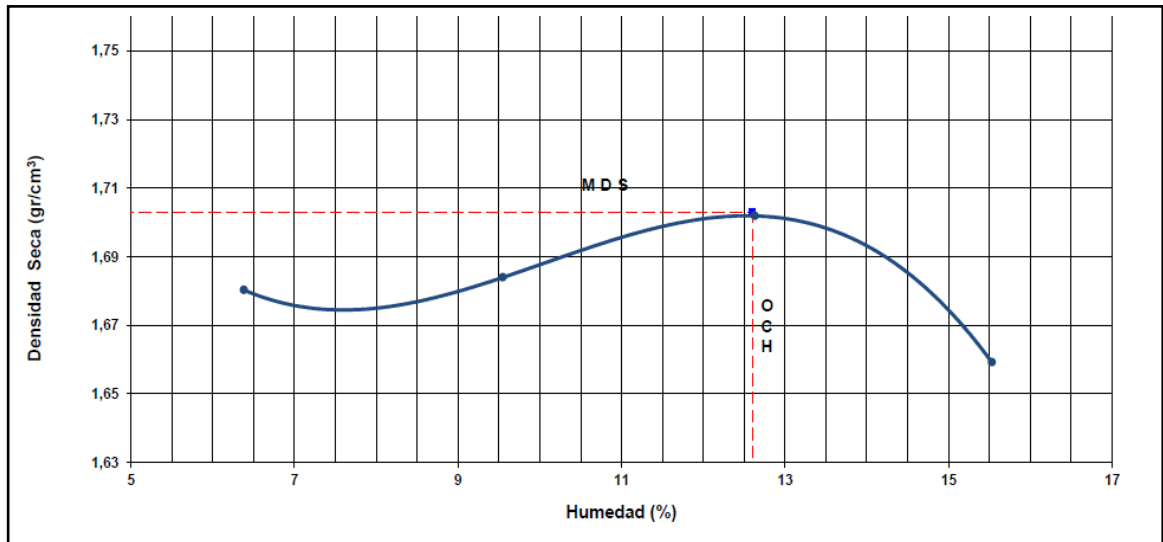


Figura 12. Máxima densidad seca C-1 con el 10% de ceniza de caña brava

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

Respecto a la 13 se puede observar en los resultados que se utilizó energía de alta intensidad para la muestra en su estado natural, para realizar los ensayos del Proctor modificado, de la calicata C-1 incorporándole el 10% de ceniza de caña brava, se puede observar como resultado una máxima densidad seca de 1.7% gr/cm3.

Tabla 14. Máxima densidad seca C-1+15% de ceniza de caña brava

C-1 + 15% CCB	Proctor modificado				
Densidad seca	gr/cm3	1.637	1.658	1.68	1.632
Densidad máxima seca (gr/cm3)	1.681				

Fuente: Elaboración propia

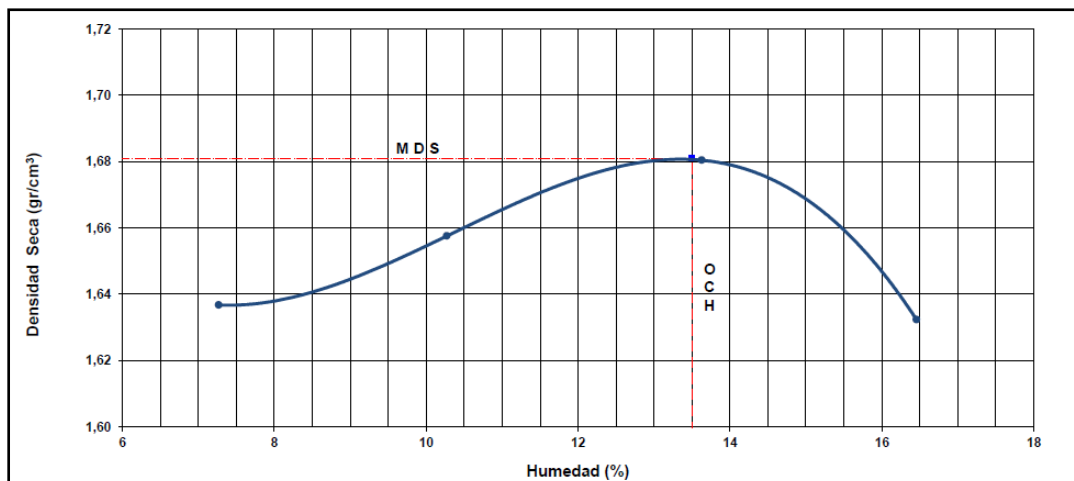


Figura 13. Máxima densidad seca C-1 con el 15% de ceniza de caña brava

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

DE ACUERDO a la tabla 14 de acuerdo a los ensayos realizados en la calicata C-1 incorporando un 15% de ceniza de caña brava, se obtuvo como resultado una densidad máxima seca de 1.681 gr/cm<sup>3</sup>, respecto al ensayo del Proctor modificado para la cual se utilizó energía de alta intensidad en una muestra en su estado natural.

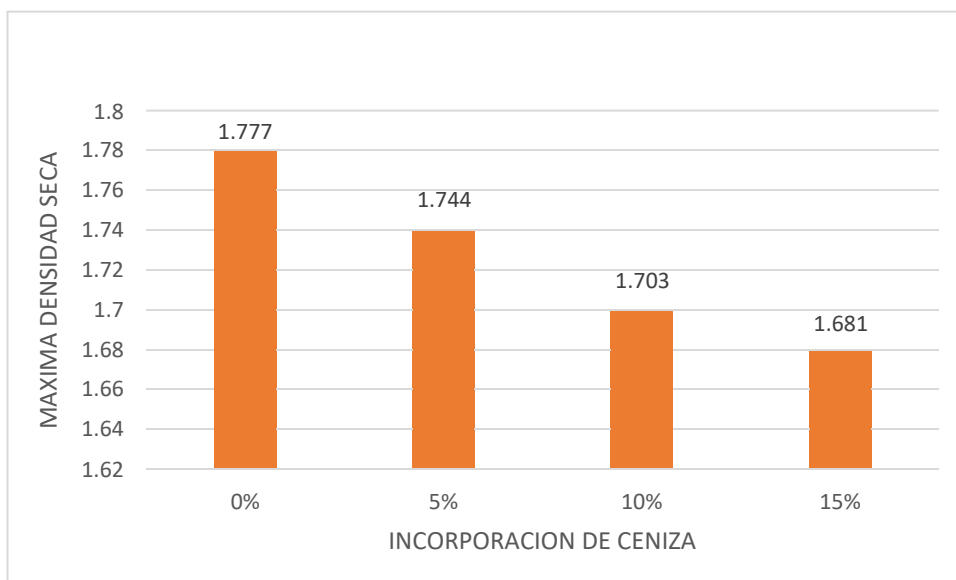


Figura 14. Resultado de la máxima densidad seca + la incorporación de C.C.B.

Fuente: *Elaboración propia*

En la figura 14 se puede observar una gráfica donde se hace una comparativa del suelo natural con respecto a un porcentaje del suelo con la adición de la ceniza, la primera presenta una densidad máxima de 1.77 gr/cm<sup>3</sup>, al incorporarle el 5% de ceniza de caña brava a la muestra de C-1 disminuye al 1.74 de su densidad máxima, de igual manera al adicionarle el 10% de ceniza su máxima densidad seca continúa disminuyendo al 1.70 gr/cm<sup>3</sup>, finalmente al incorporarle el 15% de ceniza la densidad seca llega hasta 1.68 gr/cm<sup>3</sup>.

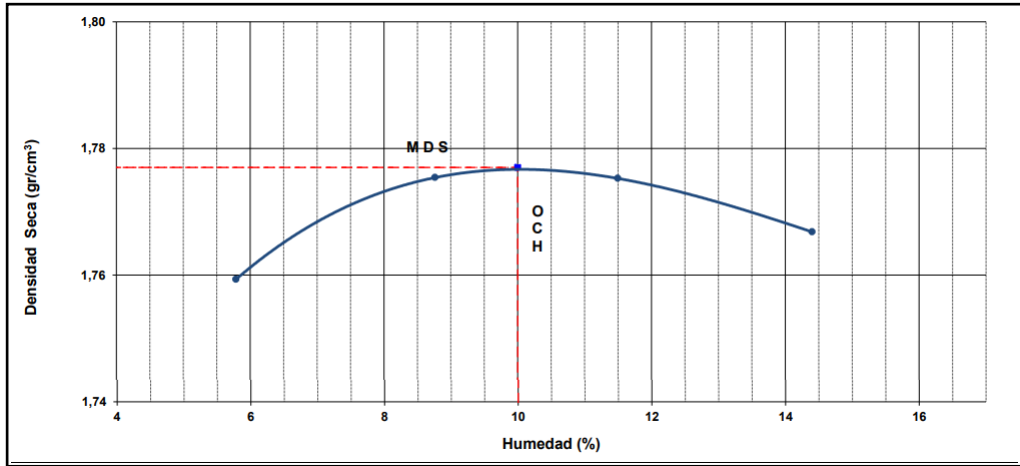
#### **4.4 Contenido óptimo de humedad con la incorporación de cenizas de caña brava.**

Se ha realizado el ensayo de humedad óptima y máxima densidad seca del suelo obteniendo como resultado, lo que se muestra en la calicata C-1 más el 5%, 10% y 15% de ceniza de caña brava, en la cual se trabajó con el ASTM D-1557-91 método (A).

**Tabla 15:** *Óptimo contenido de humedad de la calicata C-1 al natural*

Calicata C-1	Proctor modificado				
Contenido de humedad	%	5.8	8.8	11.5	14.4
Óptimo contenido de humedad (%)	10%				

Fuente: Elaboración propia



*Figura 15. Óptimo contenido de humedad de la calicata C-1 al natural*

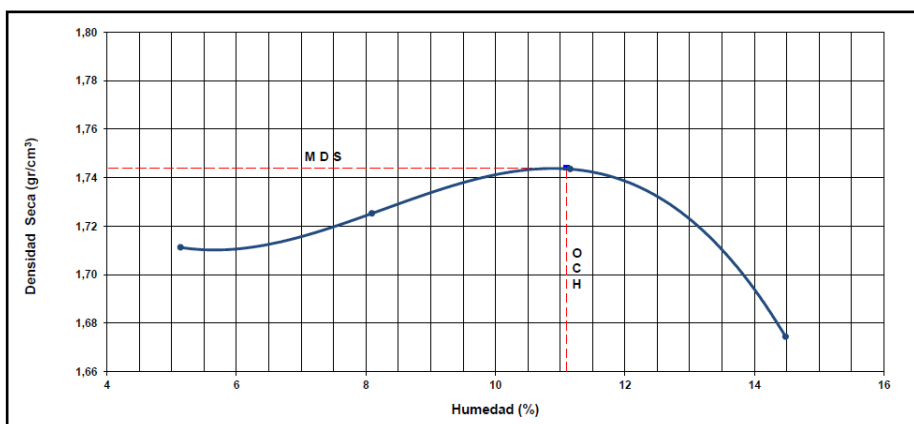
Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

En la tabla 15 se detallan los resultados del ensayo del Proctor modificado para lo cual se utilizó energía de alta intensidad para la muestra en su estado natural, respectó a la calicata C-1, brindando de esta manera un óptimo contenido de humedad con un porcentaje del 10%

**Tabla 16.** *Óptimo contenido de humedad C-1+5% de ceniza de caña brava*

C-1 +5% C.C. B	Proctor modificado				
Contenido de humedad	%	5.1	8.1	11.2	14.5
Óptimo contenido de humedad	11.1%				

Fuente: Elaboración propia



*Figura 16. Óptimo contenido de humedad C-1 + 5% de ceniza de caña brava*

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

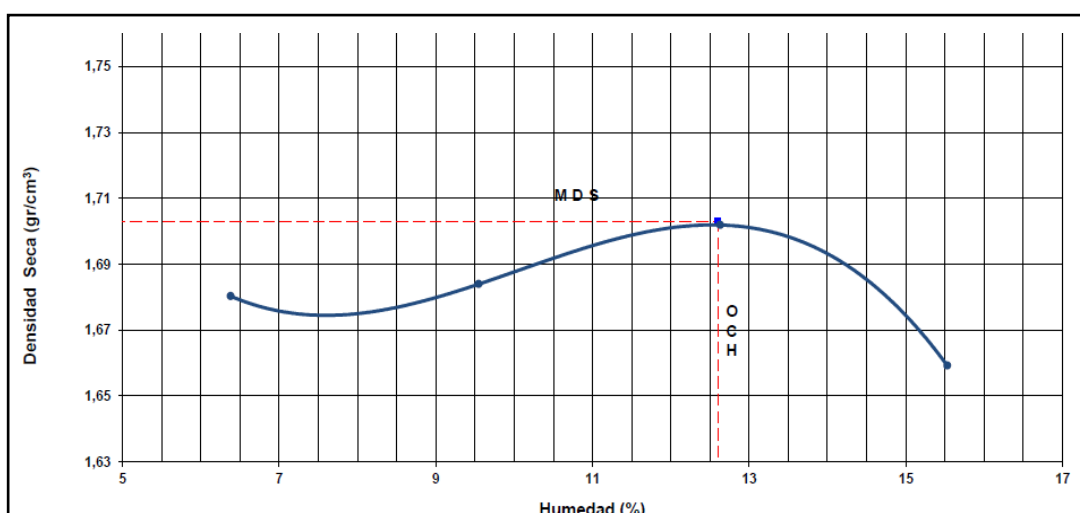


En la tabla 16 se pueden observar los resultados del ensayo del Proctor modificado para la cual se ha utilizado energía de alta intensidad que fue ejecutada en la muestra en su estado natural, respecto a la calicata C-1 incorporándole un 5% De ceniza de caña brava, para que de esta manera nos brinde un óptimo contenido de humedad con un porcentaje del 11.1%.

**Tabla 17.** *Optimo contenido de humedad C-1+10% de ceniza de caña brava*

C-1 + 10% CCB	Proctor modificado				
Contenido de humedad	%	6.4	9.5	12.6	15.5
Optimo contenido de humedad (%)	12.6%				

Fuente: Elaboración propia



*Figura 17. Optimo contenido de humedad C-1 con el 10% de ceniza de caña brava*

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

En la tabla 17 se observa los resultados del ensayo del Proctor Modificado en el cual se utiliza energía de alta intensidad realizado a la muestra en su estado natural, de la calicata C-1 adicionando un 10% de ceniza de caña brava, brindando un óptimo contenido de humedad de 12.6%.

**Tabla 18.** *Optimo contenido de humedad de la calicata C-1+15% de ceniza de caña brava*

C-1 + 15% CCB	PROCTOR MODIFICADO				
Contenido de humedad	%	7.3	10.3	13.6	16.5
Optimo contenido de humedad (%)	13.5%				

Fuente: Elaboración propia

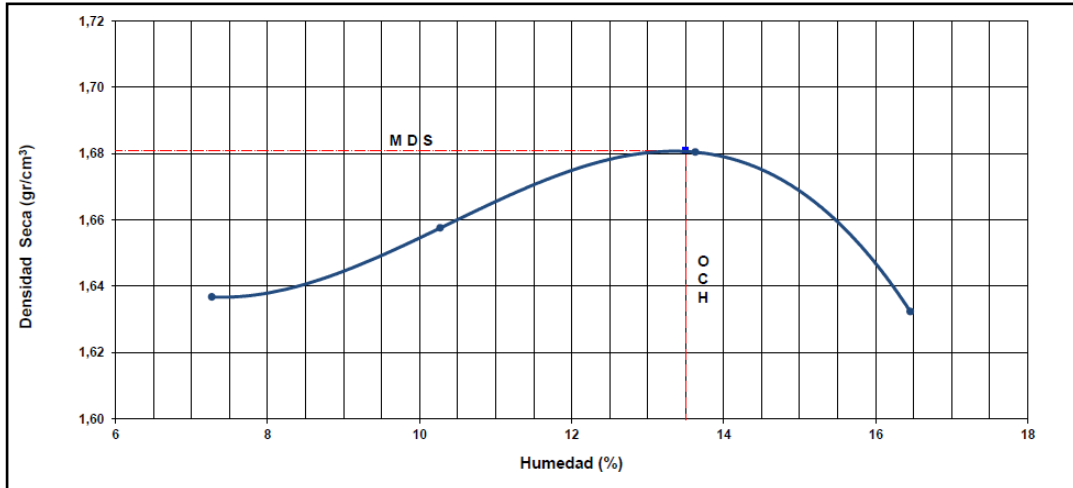


Figura 18. Óptimo contenido de humedad C-1 con el 15% de ceniza de caña brava

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

En la tabla 18 se observa los resultados del ensayo del Proctor Modificado en el cual se utiliza energía de alta intensidad realizado a la muestra en su estado natural, de la calicata C-1 incorporando un 15% de ceniza de caña brava, brindando un óptimo contenido de humedad de 13.5%.

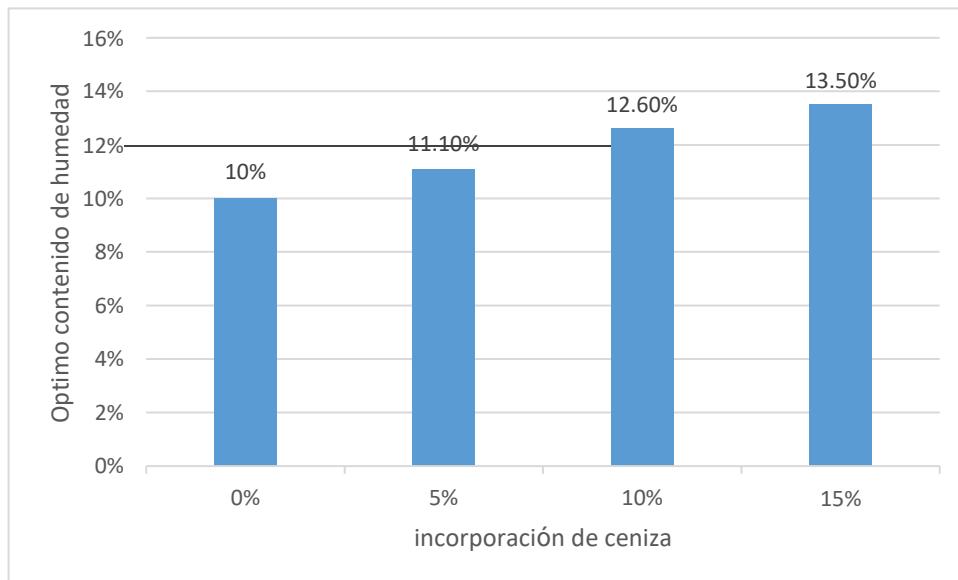


Figura 19: Resultados de contenido humedad C-1 + la incorporación de ceniza

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19 se puede observar la muestra patrón o suelo natural sin la incorporación de ceniza, la cual presenta un contenido de humedad presenta al

10%, agregándole el 5% de ceniza de caña brava a la muestra de C-1 su óptimo contenido de humedad aumento al 11.1%, de igual manera al incorporar el 10%, el contenido humedad aumenta a 12.6%, finalmente al incorporar el 15% de ceniza se repite el aumento del óptimo contenido a 13.5%.

#### 4.5 Capacidad portante del suelo con la incorporación de cenizas de caña brava en la sub rasante.

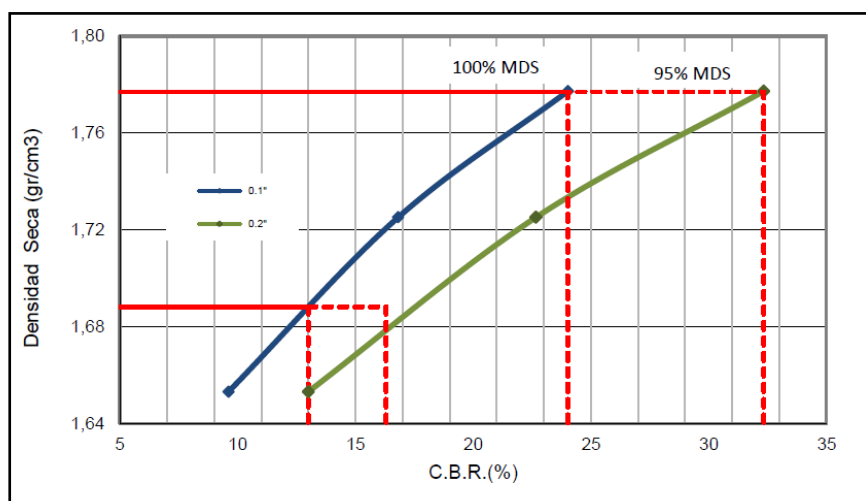
En la tabla y figura se parecía el resultado del ensayo CBR el cual es de 95% y de 100% respectivamente de la capacidad portante de la muestra C -1 dicho ensayo se realiza a la muestra de terreno natural como a las muestras que se le incorporaron porcentajes del 5%,10% y 15% de la ceniza caña brava.

- California Bearing ratio (C.B.R); Dicho ensayo que se realizó a la muestra en su estado natural de la calicata C-1 para poder determinar la capacidad portante inicial.

**Tabla 19.** C.B.R. de la calicata C-1 en su estado natural

Nº Molde	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb / pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb / pulg <sup>2</sup> )	CBR%
1	0.1	240	1000	24,0
2	0.1	168,2	1000	16,8
3	0.1	96,1	1000	9,6
CBR para el 100% de la M.D.S.				24,0
CBR para el 95% de la M.D. S				13,0

Fuente: Elaboración propia



**Figura 20.** C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 en su estado natural

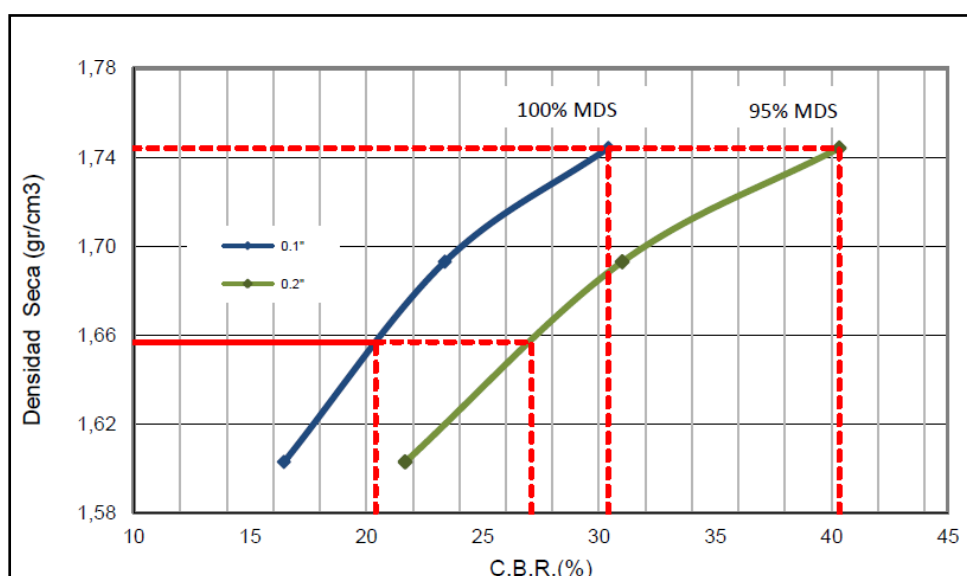
Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

En la tabla 19 se plasman los valores del ensayo C.B.R. que se realizó a la calicata C-1, con un C.B.R. al 100% y la MDS de 0.1' de penetración alcanza un 24.0% y con el C.B.R al 95% de la MDS a 0.1' de penetración alcanza un 13.0%.

**Tabla 20.** C.B.R. de la calicata C-1 con el 5% de ceniza de caña brava

N° Molde	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb / pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb / pulg <sup>2</sup> )	CBR%
1	0.1	304,0	1000	30,4
2	0.1	233,7	1000	23,4
3	0.1	164,6	1000	16,5
CBR para el 100% de la M.D.S.				30,4
CBR para el 95% de la M.D. S				20,4

Fuente: Elaboración propia



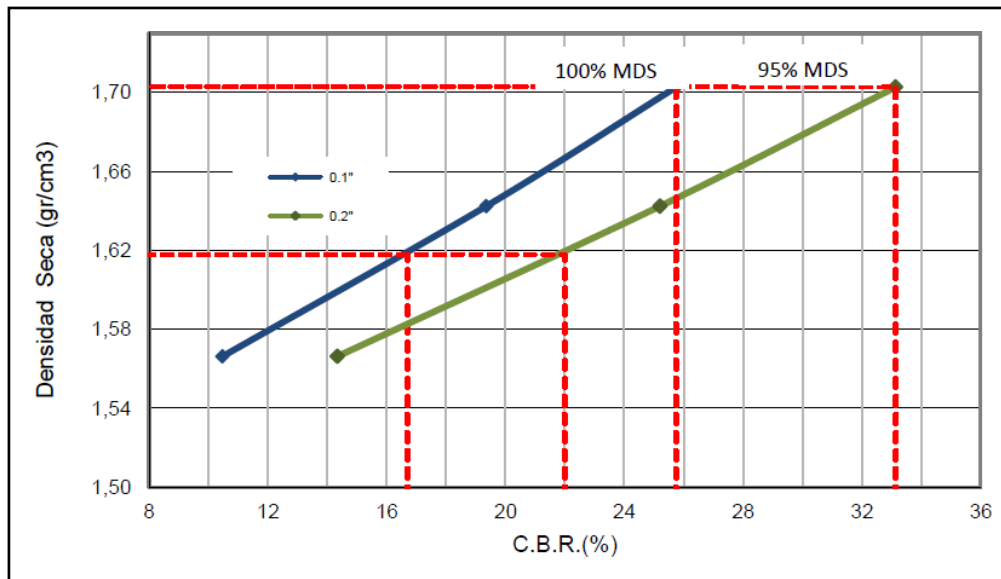
**Figura 21.** C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 con el 5% de ceniza de caña brava  
Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

En la tabla 20 se plasman los valores respecto al ensayo de CBR de la calicata C-1 incorporando un 5% de ceniza de caña brava, el C.B.R al 100% de la MDS de 0.1' de penetración alcanza un 30.4% y con un C.B.R al 95% de la MDS a 0.1' de penetración alcanza un 20.4%.

**Tabla 21.** C.B.R de la calicata C-1 con un 10% de ceniza de caña brava

N° Molde	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb / pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb / pulg <sup>2</sup> )	CBR%
1	0.1	257,5	1000	25,7
2	0.1	193,5	1000	19,4
3	0.1	104,7	1000	10,5
CBR para el 100% de la M.D.S.				25,7
CBR para el 95% de la M.D. S				16,7

Fuente: Elaboración propia



*Figura 22.* C.B.R. vs densidad seca de la calicata C-1 con el 10% de ceniza de caña brava

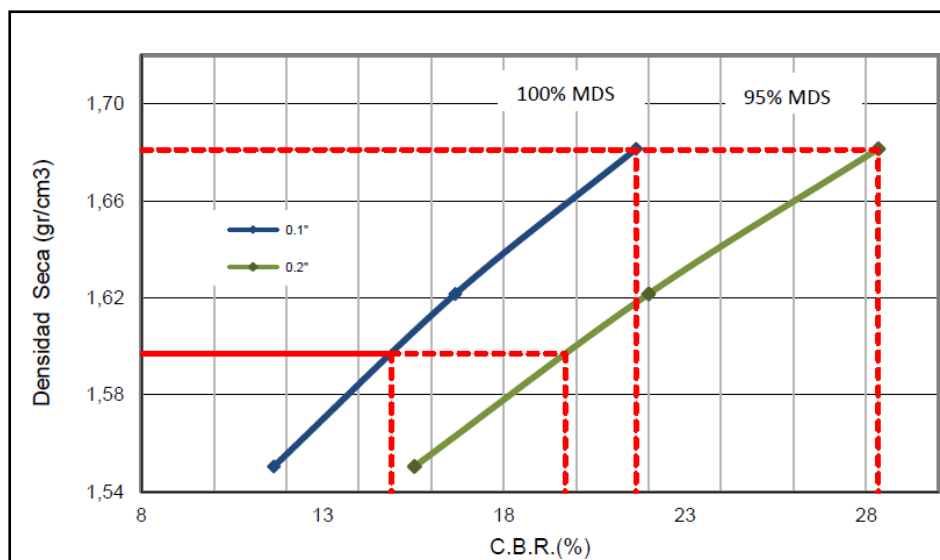
Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

Como se muestra en la tabla 21 se han detallado los valores del ensayo C.B.R que se realizó a la calicata C-1, incorporando un 10% de la ceniza de la caña brava, de lo cual se obtuvo como resultado, para un C.B.R al 100%, MDS a 0.1' de penetración alcanzo un 25.7% y con respecto al C.B.R de 95% de la MDS a 0.1' de penetración alcanza un 16.7%.

**Tabla 22.** C.B.R. de la calicata C-1 con el 15% de ceniza de caña brava

N° Molde	Penetración (pulg)	Presión Aplicada (Lb / pulg <sup>2</sup> )	Presión Patrón (Lb / pulg <sup>2</sup> )	CBR%
1	0.1	216,5	1000	21,7
2	0.1	166,6	1000	16,7
3	0.1	116,5	1000	11,7
CBR para el 100% de la M.D.S.				21,7
CBR para el 95% de la M.D. S				14,9

Fuente: Elaboración propia



*Figura 23.* C.B.R. vs densidad seca C-1 con el 15% de ceniza de caña brava

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C

Se observa en la tabla 22 los valores para la calicata C-1 INCORPORÁNDOLE un 15% de ceniza de caña brava, como resultado para un C.B.R. de 100% de MDS a 0.1' de penetración alcanza un 21.7% y en un C.B.R. al 95% de la MDS a 0.1' de penetración alcanza un 14.9%.

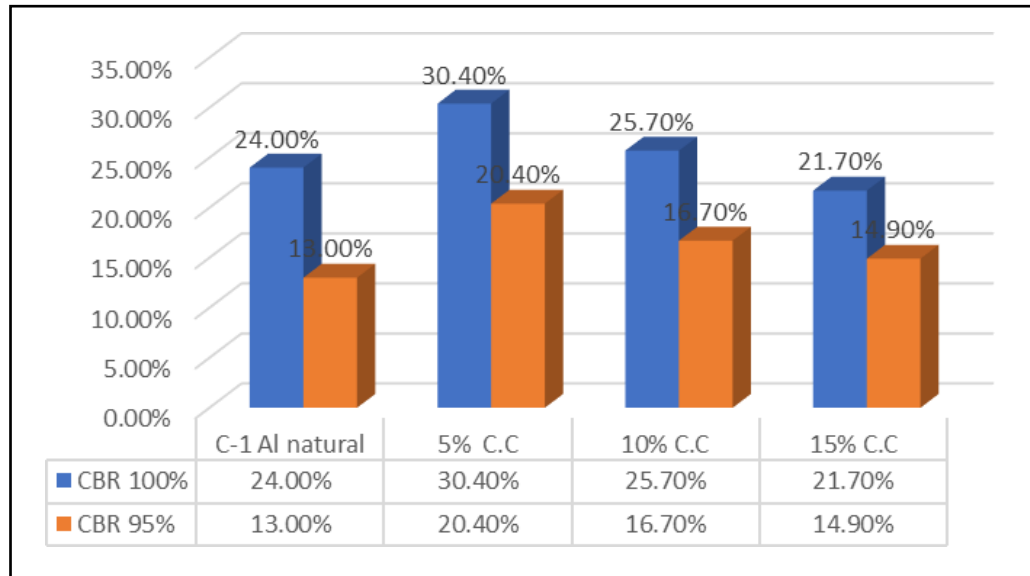


Figura 24. Diferenciación de CBR al 100% y 95% de la calicata C-1

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del CBR al 95% y 100% se muestra que al natural hay un 13% se capacidad portante y con la incorporación del 5% de ceniza de caña brava incrementa la capacidad de soporte del suelo hasta un 20.4% del valor de CBR al 95% así mismo para un CBR al 100% de un 24.0% al 30.4% , pero al aumentarle el 10% de ceniza de caña brava, se redujo a 16.7% para CBR de 95% y lo mismo para el CBR de 100% da un valor de 25.7%, así respectivamente siguió disminuyendo su capacidad portante hasta un 14.9% de CBR al 95% y 21.7% para el CBR de 100% con la incorporación del 15% de ceniza de caña brava (ver anexo 9).

#### 4.6. Contrastación de hipótesis.

En la presente contrastación de hipótesis se procedió a cotejar los resultados obtenidos de la muestra natural y con la incorporación de 5%, 10% y 15 %de ceniza de caña brava así mimo se planteó la hipótesis nula ( $H_0$ ) e hipótesis alterna ( $H_a$ ).

**contrastación de hipótesis:** La incorporación de cenizas de caña brava y la máxima densidad seca de la subrasante.

Ho: La incorporación de cenizas de caña brava no disminuye la densidad seca máxima de la subrasante.

Ha: La incorporación de cenizas de caña brava aumento el índice de plasticidad de la subrasante.

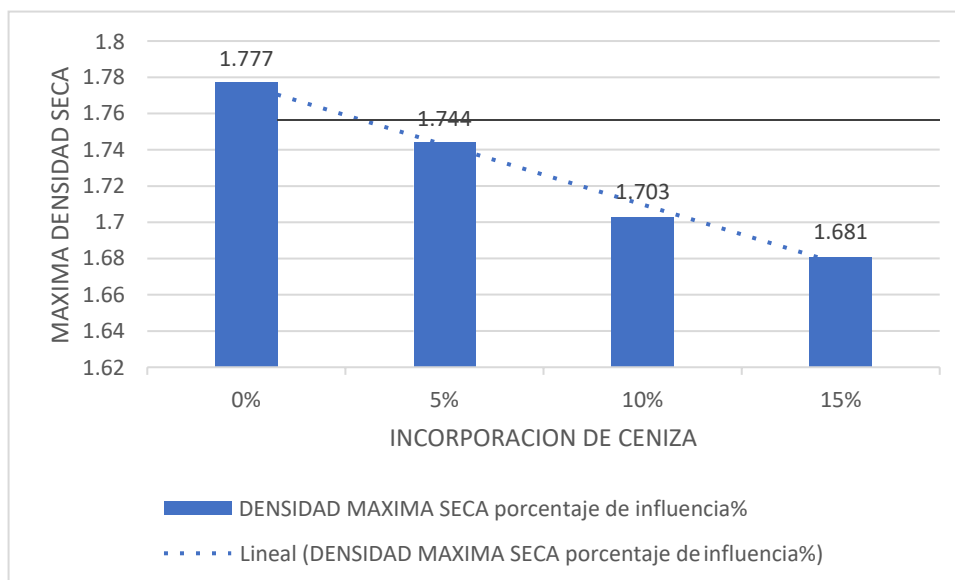
### Máxima Densidad Seca

De igual manera en la contrastación de hipótesis de la densidad máxima seca en dicha muestra natural presento un 1.777 porcentaje de influencia, a medida que se le va incorporando la ceniza de caña brava al 5%, 10% y 15 % los resultados varían notablemente de un 1.777 hasta un 1.681 gr/cm<sup>3</sup> incorporándole el 15% de ceniza; por lo tanto, se observa la incorporación de cenizas de caña brava aumento el óptimo contenido de humedad de la sub rasante.

**Tabla 23.** Resultados de comparación de la máxima densidad secade ceniza de caña brava.

densidad máxima seca	Ceniza de caña brava	0%	5%	10%	15%
	% disminuye la máxima densidad seca		1.777	1.744	1.703

Fuente: Elaboración propia



**Figura 24.** Comparación de la máxima densidad seca

Fuente: Elaboración propia



Rechazando la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptando la hipótesis alterna ( $H_a$ ), se señala que La incorporación de cenizas de caña brava disminuye la máxima densidad seca de la sub rasante.

**Contrastación de hipótesis:** La incorporación de cenizas de caña brava y el óptimo contenido de humedad de la sub rasante.

$H_0$ : La incorporación de cenizas de caña brava no aumenta el óptimo contenido de humedad de la sub rasante.

$H_a$ : La incorporación de cenizas de caña brava aumenta el óptimo contenido de humedad de la sub rasante.

### **Óptimo contenido de Humedad**

En los resultados obtenidos del contenido de humedad de la muestra sin alterar presenta un 10%, a medida que se fue incorporando la ceniza de caña brava al 5%, 10% y 15% aumenta notablemente desde 10% hasta 13.5% en la incorporación del 15% de ceniza de caña brava. Por lo que muestra que la incorporación aumenta el contenido de humedad ver (tabla 24 y figuran 25)

**Tabla 24.** Resultados de comparación del óptimo contenido de humedad

Ceniza de caña brava	0%	5%	10%	15%
% de aumento del óptimo contenido de humedad	10%	11.10%	12.60%	13.50%

Fuente: Elaboración propia

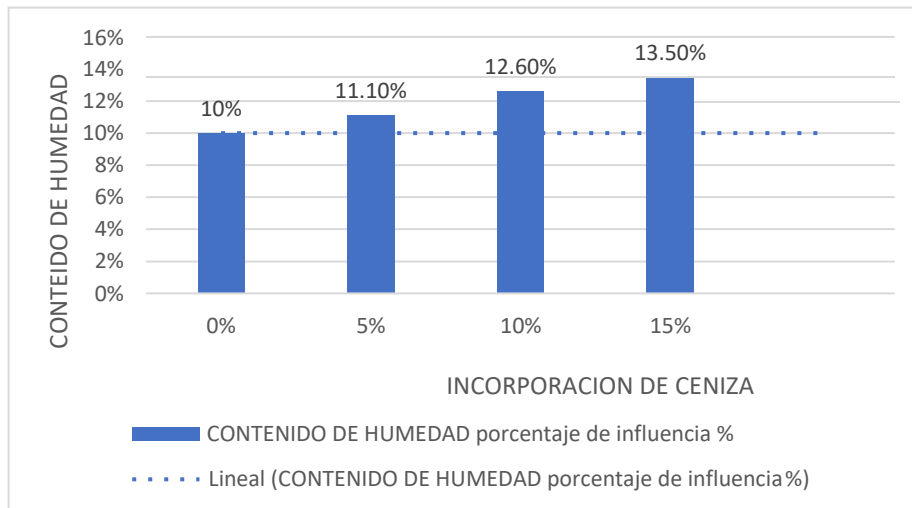


Figura 25. Comparación del óptimo contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

Rechazando la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptando la hipótesis alterna ( $H_a$ ), se señala que la incorporación de cenizas de caña brava aumenta el contenido de humedad de la sub rasante.

**Contrastación de hipótesis:** La incorporación de cenizas de caña brava y la capacidad portante de la sub rasante.

**$H_0$ :** La incorporación de cenizas de caña brava no aumentó la capacidad portante de la sub rasante.

**$H_a$ :** La incorporación de cenizas de caña brava aumento la capacidad portante de la sub rasante.

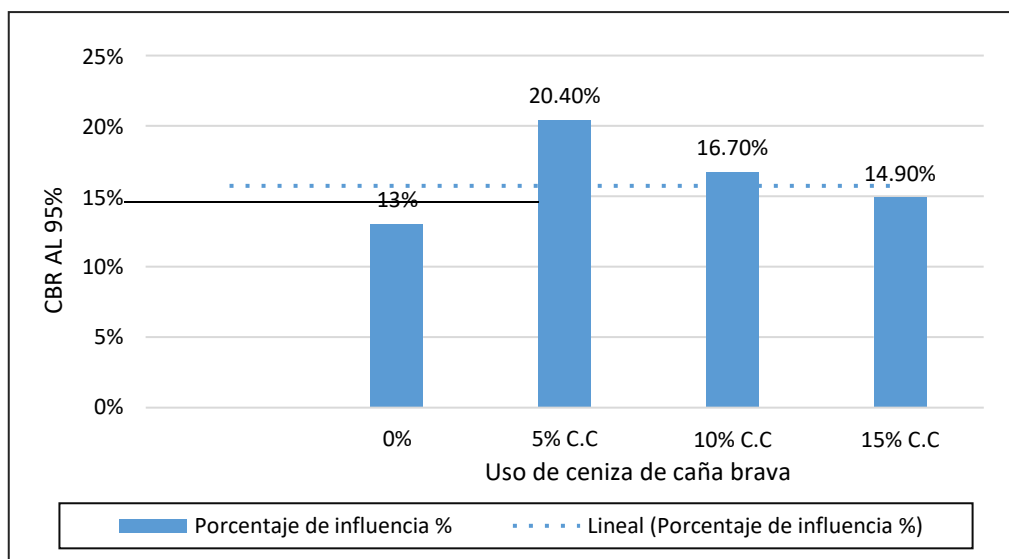
### Relación de soporte del CBR al 95% de la densidad máxima seca

En la contrastación de la densidad máxima seca del CBR al 95% de la muestra natural presento una capacidad portante de 13% gr/cm<sup>3</sup>, a medida que se le va incorporando ceniza de caña brava de 5%,10% y 15% aumenta notablemente desde 13% hasta 20.4% en la incorporación del 5% de ceniza. por lo que se muestra que el uso de ceniza de caña brava aumenta notablemente el valor del CBR al 95% ver (tabla 25 Y figura 26).

**Tabla 25. CBR al 95% de la máxima densidad seca**

Uso de ceniza de caña brava	0%	5% C.C	10% C.C	15% C.C
Porcentaje que aumenta %	13%	20.40%	16.70%	14.90%

Fuente: Elaboración propia



**Figura 26. Comparación del CBR al 95%.**

Fuente: Elaboración propia

### Relación de soporte CBR al 100% de la densidad máxima seca

En la etapa de la contrastación del CBR al 100% en la densidad máxima seca, la muestra sin alterar cuenta con una capacidad portante de 24% de influencia, pero al incorporarle la ceniza de caña brava en 5% ,10% y 15% el resultado aumenta de 24% hasta 30.4% en la incorporación del 5% de caña brava. por lo que si aumenta el valor del CBR en un 100% ver (Tabla 26 Y Figura 27).

**Tabla 26. CBR al 100% de la máxima densidad seca**

Ceniza de caña brava	0%	5%	10%	15%
Porcentaje de influencia %	24%	30.40%	25.7%	21.70%

Fuente: Elaboración propia

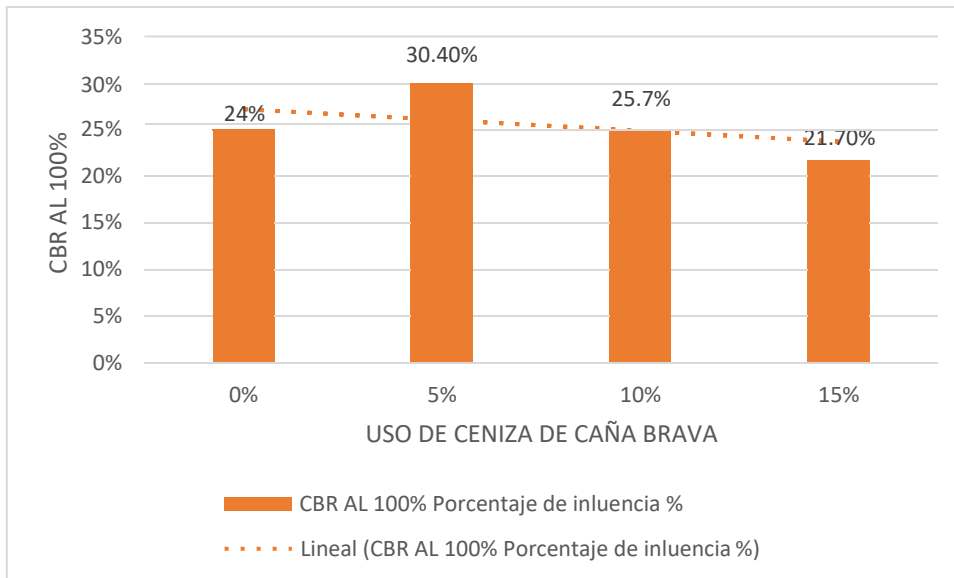


Figura 27: influencia de la incorporación de ceniza de caña brava en la capacidad portante al 100% en la subrasante.

Fuente: Elaboración propia

Rechazando la hipótesis nula ( $H_0$ ) y aceptando la hipótesis alterna ( $H_a$ ), señalando que La incorporación de cenizas de caña brava aumento la capacidad portante de la sub rasante.

#### IV. DISCUSION

Gavilanes B. (2015). El autor nos indica que agregando cal y el cemento aumenta su durabilidad y resistencia de un suelo y se obtiene un suelo con una cimentación que cumple los parámetros de estabilidad, En contraste a la investigación ambas realizaron los mismos ensayos de atterberg ( límites de consistencia), limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad ,pero utilizando materiales diferentes en esta investigación se utilizó la ceniza de caña brava obteniendo resultados favorables para la mejora de la subrasante, al incorporar la ceniza de caña brava en diferentes porcentajes dio como resultado diferentes porcentajes, en comparación a la investigación que presenta los límites de atterberg en esta investigación el suelo no presento índice de plasticidad, en los resultados del Proctor modificado si disminuye la densidad seca máxima con la incorporación de ceniza de caña brava, dando resultados favorables.

Parra (2018) El autor nos indica que para determinar el mejoramiento del suelo a través de comparaciones mediante adiciones de cal y ceniza volante, dicho estudio se basó en lo experimental por lo que el primer paso fue la clasificación de los suelos y posterior a ello aplicar la ceniza volante y cal al 2%, 4%, 6% y 8% optando como base el ensayo de Proctor estándar así como el suelo de estudio (caolín) cuyo resultado sustenta que la cal otorga una mejor capacidad mecánica al suelo caolín referente a esfuerzos y deformaciones máximas, por otro lado la ceniza en este caso, no aportó alguna significativa mejoría al suelo. De la Universidad Católica de Colombia – Bogotá D.C – Colombia. En comparación con ambas investigaciones incorporaron porcentajes al suelo para obtener una mejora en el suelo, pero utilizaron materiales diferentes y ensayos los cuales dieron resultado positivos independiente mente de los porcentajes agregados. En esta investigación también se trabajó el Proctor modificado para obtener el óptimo contenido de humedad.

Cañar (2017), el autor nos indica que su investigación fue de carácter experimental, dónde se extrajeron los suelos para la muestra pertenecientes a los cantones de Ambato y Puyo realizándoles ensayos de granulometría y límites de Atterberg para identificar qué tipo de suelo pertenecen y que posteriormente determinar la capacidad de soporte mediante un ensayo de compactación de Proctor modificado

de las cuales se añadió la ceniza con proporciones del 20% 23% 25 % dónde se concluye que las cenizas de carbón influyen de manera positiva en los suelos con las características expansivas como es el caso de la arcilla formándose una masa compacta, lo que hizo posible que vaya aumentando el grado de compactación de este suelo esto refiere a que aumenta el CBR y su resistencia al corte sin embargo se requieren altos de cenizas para que su comportamiento sea eficiente. Ambas investigaciones realizaron los mismos ensayos con diferentes materiales como la ceniza de carbón y la ceniza de caña brava, en los ensayos de CBR en esta investigación se logró aumentar su capacidad portante del suelo. A diferencia de esta investigación se trabajó con un suelo limoso.

## V. CONCLUSION

1. Se concluye en esta investigación que la incorporación de ceniza de caña brava si disminuye la máxima densidad seca de la subrasante en el distrito de Pativilca – barranca. En el ensayo de Proctor modificado que se realizó a la presente investigación con las incorporaciones del 5%,10% y 15 % dio como resultado que la máxima densidad seca pasa de 1.777 gr/cm<sup>3</sup> en la muestra natural a un 1.681 gr/cm<sup>3</sup> con la incorporación del 15% de ceniza de caña brava.
2. En la presente investigación se concluye después de a ver realizado los ensayos de optimo contenido de humedad en la muestra natural de la calicata C-1 y con la incorporación del 5%,10% y 15% de ceniza de caña brava, mediante el método ASTM D-1557-91, dio como resultado el óptimo contenido de humedad aumenta considerablemente de un 10% hasta un 13.5% de óptimo contenido de humedad al incorporarle el 15% de ceniza de caña brava. Por lo tanto, la incorporación de ceniza de caña brava si aumenta el óptimo contenido de humedad de la subrasante en el distrito de Pativilca – Barranca.
3. De igual manera se después de haber realizado los ensayos de CBR para obtener la capacidad portante del suelo, se concluye que la incorporación del 5% de ceniza de caña brava aumenta notablemente la capacidad portante de la subrasante, pasando de 13% a 20.4% en un CBR al 95% de M.D.S Y EN UN CBR al 100% paso de 24% a 30.4 % de M.D.S.

## **VI. RECOMENDACIÓN**

1. En esta investigación se trabajó los ensayos de Proctor modificado con la muestra de la calicata C-1 para obtener la máxima densidad seca con la incorporación de ceniza de caña brava dando como resultado que la máxima densidad seca disminuye de 1.777 gr/cm<sup>3</sup> hasta 1.681 gr/cm<sup>3</sup> con una incorporación del 15% de ceniza, por lo que recomienda trabajar con otros porcentajes de ceniza.
2. Se recomienda trabajar con porcentajes mayores a 15% de ceniza si se tiene como finalidad aumentar el óptimo contenido de humedad, dado que en la presente investigación se incorporó el 5% ,10% y 15%, en la cual se obtuvo un mayor porcentaje de humedad con la incorporación del 15% que paso de un suelo natural con 10% a 13.5%.
3. De igual manera se recomienda trabajar con el 5% de incorporación de ceniza de caña brava ya que en la presente investigación se obtuvo resultados positivos respecto al aumento de la capacidad portante del suelo pasando de un CBR de 13% hasta CBR de 20,4% al 95% M.D.S y con un CBR al 100% de M.D.S, paso de 24% hasta un 30.4%, por lo que también se recomienda usar porcentajes menores al 5% de ceniza.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ministerio de Transportes Y Comunicaciones: Especificaciones técnicas generales para la construcción EG [en línea.]Perú: 2013. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf).
2. ARAGON Universidad. 2018. Saica y Acciona prueban en Aragón el uso de cenizas en la construcción de carretera. [En línea] [fecha de consulta 18 de abril de 2021] Disponible en: <https://aragonuniversidad.es/actualidad/saica-y-acciona-prueban-en-aragon-el-uso-de-cenizas-en-la-construccion-de-carreteras/>.
3. GAVILANES Erick. Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Tesis (título para ingeniero). Ecuador: Universidad internacional del ecuador, 2015. Disponible en: <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>
4. GONZALES Ángel. *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal – ceniza volante*. Tesis (título para ingeniero). Guatemala: Universidad De San Carlos de Guatemala, 2014. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/1044/>.
5. CAMAÑO Iván. “Mejoramiento de un suelo blando de sub rasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente. Tesis (título para ingeniero). Colombia: Universidad Militar Nueva Granada, 2016. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15770/Caama%C3%B1oMurilloIv%C3%A1nAlberto2016.pdf.pdf?sequence=1&isAllowed=>
6. GONZALES Flor. Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para sub rasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno. Tesis (título para ingeniero). Puno: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, 2018. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/249337779.pdf>
7. LEIVA Raúl. Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresivo km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción. Tesis (pregrado). Perú:

- Universidad Nacional del Centro; Huancayo, 2016. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCH/1181>
8. RAMOS Gabriel. Mejoramiento de sub rasantes de baja capacidad portante mediante el uso de polímeros reciclados en carreteras, Paucará Huancavelica. Tesis (título para ingeniero). Perú: Universidad Nacional Del Centro Del Perú, 2014. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/416>
  9. MANUAL DE CARRETERAS SUELOS GEOLOGIA, GOTECNIA Y PAVIMENTOS. Perú, 2014. Disponible en: [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3580.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3580.pdf)
  10. MONTENEGRO, Sara. Geografía del Perú. Lima, 1era Ed: Universidad alas peruanas, 2014. Disponible en: <https://repositorio.uap.edu.pe>
  11. DAS , Braja M. 2013. *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. 4. México: Cengage Learning, 2013. pág. 636. 978-607-519-373-1. DISPONIBLE EN: [https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos\\_de\\_Ingenieria\\_Geotecnica\\_Braja\\_M\\_Das](https://www.academia.edu/37854899/Fundamentos_de_Ingenieria_Geotecnica_Braja_M_Das).
  12. RONDON Hugo y REYES Fredy. Pavimentos: materiales, construcción y diseño [en línea]. 1. ° ed. Bogotá: eco ediciones, 2015. Disponible en: [https://books.google.com.pe/books?id=zuwcDgAAQBAJ&printsec=frontcover&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=zuwcDgAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
  13. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: Manual de carreteras y diseño geométrico DG [en línea.]. Perú: 2018. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
  14. UNIVERSIDAD Pontifica Bolivariana. 2013. Determinación del límite líquido de los suelos afectados por derrames de hidrocarburos. 2013. pág. 14. Disponible en: [http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/CAP%20\\_%20Identificacion%20Caract\\_de%20suelos.pdf](http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/CAP%20_%20Identificacion%20Caract_de%20suelos.pdf)
  15. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES: Manual de carreteras y diseño geométrico DG [en línea.]. Perú: 2016. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)

16. NTP-399.611. Normas técnicas peruana. p.4, 2010.  
<https://baixardoc.com/documents/ntp-3996112010revisada-el-2015-5c75a1e265376>
17. MORTERO, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. En: Universidad católica de Colombia. Colombia, 2002. pp. 1. Disponible en: [https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria\\_de\\_pavimentos\\_Alfonso\\_Montejo\\_Fonseca](https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca)
18. MECNICA DE SUELOS I. En: Universidad Nacional de Huancavelica – 2014. Disponible en: <https://es.slideshare.net/mobile/edisonbarros98/compactaciones-de-los-suelos>.
19. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES. Manuales de Carreteras: Sección de Suelos y Pavimentos. 2016 [fecha de consulta: 20 de octubre de 2021] Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-17.%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-17.%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)
20. MINISTERIO de transporte y comunicaciones (Perú). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima: 2018 pp. 12
21. REPOSITORIO UPLA: DEFINICION DE PROPIEDADES FISICO-MECANICOS. 2018 [fecha de consulta: 30 de octubre de 2021]. Disponible en: <http://www.repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/297/Cadros%20Surichacqui%20Claudia%20Maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
22. PRIMER TALLER DE MECANICA DE SUELOS. En: Universidad Nacional de Ingeniería – 2006. Disponible en: <http://www.lms.uni.edu.pe/labsuelos/MODOS%20OPERATIVOS/CBR.pdf>
23. ENSAYO DE PROCTOR NORMAL Y MODIFICADO. En: Geotecnia Fácil – 2020. Disponible en: <https://geotecniafacil.com/ensayo-proctor-normal-y-modificado/>

24. Determination of resilient modules in substrate soils – AASHTO T274-82. En: Transportation research board – 2020. Disponible en: <https://trid.trb.org/view/964335>
25. Proyecto subsectorial de irrigación. En: Ministerio de Agricultura – 2003. Disponible en: [http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca\\_boletines\\_el\\_suelo.pdf](http://www.psi.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/biblioteca_boletines_el_suelo.pdf)
26. ASTM C593. Especificación estándar para cenizas volantes y otras puzolanas para su uso con cal para estabilización del suelo. s.l. : West Conshohocken. Disponible en: <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/astm?c=050507>
27. Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada. En: CONCYTEC – 2019. Disponible en: [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_4c1b9ac2b8c010d7e5a89af447f8ea11](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_4c1b9ac2b8c010d7e5a89af447f8ea11)
28. Ceniza de madera y su aplicación en el mundo. En: Green Tecnología – 2017. Disponible en: <https://ecoinventos.com/que-hacer-con-la-ceniza/>
29. GONZALES, F. Planta de procesamiento de arroz, (p.15) - 1982. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2964/F30-R639-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
30. MANSILLA, Laura y RUIZ, Marcos. Reciclaje de botellas de pet para obtener fibra de poliéster. Ingeniería Industrial [en línea]. 2009, N° 27: 127 - 137. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/3374/337428493008.pdf>
31. Importancia de las cenizas volantes en la producción de concreto. En: 360 Concreto. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/concreto/importancia-de-las-cenizas-volantes-en-la-produccion-de-concreto>.
32. VALDERRAMA Santiago, PASOS PARA ELABORAR PROYECTOS Y TESIS DE INVESTIGACION CIENTIFICA. [en línea]. 1. ° ed. Lima: Editorial San Marcos, 2007. Disponible en: <http://crai.ucvlima.edu.pe/biblioteca/modulos/PrincipalAlumno.aspx>
33. SANCA, M. Tipos de investigación científica. Revista de actualización clínica investiga, 2011. Disponible en:

- [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682011000900011&script=sci\\_arttext](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682011000900011&script=sci_arttext)
34. ARAGON Universidad. 2018. Saica y Acciona prueban en Aragón el uso de cenizas en la construcción de carretera. [En línea] 3 de octubre de 2018. [Citado el: 25 de abril de 2021.] Disponible en: <https://aragonuniversidad.es/actualidad/saica-y-acciona-prueban-en-aragon-el-uso-de-cenizas-en-la-construccion-de-carreteras/>.
  35. NUÑEZ, J. Operación de las variables. p.173 – 2007. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/57883/1/Indicadores-Repositorio.pdf>
  36. Ministerio de transportes y comunicaciones: Manual de ensayos de materiales [en línea.]. Perú: 2016. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
  37. BORJA Mario, metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2012. DISPONIBLE EN: [https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_Investigaci%C3%B3n\\_Cient%C3%ADfica\\_para\\_ingenier%C3%ADa\\_Civil](https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil)
  38. NAVYA, J y VENKATESWARA, Rao. Journal of Engineering Research and Applications [end línea]. August 2014, n<sup>o</sup>. Disponible en [https://www.ijera.com/papers/Vol4\\_issue8/Version%206/F48063438.pdf](https://www.ijera.com/papers/Vol4_issue8/Version%206/F48063438.pdf)
  39. DICCIONARIO interactivo multi-idioma. *DICCIONARIO interactivo multi-idioma*. Madrid-España: Cultural S.A. pág. 1050. 978-84-8055-681-1. [https://www.todostuslibros.com/libros/diccionario-enciclopedico-universal\\_978-84-8055-681-1](https://www.todostuslibros.com/libros/diccionario-enciclopedico-universal_978-84-8055-681-1)
  40. VALDERRAMA, Santiago. Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica Cuantitativa, cualitativa y Mixta. 5.ª reimpresión. Lima: San Marcos, 2013. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>

## **ANEXOS**

Anexo 01: Matriz de operacionalización de variables

Anexo 02: Matriz de consistencia

Anexo 03: instrumento de recolección de datos

Anexo 04: Validez por juicio de expertos

Anexo 05: Normativa

Anexo 06: Mapas y Planos

Anexo 07: Panel fotográfico

Anexo 08: Resultados de laboratorio

Anexo 09: TURNITI

## ANEXO 01: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	escala	Metodología
Cenizas de caña brava (independiente)	Según la revista concytec: La ceniza es el producto de la combustión de algún material, compuesto por sustancias inorgánicas no combustibles, como sales minerales. Parte queda como residuo en forma de polvo depositado en el lugar donde se ha quemado el combustible (caña brava, basura, etc.) y parte puede ser expulsada al aire como parte del humo. En los estudios se encuentra la evaluación de las propiedades mecánicas del suelo al utilizar las cenizas de caña brava, las mismas que tienen una elevada producción y requieren de un adecuado mecanismo de reutilización, por lo que estos residuos vienen siendo utilizados en la creación de un hormigón con base de este material.	Las diferentes cantidades de cenizas de caña brava reciclada se adicionarán respecto al volumen de la muestra para luego realizar ensayos de laboratorio con el propósito de incrementar la capacidad portante, reducir el contenido y disminuir el índice de plasticidad de la sub rasante.	Dosificación de cenizas de caña brava	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Adicionando 5%</li> <li>● Adicionando 10%</li> <li>● Adicionando 15%</li> </ul>	Razón	<p><b>Tipo de investigación:</b> (Aplicada)</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> (Explicativo)</p> <p><b>Enfoque:</b>(Cuantitativo)</p> <p><b>Diseño de investigación:</b>(Cuasi - experimental)</p> <p><b>Población:</b> En esta investigación se tomo como población a toda la sub rasante de la vía no pavimentada de la calle la florinda en el Distrito de Pativilca – Provincia de Barranca</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico</p> <p><b>Muestra:</b> Las dos calicatas que se tomaron de la vía no pavimentada del distrito de Pativilca – Barranca.</p> <p><b>Técnica:</b> (Observación directa)</p> <p><b>Instrumento de investigación:</b> Recolección de datos</p>
Mejoramiento de sub rasante (dependiente)	Según el MTC: La subrasante es una capa superior del fondo de las excavaciones en el terreno natural, que soporta la estructura del pavimento, está conformada por suelos de características aceptables y compactadas por varias capas para formar un cuerpo estable. Puede estar conformada por aditivos como el cemento Portland, la cal, el asfalto, ceniza volante o por suelos de estado natural o con procesos de mejoramiento como la estabilización mecánica, física o química. Cuenta con dos tipos de propiedades; físicas y constructivas	Las propiedades que más destacan como características principales de la sub rasante son la plasticidad, la capacidad portante y el contenido de humedad.	<p>Propiedades físicas</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Estudios básicos</p>	<p>Índice de plasticidad</p> <p>Optimo contenido de humedad</p> <p>Capacidad portante del suelo</p>	Razón	<p><b>Población:</b> En esta investigación se tomo como población a toda la sub rasante de la vía no pavimentada de la calle la florinda en el Distrito de Pativilca – Provincia de Barranca</p> <p><b>Muestreo:</b> No probabilístico</p> <p><b>Muestra:</b> Las dos calicatas que se tomaron de la vía no pavimentada del distrito de Pativilca – Barranca.</p> <p><b>Técnica:</b> (Observación directa)</p> <p><b>Instrumento de investigación:</b> Recolección de datos</p>

## Anexo 02: Matriz de consistencia

### Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES, INDICADORES E INSTRUMENTOS			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEP.	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cuánto mejoraría la subrasante con la incorporación de cenizas de caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021?	Analizar la influencia de la incorporación de ceniza de caña brava en el mejoramiento de subrasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021.	La incorporación de las cenizas de caña brava mejora la subrasante en el distrito de Pativilca – Barranca 2021.	CENIZAS DE CAÑA BRAVA	DOSIFICACION DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA	S + 5% DE CENIZA DE CAÑA BRAVA	Ficha de recolección de datos
					S + 10% DE CENIZA DE CAÑA BRAVA	Ficha de recolección de datos
					S + 15% DE CENIZA DE CAÑA BRAVA	Ficha de recolección de datos
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEP.	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿Cuál es la máxima densidad seca del suelo con la incorporación de las cenizas de caña brava en la subrasante?	Determinar la máxima densidad seca con la incorporación de cenizas para el mejoramiento de la subrasante.	La incorporación de cenizas de caña brava disminuye la máxima densidad seca de la subrasante.	SUB RASANTE	COMPACTACION	MAXIMA DENSIDAD SECA	Ficha de resultados de laboratorio
¿Cuál es el contenido óptimo de humedad del suelo con la incorporación de cenizas de caña brava en la sub rasante?	Determinar el óptimo contenido de humedad con la incorporación de cenizas de caña brava en la sub rasante.	La incorporación de cenizas de caña brava aumenta el óptimo contenido de humedad de la sub rasante.			OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	Ficha de resultados de laboratorio
¿Cuál es la capacidad portante del suelo con incorporación de cenizas de caña brava en la sub rasante?	Determinar la capacidad portante del suelo con la incorporación de cenizas de caña brava en la sub rasante.	La incorporación de cenizas de caña brava aumenta la capacidad portante de la sub rasante.			PROPIEDAD MECANICA	CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO



# ANEXO 03: INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de cenizas de caña brava y propiedades de la subrasante

"Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña brava en el distrito de Pativilca - Barranca 2021"

Fecha: 19 de junio del 2021.

Numero de ficha: 1.

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Barranca. Distrito: Pativilca Localidad: Urbanización La Florida

Parte B: Dosificación de cenizas de caña brava.

5%	
10%	
15%	

Parte C: Propiedades de la subrasante

Índice de plasticidad	
Optimo contenido de humedad	
Capacidad portante del suelo	

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Ventura Vargas Nancy

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ X ]

Grado: Maestro [ X ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 216732





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de cenizas de caña brava y propiedades de la subrasante

"Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021"

Fecha: 19 de junio del 2021.

Numero de ficha: 1.

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Barranca. Distrito: Pativilca Localidad: Urb. La Florida

Parte B: Dosificación de cenizas de caña brava.

5%	
10%	
15%	

Parte C: Propiedades de la subrasante

Índice de plasticidad	
Optimo contenido de humedad	
Capacidad portante del suelo	

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Bolaños Jafar Hames A.

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ X ]

Grado: Maestro [ X ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 258076



Hames A. Bolaños Jafar  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 258076

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de cenizas de caña brava y propiedades de la subrasante

"Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021"

Fecha: 19 de junio del 2021.

Numero de ficha: 1.

Parte A: Datos generales

Ubicación geográfica

Provincia: Barranca. Distrito: Pativilca Localidad: .....

Parte B: Dosificación de cenizas de caña brava.

5%	
10%	
15%	

Parte C: Propiedades de la subrasante

Índice de plasticidad	
Optimo contenido de humedad	
Capacidad portante del suelo	


Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Neyra Tubilio, Luis Roberto

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ X ]

Grado: Maestro [ X ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 74453

  
Ing. Luis Roberto Neyra Tubilio  
CIP. 74453

Firma y Sello

## ANEXO 04: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Facultad de Ingeniería Civil  
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

"Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña  
brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021"

### Parte A: Datos del experto

- Apellidos y Nombres : Ventura Vargas Nancy
- Grado académico : Superior Universitario
- Título profesional : ING. CIVIL
- N° de registro CIP : 21.67.32

### Parte B: Aspectos a considerar

#### Puntuación

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una "X" la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

1. En desacuerdo
1. De acuerdo

#### Validez

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

#### Especificaciones

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

### Parte C: Validación

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
<b>Total</b>			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Neyra Tubilio, Luis Roberto



Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ X ]

Grado: Maestro [ X ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 74453

Firma y Sello

  
 Ing. Luis Roberto Neyra Tubilio  
 CIP. 74453

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**VALIDACIÓN POR EXPERTOS**

**“Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña  
brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021”**

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : ..... *Bolaños Tafur Hanes A.* .....
- Grado académico : ..... *Colegiado* .....
- Título profesional : ..... *Ingeniero civil* .....
- N° de registro CIP : ..... *298076* .....

**Parte B: Aspectos a considerar**

**Puntuación**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una "X" la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

- 0. En desacuerdo
- 1. De acuerdo

**Validez**

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

**Especificaciones**

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

**Parte C: Validación**

Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
<b>Total</b>			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [ X ] Aplicable después de corregir [ ] No aplicable [ ]

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Bolaños /c/ Hanes

Especialista: Metodólogo [ ] Temático [ X ]

Grado: Maestro [ X ] Doctor [ ]

Título profesional: Ingeniero Civil

Nº de registro CIP: 258076



*[Handwritten Signature]*  
**Fernando A. Bolaños Torres**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 258076

Firma y Sello

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Facultad de Ingeniería Civil  
VALIDACIÓN POR EXPERTOS

**“Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña  
brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021”**

**Parte A: Datos del experto**

- Apellidos y Nombres : ...Neyra Tubilio, Luis Roberto.....
- Grado académico : ...Superior Universitario.....
- Título profesional : ...Ingeniero Civil.....
- N° de registro CIP : ...74453.....

**Parte B: Aspectos a considerar**

**Puntuación**

En las siguientes páginas usted evalúa los instrumentos de recolección de datos para poder validarlos.

En las respuestas, por favor marque con una "X" la respuesta escogida entre las opciones que se presentan:

1. En desacuerdo
1. De acuerdo

**Validez**

- **Validez de contenido:** Corresponde a medir la variable o dimensión.
- **Validez de constructo:** Corresponde a medir el indicador planteado.
- **Validez de criterio:** Clasificar según las categorías establecidas.

**Especificaciones**

- Claridad
- Objetividad
- Consistencia
- Coherencia
- Pertinencia
- Suficiencia
- Relevancia

**Parte C: Validación**



Validez	Pregunta	Puntuación		Observaciones
		0	1	
De contenido	1 ¿El instrumento persigue el fin del objetivo general?		X	
	2 ¿El instrumento persigue los fines de los objetivos específicos?		X	
	3 ¿EL número de dimensiones es adecuado?		X	
	4 ¿Hay claridad en la estructura de los instrumentos?		X	
	5 ¿Las hipótesis planteadas se contrastarán con la información recolectada en los instrumentos?		X	
De constructo	6 ¿El número de indicadores es adecuado?		X	
	7 No existe ambigüedad en los indicadores		X	
	8 ¿Los indicadores considerados son acorde al nivel de información necesitada?		X	
	9 ¿Los indicadores miden lo que se busca investigar?		X	
	10 ¿Las dimensiones consideradas bastan para evaluar la variable?		X	
	11 ¿Los indicadores son medibles?		X	
De criterio	12 ¿Los instrumentos se comprenden con facilidad?		X	
	13 ¿Las opciones del instrumento se presentan en orden lógico?		X	
	14 ¿La secuencia planteada es adecuada?		X	
	15 No es necesario considerar otros campos		X	
<b>Total</b>			15	

Observaciones (precisar si hay suficiencia): \_\_\_\_\_

Opinión de aplicabilidad: Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

Apellidos y nombre(s) del juez evaluador: Neyra Tubilio, Luis Roberto


Especialista: Metodólogo  Temático

Grado: Maestro  Doctor

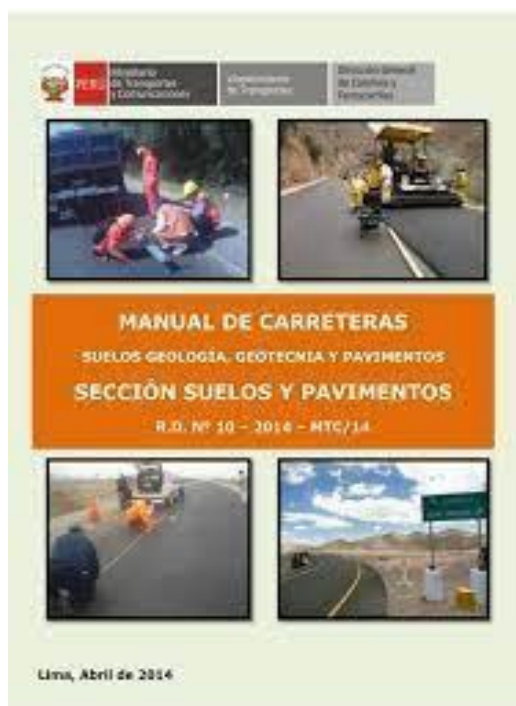
Título profesional: Ingeniero Civil

N° de registro CIP: 74453

Firma y Sello

  
 Ing. Luis Roberto Neyra Tubilio  
 CIP. 74453

## ANEXO 05: NORMATIVA



## ANEXO 06: MAPAS Y PLANOS



### UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

“Mejoramiento de la subrasante con la incorporación de cenizas de caña brava en el distrito de Pativilca – Barranca 2021”

**PLANO:**  
UBICACION

**DEPARTAMENTO:**  
LIMA

**PROVINCIA:**  
BARRANCA

**DISTRITO:**  
PATIVILCA

## ANEXO 7: Panel Fotográfico

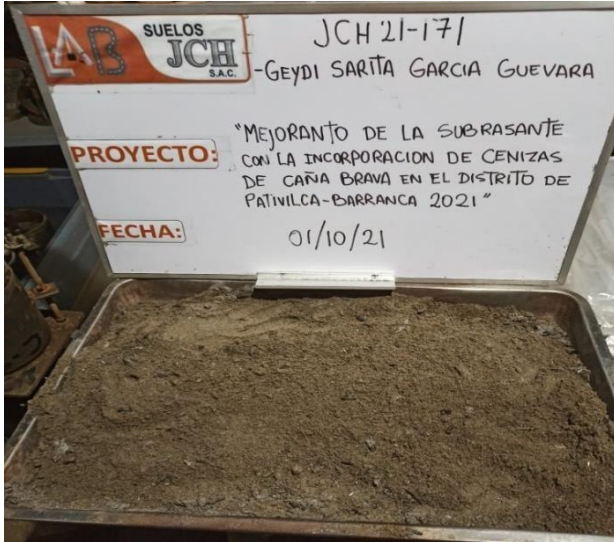


Figura 29: Muestra de suelo natural

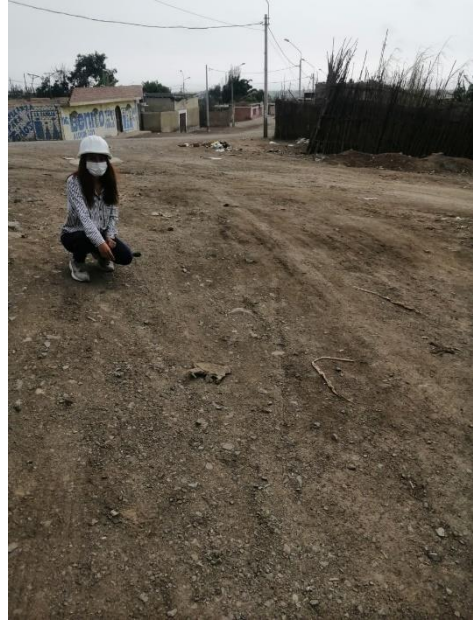


Figura 30: Zona de estudio

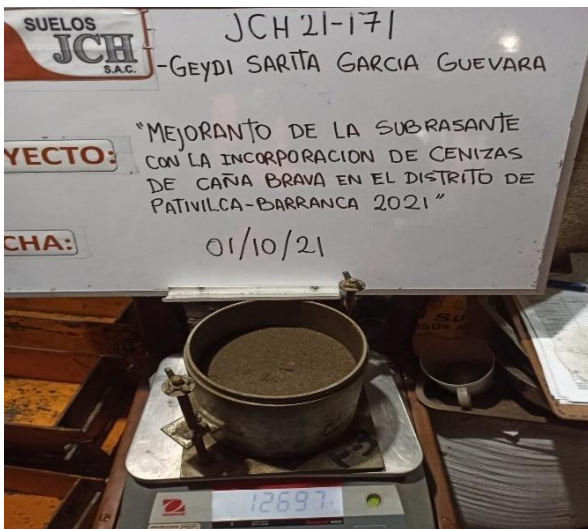



Figura 31: Muestra para ensayos de CBR



Figura 32: Ensayos de CBR

# ANEXO 08: Resultados de ensayos de laboratorio

 <b>LABORATORIO GEOTÉCNICO</b>	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-03
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

**INFORME N°** : JCH 21-171  
**SOLICITANTE** : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
**UBICACION** : BARRANCA

**Datos de la Muestra:**  
**Cantera** : -  
**Calicata** : C-1  
**Muestra** : M-1  
**Prof. (m)** : 1,50  
**Progresiva** : -  
**Coordenadas** : -

**Fecha de Recepción** : 20/09/2021  
**Fecha de Ejecución** : 21/09/2021  
**Fecha de Emisión** : 25/09/2021

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107**

Peso Global (seco) (g) 602,3

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76,20	--	--	100,0
2"	50,80	--	--	100,0
1 1/2"	38,10	--	--	100,0
1"	25,40	--	--	100,0
3/4"	19,05	--	--	100,0
3/8"	9,525	--	--	100,0
N° 4	4,760	2,2	0,4	99,6
N° 10	2,000	7,5	1,2	98,4
N° 20	0,840	25,6	4,3	94,1
N° 40	0,425	72,6	12,1	82,0
N° 60	0,260	166,9	27,7	54,3
N° 100	0,150	205,3	34,1	20,2
N° 200	0,075	38,9	6,5	13,7
-200		82,3	13,7	0,0

% Grava [N° 4 < f < 3"]	0,4
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	85,9
% Finos (< N° 200)	13,7

**LIMITES DE CONSISTENCIA**

Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	--
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

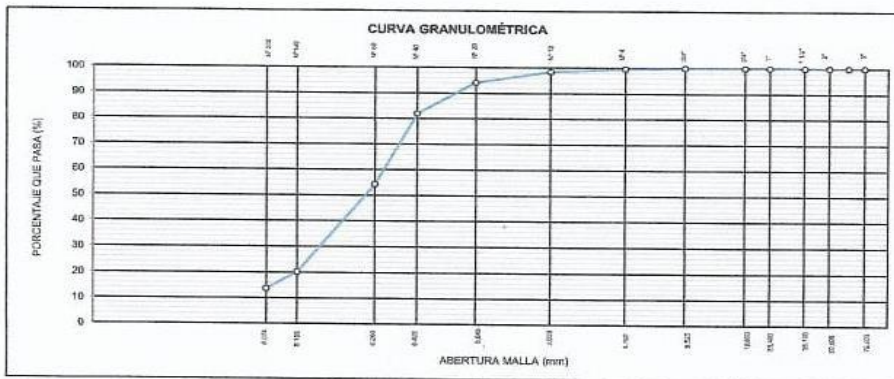
**Contenido de Humedad ASTM D-2216-05**

Humedad (%)	2,6
-------------	-----

**CLASIFICACION**

CLASIFICACION SUICS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACION AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(b)


Descripción de la muestra : ARENA LIMOSA




**Observación :** El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
**Realizado por :** Tec. J,CH

- Equipos Usados**
- Bal-1 AJ4001-N°1
  - Hor-01-jch
  - Equipo de Casagrande ELE
  - Bal-SE402F-N°2



  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 193857**

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-01
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D2216, MTC E 108**

**INFORME N°** : JCH 21-171  
**SOLICITANTE** : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
**UBICACIÓN** : BARRANCA

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 20/09/21
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 21/09/21
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 25/09/21
Prof. (m)	: 1,50		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		


Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	532,6	566,9
Peso de suelo seco + tara g	521,2	555,0
Peso de tara g	88,5	75,9
Peso de agua g	11,4	11,9
Peso de suelo seco g	432,7	479,1
Contenido de agua %	2,6	2,5
<b>Contenido de Humedad (%)</b>	<b>2,6</b>	

*Observacion :* El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
*Realizado por* Tec. J.CH

**Equipos Usados**  
 Bal-TAJ4001-N°1  
 Hor-01-jch



  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667**

	<b>FORMULARIO</b>	Código : D-04
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO</b>	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1-3

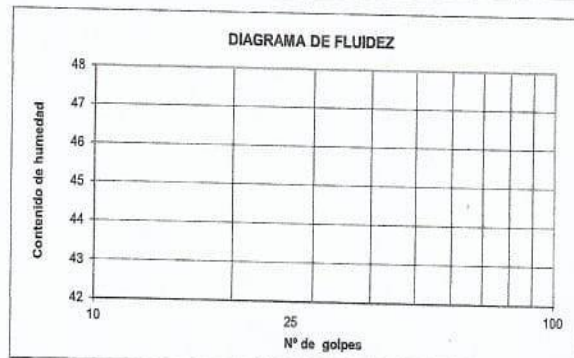
**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA  
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

**INFORME N°** : JCH 21-171  
**SOLICITANTE** : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
**ENTIDAD** : -  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
**UBICACIÓN** : BARRANCA

**Datos de la Muestra**

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 20/09/21
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 21/09/21
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 25/09/21
Prof. (m)	: 1,50		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	—
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante  
 Realizado por Tec. J.CH

- Equipos Usados**
- Bal-SE402F-N°2
  - Hor-01-jch
  - Vidrio esmerilado
  - Equipo de Casagrande ELE



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667



<b>FORMULARIO</b>		Código : D-19
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
 UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

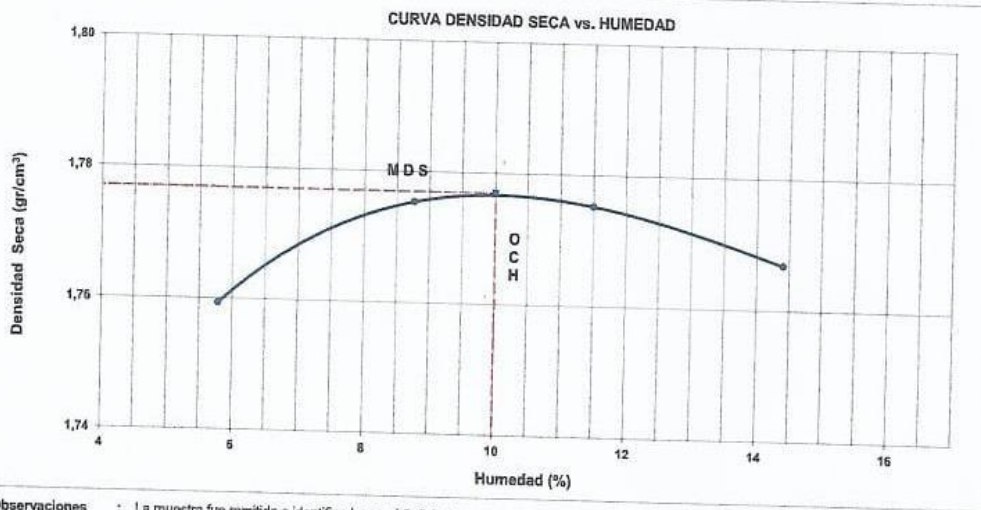
Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL  
 Prof.(m) : -  
 Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -  
 Metodo : A

Prueba N°	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5611	5676	5721	5760
Peso del Molde (gr)	3879	3879	3879	3879
Peso suelo compacto (gr)	1732	1797	1842	1881
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	930,6	930,6	930,6	930,6
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,861	1,931	1,979	2,021
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,759	1,775	1,775	1,767

Tara N°	HUMEDAD			
	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	275,3	322,3	302,4	362,6
Tara + suelo seco (gr)	263,0	300,8	276,9	323,7
Peso del agua (gr)	12,3	21,5	25,5	38,9
Peso de tara (gr)	50,5	55,5	55,1	53,6
Peso suelo seco (gr)	212,5	245,3	221,8	270,1
Contenido de humedad(%)	5,8	8,8	11,5	14,4

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1,777 (gr/cm<sup>3</sup>)  
 Óptimo Contenido Humedad(%) : 10,0 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida o identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193867

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn



**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-171  
SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.

Fecha de Recepción : 20/09/21  
Fecha de Ejecución : 01/10/21

UBICACIÓN : BARRANCA  
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Calicata : C-1  
Muestra : NATURAL + 5% ADITIVO  
Prof.(m) : -

Cantera : -  
Progresiva : -  
Coordenadas : -

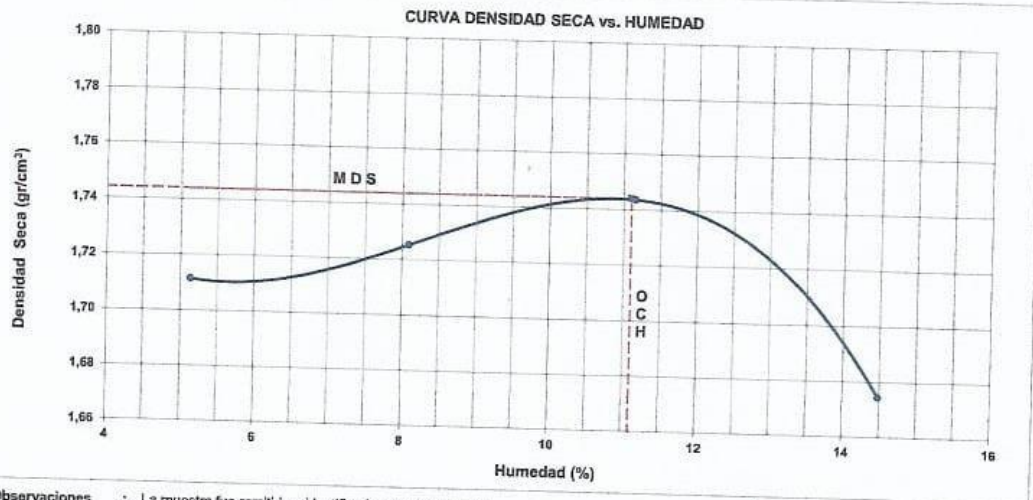
Clasificación SUCS : SM  
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -  
Metodo : A

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5881	5943	6012	5992	
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184	
Peso suelo compacto (gr)	1697	1759	1828	1808	
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	943,2	943,2	943,2	943,2	
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,799	1,865	1,938	1,917	
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,711	1,725	1,744	1,674	

HUMEDAD					
Tara N°	1	2	3	4	
Tara + suelo humedo (gr)	458,7	503,3	426,9	412,3	
Tara + suelo seco (gr)	439,5	469,8	391,1	368,0	
Peso del agua (gr)	19,2	33,5	35,8	44,3	
Peso de tara (gr)	65,8	55,9	70,2	62,1	
Peso suelo seco (gr)	373,7	413,9	320,9	305,9	
Contenido de humedad(%)	5,1	8,1	11,2	14,6	

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1,744 (gr/cm<sup>3</sup>)  
Optimo Contenido Humedad(%) : 11,1 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
JAVIER FRANCISCO  
ULLOA CLAVIJO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



<b>FORMULARIO</b>	Código : D-19
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
 Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

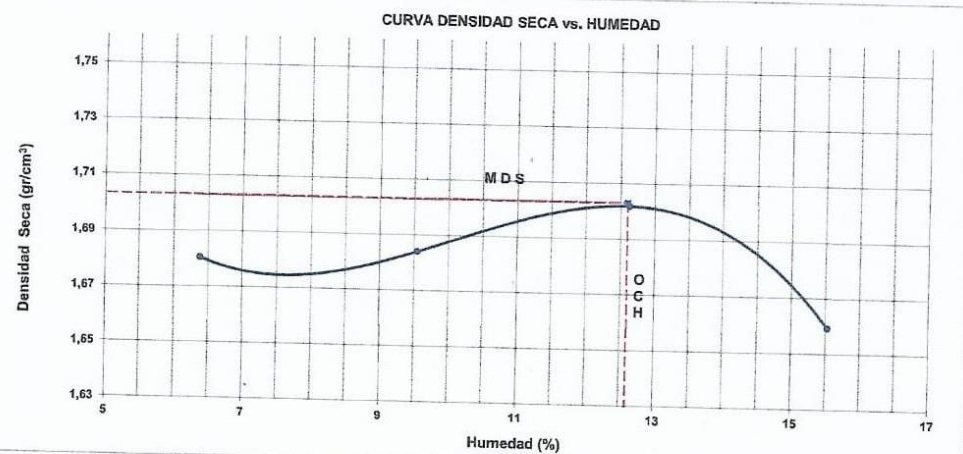
Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL + 10% ADITIVO  
 Prof.(m) : -  
 Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -  
 Metodo : A

Prueba N°	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5870	5924	5992	5992
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1686	1740	1808	1808
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,788	1,845	1,917	1,917
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,680	1,684	1,702	1,659

Tara N°	HUMEDAD			
	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	371,9	352,8	423,3	390,6
Tara + suelo seco (gr)	359,0	327,6	382,3	344,8
Peso del agua (gr)	12,9	25,2	41,0	45,8
Peso de tara (gr)	56,8	63,7	57,7	49,9
Peso suelo seco (gr)	296,2	263,9	324,6	294,9
Contenido de humedad(%)	6,4	9,5	12,6	15,5

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1,703 (gr/cm<sup>3</sup>)  
 Optimo Contenido Humedad(%) : 12,6 (%)




Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO**  
**ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Mag. Ensayo 50Kn

	FORMULARIO	Código : 0-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

**PRÓCTOR MODIFICADO**  
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
 UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

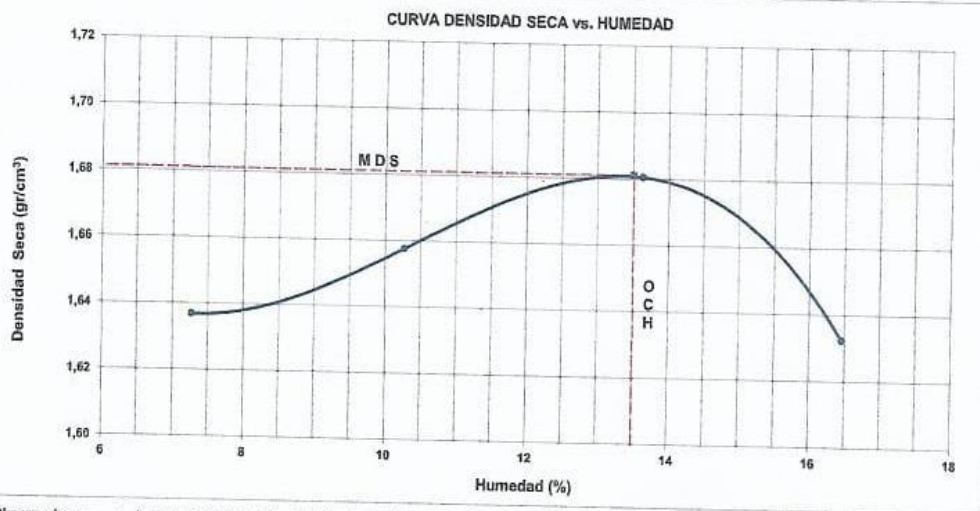
Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL + 15% ADITIVO  
 Prof.(m) : -  
 Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -  
 Metodo : A

Prueba N°	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	5840	5908	5985	5977
Peso del Molde (gr)	4184	4184	4184	4184
Peso suelo compacto (gr)	1656	1724	1801	1793
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	943,2	943,2	943,2	943,2
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,756	1,828	1,909	1,901
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,637	1,658	1,680	1,632

Tara N°	HUMEDAD			
	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	419,7	463,9	385,6	464,2
Tara + suelo seco (gr)	395,7	428,3	348,0	406,5
Peso del agua (gr)	24,0	35,6	37,6	57,7
Peso de tara (gr)	65,5	81,7	72,1	55,9
Peso suelo seco (gr)	330,2	346,6	275,9	350,6
Contenido de humedad(%)	7,3	10,3	13,6	16,5

Maxima Densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>) : 1,681 (gr/cm<sup>3</sup>)  
 Optimo Contenido Humedad(%) : 13,5 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch



*Javier Francisco*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193967

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
 Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL  
 Prof.(m) : -  
 Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

MDS (gr/cm<sup>3</sup>) : 1,777  
 OCH (%) : 10,0

N° molde	COMPACTACIÓN					
	E-1 56		C-4 25		D-4 10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11986	12032	12561	12599	10944	11039
Peso del Molde (gr)	7832	7832	8515	8515	7068	7068
Peso suelo compacto (gr)	4154	4200	4046	4084	3876	3971
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2123	2123	2127	2127	2128	2128
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,957	1,978	1,902	1,920	1,822	1,866
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,777	1,786	1,725	1,719	1,653	1,647

Tara N°	HUMEDAD					
	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	342,9	420,3	399,3	463,8	371,7	400,5
Tara + suelo seco (gr)	316,4	386,2	367,2	424,3	341,9	361,2
Peso del agua (gr)	26,5	34,1	32,1	39,5	29,8	39,3
Peso de tara (gr)	53,7	70,2	54,5	85,8	49,6	65,6
Peso suelo seco (gr)	262,7	316,0	312,7	338,5	292,3	295,6
Contenido de humedad(%)	10,1	10,8	10,3	11,7	10,2	13,3

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
02/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
03/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
04/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
05/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	E-1 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-4 CORRECCION		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	D-4 CORRECCION	
			Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)
			pulg2			pulg2			pulg2	
0,000		0			0			0		
0,025		15,4			10,8			6,2		
0,050		36,7			25,7			14,7		
0,075		67,6			47,3			27,0		
0,100	1000	113,8	240,2	24,0	79,7	168,2	16,8	45,5	96,1	9,6
0,125		163,0			114,1			65,2		
0,150		220,3			154,2			88,1		
0,175		277,6			194,3			111,0		
0,200	1500	345,1	485,0	32,3	241,6	340,0	22,7	138,1	195,0	13,0
0,300		588,9			412,3			235,6		
0,400		775,5			542,8			310,2		
0,500		937,0			665,9			374,8		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por



*Javier Francisco*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



FORMULARIO

Código : D-20  
 Revisión : 1  
 Fecha : -  
 Página : 3 de 3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
 NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.

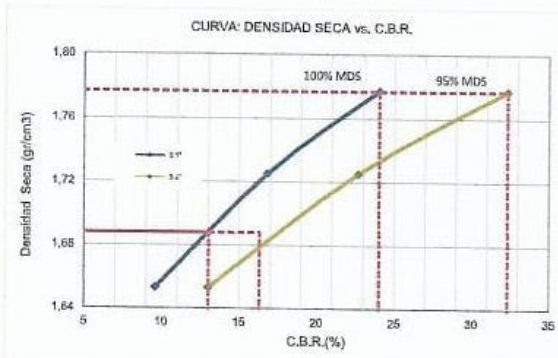
Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL  
 Prof.(m) : -

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

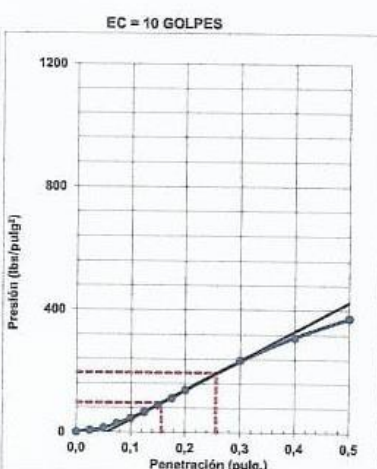
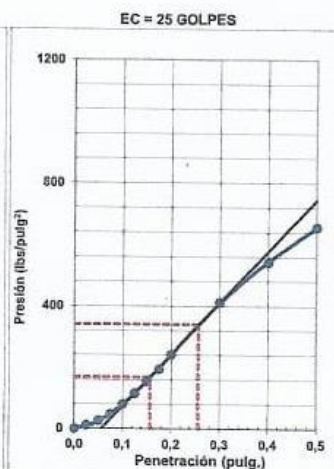
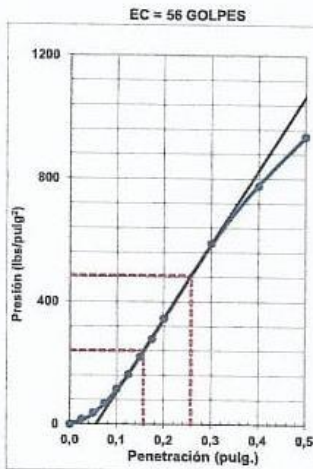
Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,777  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10,0  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1,689

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	24,0	0.2"	32,3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	13,0	0.2"	16,3

RESULTADOS:  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 24,0  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 13,0  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 32,3  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 16,3




Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hcr-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



*Javier Francisco*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

	<b>FORMULARIO</b>		Código : D-20
	<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		Revisión : 1
			Fecha : -
			Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.

Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL + 5% ADITIVO  
 Prof.(m) : -

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

MDS (gr/cm3) : 1,744  
 OCH (%) : 11,1

N° de golpes por capa	COMPACTACIÓN					
	A-2		B-2		C-1	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Condición de la muestra	56		25		10	
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12030	12220	11768	12009	10937	11250
Peso del Molde (gr)	7906	7906	7741	7741	7101	7101
Peso suelo compacto (gr)	4124	4314	4027	4268	3836	4149
Volumen del Molde (cm3)	2129	2129	2140	2140	2152	2152
Densidad Humeda (gr/cm3)	1,937	2,027	1,882	1,995	1,782	1,928
Densidad seca (gr/cm3)	1,744	1,813	1,693	1,773	1,603	1,688

Tara N°	HUMEDAD					
	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	385,4	410,1	346,2	385,6	444,4	356,3
Tara + suelo seco (gr)	355,9	372,8	320,0	350,5	407,8	318,1
Peso del agua (gr)	29,5	37,3	26,2	35,1	36,6	38,2
Peso de tara (gr)	89,7	55,7	85,4	70,1	81,3	49,7
Peso suelo seco (gr)	266,2	317,1	234,6	280,4	326,5	268,4
Contenido de humedad(%)	11,1	11,8	11,2	12,5	11,2	14,2

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN							
				EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
02/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
03/10/2021	48	8:08:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
04/10/2021	72	8:08:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
05/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	PENETRACIÓN								
			A-2 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	B-2 CORRECCIÓN		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	C-1 CORRECCIÓN		
			Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)	
			pulg2		pulg2		pulg2		pulg2		
0,000		0			0				0		
0,025		61,1			47,0				32,9		
0,050		118,4			91,1				63,7		
0,075		179,5			138,1				96,6		
0,100	1000	257,8	304,0	30,4	198,3	233,7	23,4		138,8	184,6	16,5
0,125		345,6			265,8				186,1		
0,150		422,9			325,3				227,7		
0,175		499,3			384,1				268,8		
0,200	1500	570,9	605,0	40,3	439,1	465,0	31,0		307,4	325,0	21,7
0,300		829,6			638,1				446,7		
0,400		1057,7			813,6				569,5		
0,500		1250,6			962,0				673,4		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por

Equipo usados  
 Bal-R31P30-N°3  
 Bal-TAJ4001-N°1  
 Hor-01-JCH  
 Maq. Ensayo 50Kn



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193657



FORMULARIO

Código : D-20  
 Revisión : 1  
 Fecha : -  
 Página : 3 de 3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
 NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.

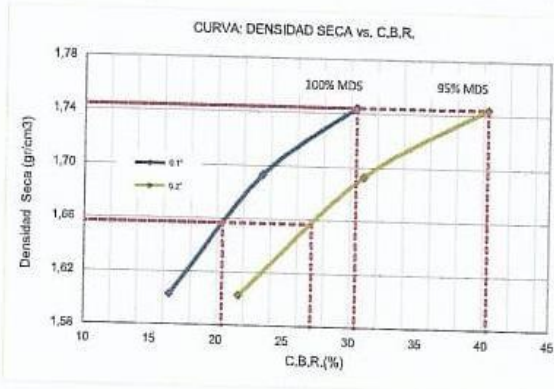
Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL + 5% ADITIVO  
 Prof.(m) : -

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

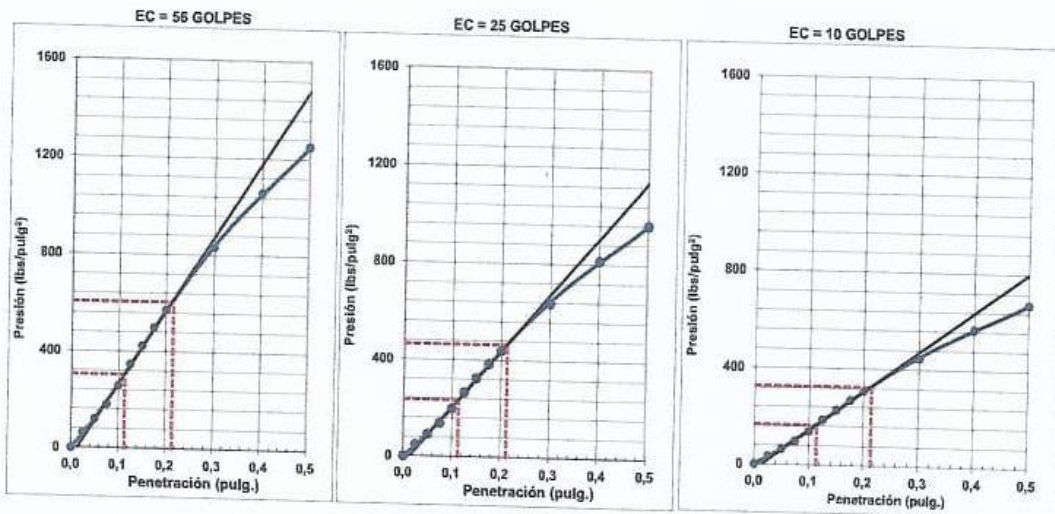
Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,744  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11,1  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,657

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	30,4	0.2"	40,3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	20,4	0.2"	27,1

RESULTADOS:  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 30,4  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 20,4  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 40,3  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 27,1



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193657

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



<b>FORMULARIO</b>		Código : D-20
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>		Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339,145 / ASTM D-1883**

Nº INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.

Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL + 10% ADITIVO  
 Prof.(m) : -

Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

MDS (gr/cm3) : 1,703  
 OCH (%) : 12,6

Nº molde	COMPACTACIÓN					
	A-5 56		C-2 25		E-6 10	
Nº de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11874	11948	12340	12480	11507	11703
Peso del Molde (gr)	7766	7766	8402	8402	7755	7755
Peso suelo compacto (gr)	4108	4182	3938	4078	3752	3948
Volumen del Molde (cm3)	2143	2143	2126	2126	2126	2126
Densidad Humeda (gr/cm3)	1,917	1,952	1,852	1,918	1,765	1,857
Densidad seca (gr/cm3)	1,703	1,724	1,642	1,679	1,566	1,607

Tara Nº	HUMEDAD					
	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	324,3	410,1	420,1	385,6	375,4	356,3
Tara + suelo seco (gr)	297,3	368,4	382,2	345,6	342,5	315,0
Peso del agua (gr)	27,0	41,7	37,9	40,0	32,9	41,3
Peso de tara (gr)	93,1	52,8	85,7	65,2	83,2	50,1
Peso suelo seco (gr)	214,2	315,6	296,5	280,4	259,3	264,9
Contenido de humedad(%)	12,6	13,2	12,8	14,3	12,7	15,6

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN								
				EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		
				mm	%		mm	%		mm	%	
01/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
02/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
03/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
04/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	
05/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	PENETRACIÓN								
			A-5 CORRECCION		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	C-2 CORRECCION		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	E-6 CORRECCION		
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)	
0,000		0			0						
0,025		40,1			30,1				16,3		
0,050		99,2			74,5				40,3		
0,075		162,5			122,1				66,1		
0,100	1000	221,6	257,5	25,7	168,5	193,5	19,4		90,1	104,7 10,5	
0,125		291,2			218,9				118,4		
0,150		356,7			268,0				145,0		
0,175		413,6			310,9				168,2		
0,200	1500	479,1	497,0	33,1	360,0	378,0	25,2		194,7	215,0 14,3	
0,300		631,0			474,2				256,5		
0,400		793,5			596,4				322,6		
0,500		970,8			729,6				394,6		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por



*Javier Francisco Ulloa*  
**JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 193667

Equipo usados	
Bal-R31P30-Nº3	
Bal-TA-J4001-Nº1	
Hor-01-JCH	
Meq. Ensayo 50Kn	





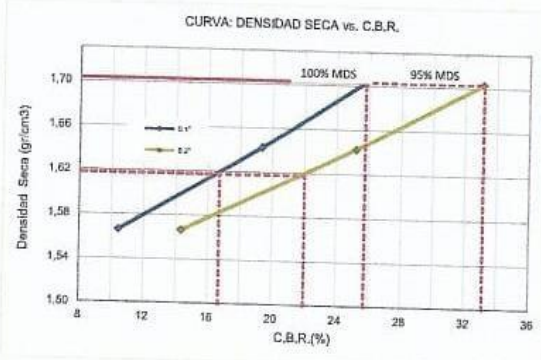
<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
 UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

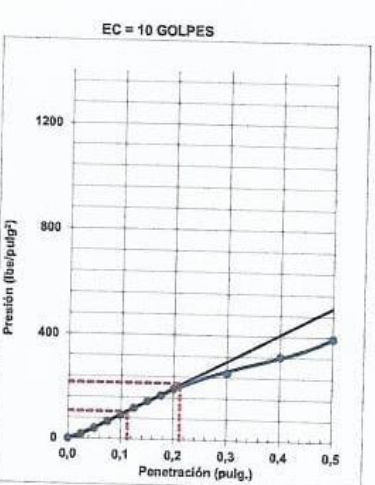
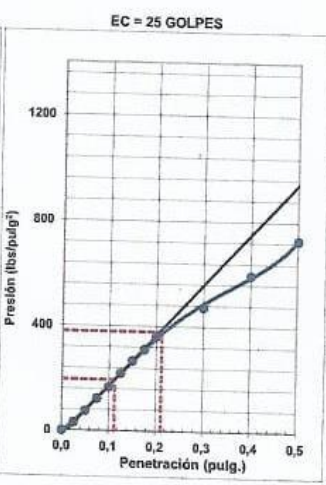
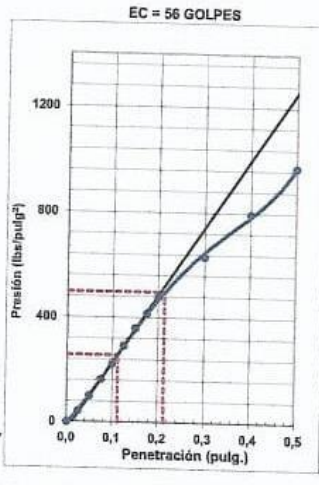
Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL + 10% ADITIVO  
 Prof.(m) : -  
 Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,703  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 12,6  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1,618

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	25,7	0.2"	33,1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	16,7	0.2"	22,0

**RESULTADOS:**  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 25,7  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 16,7  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 33,1  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 22,0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
 JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 2 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE GENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
 UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021

Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL + 15% ADITIVO  
 Prof.(m) : -  
 Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)  
 MDS (gr/cm3) : 1,681  
 OCH (%) : 13,5

N° molde	COMPACTACIÓN					
	A-6		B-1		F-3	
N° de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11878	12062	11738	12020	11835	12191
Peso del Molde (gr)	7792	7792	7796	7796	8083	8083
Peso suelo compacto (gr)	4086	4270	3942	4224	3752	4108
Volumen del Molde (cm3)	2142	2142	2144	2144	2128	2128
Densidad Humeda (gr/cm3)	1,908	1,994	1,839	1,971	1,763	1,931
Densidad seca (gr/cm3)	1,681	1,745	1,622	1,717	1,550	1,651

Tara N°	HUMEDAD					
	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	422,6	397,5	416,6	401,1	328,9	431,2
Tara + suelo seco (gr)	381,9	354,5	376,6	357,1	299,0	377,8
Peso del agua (gr)	40,7	43,0	40,0	44,0	29,9	53,4
Peso de tara (gr)	79,7	52,3	78,3	58,8	81,4	62,1
Peso suelo seco (gr)	302,2	302,2	298,3	298,3	217,6	315,7
Contenido de humedad(%)	13,5	14,2	13,4	14,8	13,7	16,9

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
01/10/2021	0	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
02/10/2021	24	8:07:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
03/10/2021	48	8:05:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
04/10/2021	72	8:06:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00
05/10/2021	96	8:04:00 a. m.	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	PENETRACIÓN							
			A-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	B-1		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	F-3	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		25,8			19,8			13,9		
0,050		59,2			45,5			31,9		
0,075		106,9			82,2			57,6		
0,100	1000	160,4	216,5	21,7	123,4	166,6	16,7	86,4	116,5	11,7
0,125		218,6			168,2			117,7		
0,150		274,0			210,8			147,5		
0,175		312,2			240,1			168,1		
0,200	1500	374,2	425,0	28,3	287,9	330,0	22,0	201,5	233,0	15,5
0,300		561,3			431,8			302,3		
0,400		701,7			539,7			377,8		
0,500		856,3			658,7			461,1		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.  
 Realizado por : Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Meq. Ensayo 50Kn



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667**

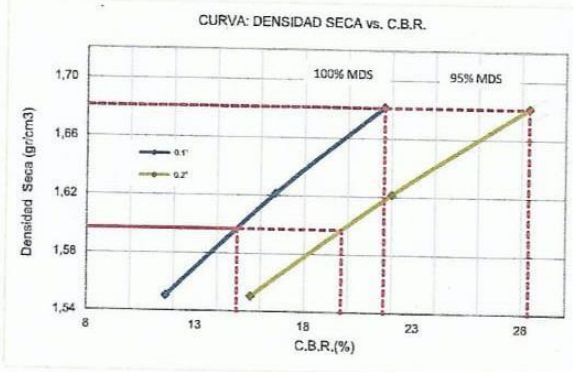


<b>FORMULARIO</b>	Código : D-20
<b>INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS</b>	Revisión : 1
	Fecha : -
	Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)  
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-171  
 SOLICITANTE : GEYDI SARITA GARCIA GUEVARA  
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZAS DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA, 2021.  
 UBICACIÓN : BARRANCA  
 FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2021  
 Fecha de Recepción : 20/09/21  
 Fecha de Ejecución : 01/10/21

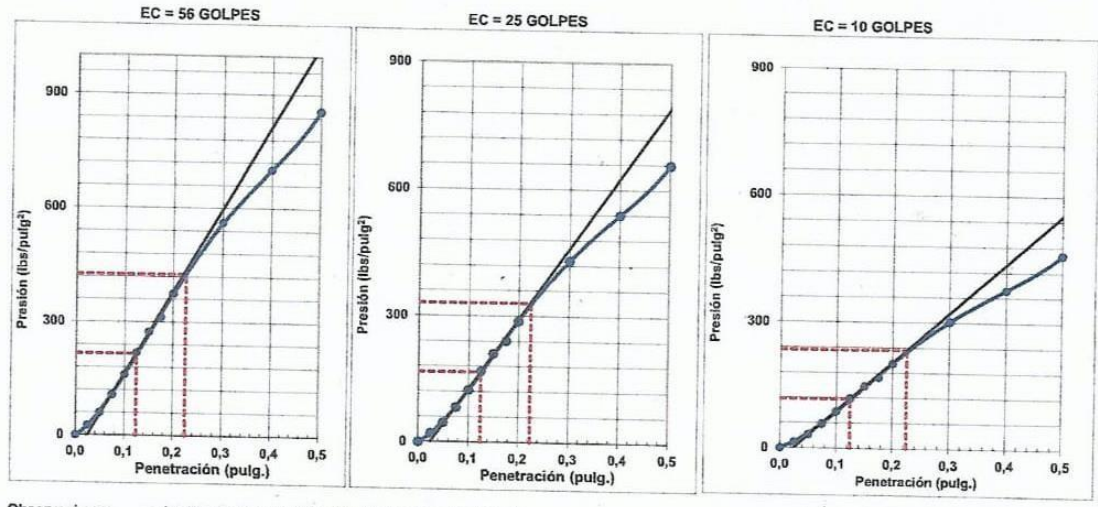
Calicata : C-1  
 Muestra : NATURAL + 15% ADITIVO  
 Prof.(m) : -  
 Cantera : -  
 Progresiva : -  
 Coordenadas : -  
 Clasificación SUCS : SM  
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1,681  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13,5  
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1,597

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	21,7	0.2"	28,3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	14,9	0.2"	19,7

**RESULTADOS:**  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 21,7  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 14,9  
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 28,3  
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 19,7



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.



*Javier Francisco Ulloa Clavijo*  
**JAVIER FRANCISCO  
 ULLOA CLAVIJO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 193667**

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TA.4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ARRIOLA MOSCOSO CECILIA, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON LA INCORPORACIÓN DE CENIZA DE CAÑA BRAVA EN EL DISTRITO DE PATIVILCA - BARRANCA 2021", cuyo autor es GARCIA GUEVARA GEYDI SARITA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 29 de Noviembre del 2021

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ARRIOLA MOSCOSO CECILIA <b>DNI:</b> 43851809 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2497-294X	Firmado electrónicamente por: CARRIOLAM el 01- 12-2021 22:43:54

Código documento Trilce: TRI - 0198921