



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para mejorar la
subrasante, carretera San Pablo - Chara, Cusco 2021

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

AUTORES:

Apaza Velásquez, Milton ([ORCID:0000-0002-6071-3147](https://orcid.org/0000-0002-6071-3147))

Quispe Choque, Juan Carlos([ORCID:0000-0003-4548-200X](https://orcid.org/0000-0003-4548-200X))

ASESOR:

Dr. Benites Zúñiga, José Luis([ORCID:0000-0003-4459-494X](https://orcid.org/0000-0003-4459-494X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedico esta tesis a todas nuestras familias, y a todas las personas que nos apoyaron incondicionalmente en nuestra formación profesional y para sacar adelante esta investigación.

Agradecimiento

Quiero agradecer especialmente a nuestro asesor Dr. José Luis Benites Zúñiga, por su colaboración, comprensión y asesoramiento en el desarrollo de la presente investigación.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Indice de contenidos.....	iv
Indice de tablas.....	v
Indice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCION.....	1
II. MARCO TEORICO.....	5
III. METODOLOGIA.....	18
3.1. Tipo y diseño de investigación:.....	18
3.2. Variables, Operacionalizacion:.....	19
3.3. Población y muestra y muestreo:.....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.5. Procedimiento:.....	21
3.6. Método de análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES.....	40
VII. RECOMENDACIONES.....	42
REFERENCIAS.....	43
ANEXOS.....	50

Índice de tablas

Tabla 1. Contenidos de cenizas y sílice en residuo agrícola.....	11
Tabla 2. Clasificación de subrasantes.....	11
Tabla 3. Clasificaciones del suelo según el índice de plasticidad.....	14
Tabla 4. Clasificación del suelo según volumen de partículas.....	15
Tabla 5. Clasificación del suelo	24
Tabla 6. Resultados del ensayo de límites de Atterberg.....	27
Tabla 7. Ensayo de compactación.....	28
Tabla 8. Resultados de valores de porcentaje de absorción para diferentes combinaciones.....	30
Tabla 9. Resultado de CBR para diferentes combinaciones de suelo y cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz.....	32
Tabla 10. Prueba de normalidad de resistencia de suelo.....	33
Tabla 11. Correlación de resistencia	34

Índice de figuras

Figura 1. Equipo para el cálculo del límite líquido Fuente: MTC E 110–ASTM.....	13
Figura 2. Barras cilíndricas para el cálculo del límite plástico Fuente: MTC E 110–ASTM D4318.....	13
Figura 3. Tamices para los ensayos granulométricos Fuente: MTC E 107-ASTM D422.....	15
Figura 4. Equipo para el ensayo Proctor modificado Fuente: MTC E 116-ASTM D698.....	16
Figura 5. Formula de CBR Fuente: MTC 249-ASTM D1883.....	16
Figura 6. Equipo para el ensayo CBR Fuente: MTC 249-ASTM D1883.....	17
Figura 7. Calicata 01 km 02+000.....	23
Figura 8. Calicata 02 km 03+000.....	23
Figura 9. Calicata 03 km 04+000.....	23
Figura 10. Mapa político del Perú.....	25
Figura 11. Mapa político del Departamento de Cusco.....	25
Figura 12. Mapa de la provincia.....	25
Figura 13. Mapa del distrito de San Pablo de Canchis.....	25
Figura 14. Consistencia del suelo.....	26
Figura 15. Ensayo en copa de Casagrande.....	26
Figura 16. Límites de Atterberg.....	27
Figura 17. El secado del material para su respectivo cuarteo.....	28
Figura 18. Se pone la muestra al horno.....	28
Figura 19. Humedad óptima.....	29

Figura 20. Densidad máxima seca.....	29
Figura 21. Mezclado de suelo con ceniza.....	30
Figura 22. Muestra sumergida para cálculo de % de absorción.....	30
Figura 23. Variación del porcentaje de absorción.....	31
Figura 24. Proctor modificado por capas.....	31
Figura 25. Proctor modificado con ceniza.....	31
Figura 26. Variación del CBR respecto al contenido de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz.....	32

Resumen

Nuestra investigación tuvo como objetivo el mejoramiento de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara, con un diseño de investigación experimental tipo aplicada y un enfoque cuantitativo; donde se propuso utilizar cenizas de cascará de trigo y tallo de maíz en porcentajes de 10%, 15% y 20% para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural, se realizaron 3 calicatas de 1.50 mts de profundidad en las progresivas 2+000 – 3+000 – 4+000 por lo cual se consideró el estudio en la calicata 2 por ser suelo crítico.

Se tuvo como resultados del suelo crítico una densidad máxima seca de 1.75 g/cm³, humedad seca de 15.11%, y CBR al 95% de 3.7% y al 100% de 4.6% siendo clasificado como suelo pobre o inadecuada, adicionándole a la muestra patron el 15% cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo una densidad máxima seca de 1.68 g/cm³, humedad seca de 17.89%, y CBR al 95% de 15.5% y al 100% de 23.20%. Por consiguiente, se concluye que la investigación realizada al suelo crítico tuvo un mejoramiento en su resistencia con el 15% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz, clasificándose como bueno o muy bueno.

Palabras clave: ceniza de trigo y maíz, CBR, subrasante, estabilización.

Abstract

The objective of our research was to improve the subgrade on the San Pablo - Chara highway, with an applied-type experimental research design and a quantitative approach; where it was proposed to use ashes from wheat husks and corn stalks in percentages of 10%, 15% and 20% to improve the physical and mechanical properties of the natural soil, 3 pits of 1.50 meters deep were made in the progressive 2+000 – 3+000 – 4+000 for which the study in pit 2 was considered as it is critical soil.

The results of the critical soil were a maximum dry density of 1.75 g/cm³, dry humidity of 15.11%, and CBR at 95% of 3.7% and at 100% of 4.6%, being classified as poor or inadequate soil, adding to the sample standard 15% wheat husk and corn stalk ash, a maximum dry density of 1.68 g/cm³, dry moisture of 17.89%, and CBR at 95% of 15.5% and at 100% of 23.20% were obtained. Therefore, it is concluded that the investigation carried out on the critical soil had an improvement in its resistance with 15% of wheat husk ash and corn stem, classifying it as good or very good.

Keywords: wheat and corn ash, CBR, subgrade, stabilization.

I. INTRODUCCION

En los últimos años se viene incrementando las infraestructuras viales como son las carreteras que conectan ciudades que permiten el desarrollo de todo un país, sin embargo no todo los suelos de fundación tienen una adecuada resistencia en la subrasante, en Uruguay se encuentran una gran red de vías regionales y nacionales que cubren el 30% de su territorio, siendo la más densa de América latina, estas vías de acceso contribuyen a que las poblaciones pueda realizar actividades de conmutación económico, comercio, transporte de pasajeros, y otros actividades pero sin embargo, Uruguay no cuenta con carreteras de calidad debido al problema del subsuelo, que en su mayoría es suelo blando que necesita ser estabilizado con materiales adicionales [1].

Hay muchos tipos de suelo en el Perú, por su clima y geografía en todas sus regiones, donde se puede observar problemas de infraestructuras viales al momento de su ejecución, la razón es que los suelos de formación están defectuosos y no es capaz de soportar las cargas verticales que transmiten las diferentes unidades vehiculares produciendo hundimientos en su estructura vial. En la región de San Martín las lluvias vienen afectando continuamente las vías de acceso a distintas partes de su región, se ha investigado las composiciones mecánicas, físicas y químicas de la cascara de maíz donde su ceniza sirva como aditivo para la mezcla asfáltica, el CBR aumento en capacidad de resistencia del terreno mejorado; donde se afirma que la ceniza de cascara de maíz genera una mayor resistencia en la sub base del pavimento, obteniéndose mejores costo beneficio [2].

En el distrito de San Pablo, provincia de Canchis geográficamente presenta una topografía accidentada, donde su topografía hace que las infraestructuras viales sean costosas esto es necesario a que los suelos de formación presentan poca resistencia, es por ello que no pueden ser utilizados como material en subrasante de carreteras, por lo tanto, no logra cumplir las exigencias mínimos contempladas y aprobadas en el manual de carretas del MTC. Nuestro proyecto de investigación comprende la carretera San Pablo - Chara que comprende una longitud 6

kilómetros aproximadamente con una superficie lastrado sin pavimentación, la subrasante del siguiente tramo de estudio está constituido por suelo gravoso – arenoso y que actualmente desniveles verticales de hundimientos, dificultando el transporte vehicular. A través del proyecto de investigación se desea dar una mejora al tramo de estudio a través del empleo de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz al suelo de la subrasante. Por último, el proyecto de investigación busca solucionar en la carretera San Pablo – Chara, dando una mejor transitabilidad por la mejora de su estructura vial como es la subrasante, la ceniza de cascará de trigo y tallo de maíz efectuando la investigación necesaria en laboratorio nos permitirá definir sus características físicas, propiedades mecánicas y químicas al incorporar como aditivo en el preparado de la subrasante. Nuestra investigación tiene como finalidad resolver la incidencia de agregar cáscaras de trigo y tallos de maíz en cantidades porcentuales del 10%, 15% y 20% para mejorar la consistencia del suelo natural de modo que pueda soportar las cargas verticales de los vehículos que pasan en la carretera San Pablo – Chara, de esta forma se mitiga los problemas de hundimientos verticales [3].

En esta investigación el problema general fue ¿en qué medida la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influyen en el mejoramiento de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021? así mismo se consideró como problemas específicos ¿en qué medida influye el uso de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021?; ¿en qué medida influye el uso de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021?; ¿de qué manera contribuye la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el porcentaje de absorción del suelo de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021?; ¿en qué dimensión la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz contribuyen en la resistencia de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021?.

Se tiene justificación teórica y práctica en la presente investigación podemos afirmar que en toda nuestra región del Cusco no contamos con estudios de mejorar las estructuras viales utilizando cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz, para lo

cual realizaremos estudios en aplicar esta nueva técnica a través de ensayos en laboratorios que nos arrojaran resultados positivos o negativos; así mismo en el área de estudio se tiene las materias primas como son las cascara de trigo y tallos de maíz, donde serán aprovechados para mejorarlas es estructuras viales, con este proyecto de investigación se proporcionara los resultados a los gobiernos locales y regional para su implementación buscando el bienestar social; así mismo en el tema social se busca ofrecer una mejor calidad de vida a los pobladores a través de buenas carreteras; de forma metodológica se utilizara técnicas de recolección de datos exploración y análisis en laboratorios utilizándose la variable más importante que es la ceniza de cascara de trigo y tallos de maíz.

La investigación tiene como objetivo general examinar si la ceniza de cáscara de trigo y tallo de maíz puede contribuir en el mejoramiento de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021. Y tiene como objetivos específicos: Determinar las cantidades porcentuales necesarias de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para obtener un buen óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021; determinar la influencia necesarias de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para conseguir su porcentaje de absorción óptimo de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021; determinar la influencia necesaria de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en la resistencia de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021.

En esta investigación se tiene Hipótesis general: La adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influyen de manera positiva en el mejoramiento de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021; así mismo se tiene las hipótesis específicas: El uso de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye de manera positiva en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021; determinar las cantidades porcentuales necesarias de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para obtener un buen índice de plasticidad de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021; el uso de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye de manera positiva en el óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021; la adición de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye de

manera efectiva en el porcentaje de absorción de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021; la adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye de manera óptima en la resistencia de la subrasante en la carretera San Pablo – Chara 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Juica (2020). Tiene como objetivo utilizar un nivel de investigación aplicado y descriptivo para el análisis de arcilla que contiene ceniza de cascarilla de arroz y carbón triturado para la subrasante, con pruebas CBR para determinar la resistencia del suelo, de los cuales nuestros componentes principales son CHM y CM estudio de diseño experimental para resolver el resultado. La técnica utilizada para la recolección de datos fue la observación directa en el mismo lugar; las herramientas utilizadas son adecuadas. Se determinó que los especímenes experimentales en la naturaleza eran adecuados para el tipo de suelo según la clasificación SUCS (SC) AASHTO A-1-b (0), límite líquido (LL) es 29%, límite plástico (LP) es 21%, índice plástico (IP) es 8% CBR al 100% es 17,5%, de la misma manera que la prueba realizada en suelo natural al agregar 6%, 11% y 16%, ceniza de cascarilla de arroz y carbón triturado, se resolvió que un CBR del 100% presenta un aumento de 40.2%, 51%, 59.2%, respectivamente, superan el valor CBR del suelo natural. Se concluye que el aumento del valor de CBR ha alcanzado el estándar según el manual de construcción de carreteras debido a que tiene un efecto directo en el desempeño de la vía, tiene una mayor amplitud de carga, lo que reducirá los daños que ocasionen las precipitaciones pluviales [4].

Hidalgo y Saavedra (2020). En su tesis tuvieron como objetivo principal fue examinar los residuos de cascarilla de arroz y bagazo de azúcar en tierras arcillosas para su uso como sub rasante en construcciones asfálticas. Las pruebas fueron experimentales para lograr los efectos, se han completado las pruebas relacionadas obteniéndose un contenido de humedad de 24.61%, índice plástico de 11.94%, en cuando a la simbolización SUCS tiene un ML, se interpreta como suelo limo inorgánico con compresibilidad baja a media, el CBR al 95% la consistencia seca más alta es del 33.75% con una inserción de 0,1, por lo que CBR a 100%, la consistencia seca más alta es del 57.50%. El valor de CBR aumentó con la relación óptima más alta de 10% de ceniza de cáscara de arroz y 10% de bagazo y, a la inversa, la relación de expansión disminuyó a 30%. Se investigaron las propiedades físicas, químicas y mecánicas utilizando diferentes cantidades porcentuales para evaluar su reactividad como estabilizador primario [5].

Barragán y Cuervo (2019). Tuvieron como objetivo analizar la tolerancia de suelos naturales arcillosos-arenosos al uso de ceniza de cascara de arroz. El análisis es descriptivo y experimental, la población es de 20 experimentos de laboratorio para relacionar la estabilidad del caolín con cal y cenizas volantes, se tomaron muestras de 3 organizaciones de prueba con cal y ceniza para tener el mismo efecto. Rendimiento máximo, deformación máxima y módulo elástico, los instrumentos utilizados fueron tamaño de grano y CBR, el suelo resultante fue con la adición de 1% subsuelo natural reduciendo la densidad máxima seca a 0,7%, de 1,726 gr/cm³ a 1,714 gr/cm³ [6].

Herrera y Hernández (2019). Tuvieron como objetivo analizar el efecto de plasticidad de la aplicación de ceniza de café en arcilla en función de la docilidad y la gravedad física. La investigación es cuantitativa, la población está representada por el municipio de Vióta Cundimarca, la muestra se tomó en la vereda del distrito de Vióta, ya que las herramientas utilizadas fueron el límite de Atterberg y el tamaño de partícula, los principales resultados fueron con muestreos naturales y IP 20% y al agregar CCC de suelo combinado en 4%, 6% y 8% comenzó a disminuir, sin embargo, los mejores resultados se obtuvieron al agregar 4% CCC redujo el índice de plasticidad al 17%, concluyó que agregando 4%, 6% y 8% ceniza reduce el índice de plasticidad en un 20,7%, por otro lado, la densidad de peso del suelo natural es de 2,47 g/cm³, con la adición de ceniza pesa 2,56 g/cm³, por lo que cuando se agrega más porcentaje de ceniza incrementar la gravedad específica [7].

Clavería, Triana y Varón (2018). Tuvieron como objetivo de investigación fue establecer modelos confrontación de los resultados extraídos con los dos modelos de cenizas de biomasa frente a la prueba de CBR, estudios del tipo experimental; las poblaciones están representadas por la línea de Manizales km4, las muestras son 4 ejemplares intercalados en la CBR en el km4 por Manizales; Las herramientas utilizadas fueron medición de hidrómetro, límite de Atterberg, el resultado principal fue 5% CCA más, el índice CBR aumentó 26.56% y 13.1%, el mayor aumento de CBR también se puede observar en 15% de CBCA en un 22.46% y 20.11%. Y con una reducción de CBR de 5% y 15% CCA, se concluye que la aplicación de los porcentajes óptimos de 10% CCA y 15% CBC aumenta la

mejora en las características de la subrasante, valor que hace la mayor contribución a las características del suelo [8].

Ugarte, Apaza y Salcedo (2019). Tuvieron como objetivo determinar si es apropiado reemplazar parcialmente el cemento portland industrial con puzolana artificial para usar a distintas clases de dureza. Inicialmente se realiza un proceso de cocción supervisada para la obtención de la ceniza, bagazo, cáscara de cebada y hojas del maíz, seguido de la molienda de dicho producto con un molino manual. , que luego se tamiza a través de malla Nro.50. Con este proceso convertimos la ceniza en un material puzolánico artificial y conseguimos apreciar su proceder a la compresión y resistencia; en el cual, se desarrollaron y curaron muestras y portaobjetos estándar en los que se reemplazó cemento portland grado IP por puzolana artificial a razón del 5%, 10%, 15% y 20% empleando una mezcla del método de diseño elaborado por la empresa concrete institute of America committee 211 y el método del módulo de finura incorporando agregados, para determinar el mejor diseño de esfuerzos. Finalmente, se realizó un análisis de costo unitario de todo diseño y de toda puzolana artificial y se determinó quién obtuvo el costo perfecto. Los resultados del presente estudio muestran que es posible utilizar bagazo, cáscaras de cebada y cenizas de cáscara del maíz con las propiedades físicas indicadas para reemplazar parcial del cemento portland grado IP en agregado de concreto para diseño del concreto. 175 kg/cm², 210 kg/cm², 280 kg/cm² y 350 kg/cm² para su uso estructural en la ciudad blanca de Arequipa [9].

Ccanto (2019). Tiene como objetivo estabilizar la arcilla con ceniza de bagacillo para mejorar el subsuelo, propone utilizar ceniza de bagacillo en cantidades porcentuales de 10%, 15% y 20% como procedimiento alternativo para aumentar la calidad del suelo y el mejoramiento en las propiedades físico-mecánicas de arcillas, para que pudieran cumplir con los requisitos mínimos utilizados como matriz, se utilizó un método experimental, ya que buscaba una relación entre dos variables, se ha propuesto el tipo de estudio aplicado, el nivel de estudio. se explica con un enfoque cuantitativo, con procedimientos directos aplicados en ensayos de laboratorio, la presente investigación tuvo como objetivo resolver el efecto de la suplementación con ceniza de bagacillo CB en las cantidades porcentuales de 10%,

15% y 20%, en el mejoramiento de la consistencia de la arcilla utilizada como subsuelo, los resultados alcanzados fueron muy beneficiosos, en cuanto al CBR se alcanzó un incremento de 2.3% a un CBR de 15.2%, se considera como un buen soporte, de igual manera resultando una reducción de dilatación de 9,06% hasta 1.89% y un porcentaje de absorción de 14.3% se reduce a 4.6%, por lo que se concluye que la ceniza de bagacillo CB sea un aditivo que logre beneficios en los suelos naturales porque contribuye activamente al aumento óptimo del valor resistencia y contenido de humedad óptimo [10].

Evangelista (2018). Cuyo objetivo é estabelecer a estrutura química dos resíduos de cinzas de arroz utilizado na apuração, o modelo del pesquisa foi quantitativa e experimental, os ferramenta foram modificados nos limites proctor e aeropterberg, os resultados foram maior resistêcia ao arrasto como unidade. do grau de saturação, ao contrário dos aumentos esperados explicados pela redução das investigações, concluídas com a agregação de cinzas de cascas de arroz, obteve-se uma responder inesperada, Também é justificável ao mesmo tempo pelo atraso de 96 horas entre cozimentos. O objetivo deste ensaio é resolver a constituição química dos residuos concentrado de arroz, do tipo quantitativo, em instrumentos de límite de Atherberg. Os resultados irão aumentar a resistêcia ao óleo e o grau de saturação do subsolo, concluiu-se que a inclusão da tela em 96 horas não foi suficiente para que as reações químicas ocorressem [11].

Jijo (2019). Its objective was to check the firmness advantages obtained changing the stability of the cement of clay soils through the use of sawdust ash (SDA), was a descriptive and quantitative empirical article, the study population is an expansive land, for the analysis pattern. on the cement adjunct in percentages of including SDA 5%, 10% and 20% to stabilize the soil The tools used are tests according to the bis regulation The main results were generated an increase of the two resistances with an start 8% to 7 days of hardening and a 19% increase in time at 28 days of hardening It was concluded that the resistance increase patterns show a marked difference with tabilization of the lime clays, resulting in acquired strengths. SDA and your UCS rating, to predict your CBR and analyze the savings in floor thickness. Therefore, the research results show an analysis of the pavement

thicknesses, such as the values provided by the CBR and the thickness of the sidewalk that can be reduced up to 8.3% [12].

Towers (2018). Its purpose was to examine the possibility using recycled materials for construction and collapse, experimental systematics, pattern presented in test tubes x 0mm x 160mm, para 2, 7, 14 y días los materiales utilizados difractor y granulometric distribution. Results When fly ash is added, the characteristics and workability of concrete are improved by 11.0%, which negatively affect the durability and should increase reliability and workability of concrete, accessing the amount of water to be reduced, which will increase the hardness to days 17.6% and 8.1% in mortars [13].

Las pajas de trigo es una fibra no leñosa que se utiliza en la producción de materiales de celulosa para producir varios reactantes, es uno de los residuos agrícolas bastante numeroso en nuestro planeta. Esta materia prima es bastante asequible, porque es barata y la ventaja de utilizar el material mencionado es su disponibilidad por su abundancia, ya que se puede considerar como residuo agrícola. La paja de trigo es almacenada en un ambiente con humedad por debajo del 60% - 70%, mientras que el tercer residuo requiere un valor por debajo del 60%. Las características físicas de su fibra dictan la condicione del suelo y de riego en las que se cultiva el cultivo de este grano [14].

Ceniza de paja de trigo por ser considerado una materia prima que contiene sílice en grandes cantidades también puede ser puzolanas cenizas volantes por combustión, estas tienen pequeñas porciones de cemento sin ser procesado, pero cuando estaban en cenizas volantes puede formar compuestos cementosos también son químicamente positivos con hidróxido de calcio [15].

Asimismo, las cenizas volantes se cuecen a una temperatura de 550 °C que provoca materiales minerales utilizando carbón como materia prima de lignito, por ejemplo, ladrillos, carbón quemado, etc. con una duración de 2 horas. Escoria: Procede principalmente del proceso de fundición del hierro en un alto horno. Se trata de mezclas de hierro que se calientan en un horno y luego se dejan enfriar, ya

que su estructura se deforma. Ceniza de subproducto agrícola: Cenizas de pajas de trigo, caña de azúcar, ceniza de bagazo, etc. Tenemos clases de cenizas volantes como la clase N, que es cenizas naturales calcinada o no quemada, como la ceniza opalina, la toba y la ceniza volcánica calcinada. El tipo F generalmente se obtiene calentando carbón de antracita, que contiene altas propiedades puzolánicas. Tipo C, generalmente fabricado calentando lignito. Contiene propiedades cohesivas y puzolánicas, resulta que los grados más recomendados para la estabilización del suelo son los grados N y F [16].

Las puzolanas se definen como cualquier material su capacidad de reacción con la cal en condiciones acuosas para producir un producto con propiedades cementosas. El uso de puzolanas, como material de construcción, se remonta al imperio romano hace 2.000 años, donde el producto piroclástico de la activación volcánica de Vesubio se utilizaron para grandes construcciones de edificios públicos, como el coliseo, el templo romano y los acueductos, entre otros [17].

Tiene muchos tipos diferentes de puzolana y se puede encontrar en la naturaleza como en cantos rodados que se pueden clasificar como puzolana es considerado como material puzolana como piedra pómez de rocas de origen volcánico, toba, ceniza volcánica, entre otras. De origen sedimentario como calcedonia, ópalo y ciertas arcillas; al principio, solo utilizaron puzolanas de procedencia natural para la producción industrial del cemento puzolánico, para ello se realizaron investigaciones cuando se utilizaron materiales artificiales, a menudo residuos de la producción industrial y agrícola. Residuos industriales, utilizados para obtener materiales puzolánicos con posible uso para la construcción, en medio de recechos industriales más utilizados se encuentran la ceniza volante de acería, escoria de altos hornos y micro sílice, entre la ceniza de residuo agrícola como cáscara de arroz, cáscara del maíz, cáscara del trigo y bagazo son fuentes comprobadas de sustancias puzolánicas [18].

Las cenizas de los desechos agrícolas (cenizas de cáscara del arroz, cenizas de bagazo y pajas del arroz o ciertos desechos agrícolas), cuando se queman adecuadamente, producirán residuos minerales ricos en sílices y alúminas, de que

su estructura requiere de la temperatura de combustión, característica de la puzolana. Los residuos agrícolas (ceniza de caña de azúcar, cascarilla de maíz, arroz, etc.), tienen una mayor viabilidad y sus propiedades se mejoran mediante la implementación de combustión controlada en hornos de carpintería en el que se somete la combustión, temperatura y tiempo de residencia de las materias primas. Si la temperatura de combustión está entre 400 y 760 ° C, se garantiza que la sílice se formará en fases amorfas. [19].

Tabla 1. *Contenidos de cenizas y sílice en residuo agrícola*

Residuo Agrícola	Contenidos de Cenizas (%)	Contenidos de Sílice en Cenizas (%)
Cascara de arroz	18-25	85-95
Vaina de trigo	8-11	88-91
Pajas de arroz	13-15	80-84
Bagazo de caña de azúcar	13-15	70-75
Hojas de maíz	10-13	62-65
Nodos de bambú	1-2	56-58
Tallos y hojas de girasol	10-12	24-26

Fuente: VISVESVARAYA, H.C. Recycling of agricultural wastes with special emphasis on Rice Husk Ash. In Use of vegetable plants and their fibers as building materials, Joint Symposium.

La subrasante es definida como las superficies terminadas de la carretera al ras de movimiento del suelo (relleno y corte), sobre el cual es colocada la carretera o estructura confirmada. La capa base es la capa superior del relleno o la capa inferior de la excavación en los terrenos naturales donde es asentado el lecho de la carretera, y consistirá en suelos seleccionados con propiedades aceptables y se compactarán en capas apretadas para formar una masa estable en condiciones óptimas, que manera que no se ve afectado por las cargas de tráfico de diseño [20].

Tabla 2. *Clasificación de subrasantes*

Categorías de subrasantes	CBR
Subrasantes inadecuadas	CBR<3
Subrasantes pobres	3≤CBR<6
Subrasantes regulares	6≤CBR<10
Subrasantes buenas	10≤CBR<20
Subrasantes muy buenas	20≤CBR<30

Subrasantes excelentes

$30 \leq \text{CBR}$

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014.

La estabilización de los suelos son procesos mediante lo cual se trata el suelo en sus estados naturales para obtener suelos duros y estables en el que resista el efecto de tráfico y el efecto climático más extremo. Se dice que mejora el suelo, crea más resistencia al suelo o reduce el índice plástico del suelo. Existe un estabilizador mecánico que son utilizados para mejorar los suelos induciendo cambio físico de los cuales existen varios métodos: Mezclas de suelos: esta clase de estabilizador son utilizados, sin embargo, naturalmente no puedes producir el efecto deseado. Agregue menos compresión. Por ejemplo, un suelo de granos gruesos como las gravas tienen altas fricciones internas que lo hace resistente a gran esfuerzo, sin embargo, esta cualidad no lo hace lo suficientemente estables como para ser estable en una carretera porque, al no tener fuerzas pegajosas ligadas, su partícula se mueven libremente y con los vehículos que pasan pueden separarse e incluso apartarse. Por otro sitio, la arcilla tiene una gran cohesión y muy poca fricción, lo que las vuelve inestables en presencia de mucha saturación. Las mezclas adecuadas de los dos suelos pueden generar materiales estables en el que las altas fricciones internas de unos y la cohesión de otros puede usarse para mantener las partículas juntas [21].

Las humedades del suelo o los contenidos de humedad es la relación, denominada % del contenido en peso de H₂O en cada masa de suelo, al peso de las partículas cohesivas. Para ello se obtendrá la prueba gravimétrica del agua extraída, mediante el secado de los suelos húmedos a un peso constante controlado con un horno a temperatura de 110 ± 5 ° C. El peso de suelo que se ha secado en el horno se utiliza para definir el peso de la partícula sólida, y cuando se pierde peso debido al secado, se tiene en cuenta el peso de agua [22].

El límite líquido es definido como el contenido máximo de humedad que puede poseer un suelo sin cambiar del estado plástico al estado líquido, el estado líquido se determina como el nivel en el que la resistencia a la sección del suelo es tan baja que un poco lo deja correr. Esta prueba se realiza de acuerdo con la

normatividad del MTC E 110 del Manual de prueba de materiales, que especifica la humedad en la que se encuentra la ranura de separación de las dos mitades de la mezcla de suelo cuando cae a los 25 golpes la copa del instrumento, la copa casagrande en 1 cm de alto a razón de 2 caídas por segundo [23].



Figura 1. Equipo para el cálculo del límite líquido

Fuente: MTC E 110–ASTM D4318

El límite plástico de un polímero es definido como el contenido de humedad cero que permite que el suelo vuelva a su estado plástico. En este estado, el suelo puede deformarse o moldearse rápidamente sin retroceder, crecer de tamaño, agrietarse o volverse prominente. Para el contenido de agua por encima del límite plástico, la estabilidad del suelo se reducirá significativamente. La prueba se realiza de acuerdo con MTC, reglamento del manual de ensayo de materiales, donde se especifica el menor contenido de humedad cuando se forma varillas rectificadas de aproximadamente 3,2 mm de diámetros, rodándose entre los dedos y la palma de mano sobre una superficie horizontal lisa sin colapsar [24].



Figura 2. Barras cilíndricas para el cálculo del límite plástico

Fuente: MTC E 110–ASTM D4318

El índice de ductilidad se calcula entre la resta del límite plástico con el límite líquido, para indicar el rango del contenido de humedad en el que se encuentran en el estado plástico, según se determina en las pruebas. Los índices de plasticidad generalmente dependen de las cantidades de arcilla en los suelos, la siguiente fórmula que tenemos es $IP = LL - LP$, similar al índice de plasticidad permisible, indica el rango de humedad que el suelo se mantiene en un estado plástico (antes de volverse a un estado líquido) lo que permite el suelo para clasificar bastante bien. Según los valores del índice de plasticidad, se tienen las siguientes clasificaciones [25].

Tabla 3. Clasificaciones del suelo según el índice de plasticidad

Índices de plasticidad	Plasticidad	Características
Índice plástico >20	Alta	Suelo muy arcilloso
Índice plástico ≤20	Media	Suelo arcilloso
Índice plástico >7	Media	Suelo arcilloso
Índice plástico <7	Baja	Suelo poco arcilloso plasticidad
Índice plástico =0	No Plástico (NP)	Suelo extenso de arcilla

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014.

El suelo arcilloso presenta partículas enormemente finas de 0.075 mm, se puede expresar que el 35% pasa la arcilla por el tamiz (N°200) 0.075mm con un rango de plasticidad mayor a 10. Al ser agregado con el agua resulta una masa plástica por ende presenta un gran cambio a nivel de volumen. Las arcillas tienden a formarse de las rocas lodosas, estos materiales contienen propiedades debido a que se exponen a la humedad y al método perdurable en el que se enmarcaron [26].

La distribución granulométrica de los suelos se denomina división de un mismo suelo en distintas partes, seleccionado según el tamaño de su partícula constituyente, las partículas de cada parte son caracterizados por su volumen entre el valor mínimo y máximo, correlacionados con distintas fracciones. La separación en fracciones se realiza simplemente mediante mallas [27].

Tabla 4. Clasificación del suelo según volumen de partículas

Tipos de Materiales	Volumen de Partículas
gravas	75 mm - 4.75 mm
Arenas	Arena gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
	Arena media: 2.00 mm - 0.425 mm
	Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Materiales Finos	Limo 0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014.



Figura 3. Tamices para los ensayos granulométricos

Fuente: MTC E 107-ASTM D422

La prueba proctor modificada realizada en los laboratorios determinan la relación entre el contenido del agua y la unidad de masa seca del suelo compactado en un molde multicapa de dimensión establecida por un pistón de 10 lbf que desciende desde la altitud constituida produciendo una energía de compresión de 2700 KN / m³. Los equipos y los procedimientos son los mismos que propuso el cuerpo de Ingenieros del ejército de los EE. UU. En 1945. Con esta prueba, es factible definir la densidad seca máxima de un suelo en función de su contenido de humedad, a una energía de compresión establecida. Esta prueba se utiliza solo a suelo donde el 30% o menos de su peso se retiene en el tamiz de 3/4" (19.0 mm). Para suelos donde se retiene más del 30% en el tamiz de 3/4", el procedimiento del ensayo

estándar para corregir la masa unitaria y el contenido del agua se debe realizar para suelos que contienen partícula de gran tamaño (ASTM 4718). Se proponen tres procedimientos electivos, métodos A, B y C. En el caso de los métodos A y B, se utilizará un molde cilíndrico de 4 pulgada, donde se colocará en capas para para su compactación total 5 capas, se realiza golpes con un pisón. Para el método C, se recomienda utilizar un troquel de 6 pulgadas como diámetro, compactado en 5 capas dándole hasta 56 golpes [28].



Figura 4. Equipo para el ensayo proctor modificado

Fuente: MTC E 116-ASTM D698

La prueba de CBR es una de las pruebas comunes y relativamente simples para la resistencia del suelo, que se utiliza principalmente para el diseño de infraestructuras viales para determinar la resistencia de base, subbase y subrasante. Esta prueba se efectúa en terreno preparado en circunstancias de humedad y densidad, aunque también se puede efectuar en muestras no perturbadas tomadas del terreno, siendo el CBR de suelo la unidad de carga equivalente. Corresponde a 0.1" o 0.2" de penetración, representado como porcentaje de su respectivo valor estándar:

$$CBR = \frac{\text{Resistencia a la penetración (Psi) requerida para penetrar 0,1 pulg}}{1000 \text{ lb/pulg}^2} \times 100$$

Figura 5. Formula de CBR

Fuente: MTC 249-ASTM D1883

Esta prueba se hace después de 96 horas de sumergimiento en agua ya que las condiciones de saturación son las más desfavorables, para obtener el valor CBR en la capa base se efectuará según a la normatividad del MTC E 132 del manual de pruebas de materiales, y se ordenará a que escala corresponde según a la subrasante [29].



Figura 6. Equipo para el ensayo CBR

Fuente: MTC 249-ASTM D1883

La compactación del suelo es un proceso mediante el cual mejoran ciertas propiedades mecánicas del suelo. Aplicando energía mecánica, los espacios de aire en la masa del suelo se reducen para aumentar su peso unitario, aumentando así la dureza del suelo y reduciendo la porosidad del suelo. La mejora de la compresión se utiliza en la construcción de carreteras, presas, terraplenes y otras estructuras. [30].

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

La investigación aplicada posee como objetivo la solución de un determinado problema o un enfoque particular, se centra en la investigación y la afirmación del conocimiento para su aplicación y su objetivo es la solución de problemas reales [31]. Nuestro análisis es de tipo aplicada porque se agregará cenizas de cascará de trigo y tallos de maíz como porcentaje de la dosis de suelo en busca de estabilidad, utilizando técnicas y conocimientos existentes.

Enfoque de investigación

Los procedimientos cuantitativos utilizan la selección de datos para experimentar hipótesis, basados en mediciones numéricas y diagnósticos estadísticos para implantar modelos de comportamiento y probar teorías, que se presentan en los posteriores pasos: Un problema de investigación limitado y específico; revisar la literatura de lo estudiado, sobre qué teoría debe guiar esta investigación teórica construir un marco teórico, inferir hipótesis, probar hipótesis utilizando modelos de investigación adecuados; para lograr tale resultado, el investigador recopila datos digitales de los sujetos, participantes o fenómenos que los estudios analizan mediante procedimientos estadísticos [32]. Por lo tanto para nuestra investigación estableceremos teorías de uso de cascara de trigo y tallos de maíz, formulándose las hipótesis con nuestros indicadores.

El diseño de la investigación

El diseño de la investigación puede definirse como un diagrama estructural u organizacional que un investigador usa para vincular y controlar las variables de la investigación, y para servir como una herramienta direccional y restringida para la investigación. Investigador, en ese sentido, el investigador se convierte en un conjunto de instrucciones para llevar a cabo un experimento o un estudio [33]. Para nuestro estudio de investigación utilizaremos el diseño experimental por que tomaremos muestras de nuestro sector de estudio que será sometido a un factor de aumento de sus propiedades utilizando ceniza de cascará de trigo y tallo de maíz, hasta alcanzar propiedades físicas mecánicas adecuadas.

Diseño cuasi experimental dirigido a probar la realidad de una conexión causa-efecto entre dos o más variables. Cuando no se puede asignar la aleatorización, las ayudas cuasi experimentales a estimar los efectos del tratamiento o del programa, dependiendo de si se trata de una base de comparación adecuada [34]. Por consiguiente, para nuestra investigación emplearemos la modalidad cuasi experimental porque probaremos la relación causal entre nuestras variables que están bien constituidos.

El nivel de la investigación

El grado de la investigación es explicativo, ya que se busca construir métodos que nos permitirá desarrollar de forma particular la hipótesis de la investigación, establecer las causas y efectos de las variables [35]. Por consiguiente, se busca demarcar el resultado en la zona de estudio originada por la mezcla del suelo natural, cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz a través y obtener resultados óptimos a través de los ensayos de laboratorio.

3.2. Variables y operacionalización:

Una característica o atributo que puede variar entre individuos o grupos se llama variable. Las variables son las herramientas analíticas que componen las categorías en un claro nivel del mundo real. Hay variables independientes y dependientes. La variable independiente (x) se denomina característica o atributo que se cree que es la causa del fenómeno incontrolable en estudio, y la variable dependiente (y) es la variable cuyo método o valor se relaciona con los cambios. Variable, pero sí se puede controlar científicamente [36].

Variable 1 : cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz

Variable 2 : subrasante

La operación de variables es un proceso metodológico que implica inferir el desglose o descomposición de las variables que forma el problema de estudio, iniciando de las más generales a las más específicas. Es decir, las variables se dividen (si son complejas) en aspectos, dimensiones, ítems, indicadores, factores; pero si solo son específicos en ítems e indicadores [37].

3.3. Población, muestra y muestreo:

Población:

Se define población como el conjunto de individuos a los que se van a generalizar los resultados del estudio, los que se delimitan por características comunes y los que se definen por el tiempo y el espacio [38]. Para nuestro estudio la población está conformado, por todo el tramo de la carretera San Pablo – Chara con un total de 6 km.

Muestra:

La muestra es una parte de la población, incluso comunica que es una parte de elemento que se relaciona con ese clan caracterizados por sus propiedades, que se llama pueblo [39]. Porque la repercusión del recorrido vecinal, decidiremos efectuar la manifestación de extractos de suelos variedad calicatas que serán obtenidos de los kilómetros 2+000, 3+000, 4+000. Kilómetro 2 al 5.

Muestreo:

El muestreo no probabilístico es una técnica de muestreo en la que las muestras se recolectan a través de un proceso que no brinda a todos los individuos de una población la misma situación de ser seleccionados, generalmente se seleccionan en función del enfoque de probabilidad o los criterios e intenciones individuales del investigador [40]. El tipo de muestreo será no probabilístico a criterio del investigador.

Unidad de análisis:

Es identificar, expresar los criterios de exclusión e inclusión de la población y fijar el tamaño de la población. Esta fase la terminas cuando conoces a cuánto asciende el tamaño de tu población de estudio, debido a que criterios de exclusión e inclusión empleas a fin de delimitarla [41]. La cantidad de evaluación de esta investigación son las calicatas que tomaremos de todo el tramo siendo los tramos más críticos a seleccionar.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

La técnica de observación es un componente esencial de todo desarrollo de estudio; con eso se ayuda al investigador para lograr la mayor cantidad de datos, se entiende por medio de la recopilación de referencias [42]. El método de recolección de datos a emplear será de indagación directa, porque, nos permitirá observar y estudiar los problemas que deterioran a la subrasante, la recopilación de información del procedimiento de la muestra se realizara en laboratorio certificados.

Instrumentos de recolección de datos

Es una herramienta específica para la recopilación de datos, su aplicación solicita el uso de técnicas de observación de campo o ficha de investigación [43]. Se tendrá como instrumentos la ficha de diseño de mezclas en relación al CBR, ficha de prueba de CBR, ficha de proctor modificado de acuerdo a la norma del MTC.

Validez

La validez es el óptimo acercamiento posible a la “verdad” que logra tener una sugerencia, una conclusión o inferencia. En otras palabras, la validez está destinada a proteger la legitimidad de los ítems o proposiciones que componen la herramienta [44]. Herramientas de recopilación de datos serán validados por especialistas, en este caso los profesionales que laboran en laboratorios.

Confiabilidad

La confiabilidad son magnitudes requeridas en situaciones establecidas o la completa deserción de error frente la actividad designada, por lo propio en la presente investigación se averigua la confiabilidad a través de fichas de recopilación de datos asimismo el ensayo que generé el nivel de confianza [45]. En nuestra investigación los instrumentos de estudio serán validados por certificados firmados por profesionales.

3.5. Procedimientos

Las cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se van incluir con el fin de mejorar la arcilla, mezclada con el suelo natural (muestra estándar) de la subcapa,

ayudando a mejorar aumentando la capacidad portante del suelo. Para ello, se realizó la investigación de tesis referentes o similares a nuestro estudio utilizando nuestra técnica de documentación, con base en propiedades de suelo similares encontradas, así como se realizará como tipo de aditivo y tipos de ensayo, de tal manera que tenga una similar posición y elevación, para luego obtener sus datos considerar los aportes, para luego poder realizar nuestro propio análisis de los resultados, los cuales serán presentados en las tablas y gráficos asociados a cada prueba.

Para la obtención de muestras de estudio nos desplazamos desde la ciudad del Cusco hacia el Distrito de San Pablo – comunidad Chara donde se ubica la carretera de estudio, se procedió a realizar el trazo al lado izquierdo de la carretera para la excavación de las calicatas siendo un total de 3 calicatas distanciadas cada 1 km debido a que es considerado de bajo volumen de tránsito con un IMDA ≤ 200 veh/día de una calzada, donde cada una de las calicatas tendrá una profundidad mínima de 1.50 m respecto al nivel de subrasante como nos indica la MTC y el ASTM, las muestras obtenidas se tendrá que llevar al laboratorio de mecánica de suelos donde se realizó los siguientes ensayos como: CBR, proctor modificado y límite Atterberg, primeramente se realizara los ensayos en laboratorio a las 3 calicatas, con los resultados obtenidos se trabaja con el suelo patrón más crítico y luego se le adicionara la cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz en diferentes cantidades porcentajes de 10%, 15% y 20%, al volumen de la muestra patrón para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Por otro lado, se hizo la compra de cascara de trigo de un ganadero que trae pacas de trigo de puno y el tallo de maíz se ha conseguido del mismo lugar de estudio (Chara) luego para su respectivo quemado primeramente a temperatura ambiente y luego se llevó toda la ceniza al laboratorio para volverlo a quemar en un horno eléctrico digital a una temperatura de 250 °C, se realizó el análisis granulométrico ASTM a nuestra muestra natural donde fue secado en un recipiente, posterior a ello la muestra se separa en porciones que pasan por el tamiz N° 3/4" hasta el tamiz N° 200, se realiza el peso respectivo en una balanza no automática, las partículas retenidas en cada tamiz, con los resultados se procede a realizar la curva granulométrica, para los ensayos de límite de Atterberg ASTM se ha tomado una porción de la muestra aproximadamente 200gr adicionando agua para formar una

pasta uniforme se coloca una porción en la cazuela de Copa de Casagrande y a través de los golpes se registre el cierre o choque el material en el fondo de la ranura y de esa forma se obtiene los resultados del límite plástico. Así mismo para el límite líquido se han formado barras cilíndricas con los dedos sobre una superficie plana, las barras alcanzaron diámetros de 1/8"; para el ensayo de proctor modificado se utilizó el método A porque paso menos del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N°4 se colocó porciones de muestra en 5 capas de 5 cm de altura por capa, luego se raspara con una regla metálica, el molde y su contenido serán pesados en su totalidad; y con el ensayo de California Baring Ratio (CBR) las muestras compactadas se sumergieron a un recipiente de agua por 4 días quedando sumergido en su totalidad y se toma lecturas cada 24 horas con penetraciones de 0.1 y 0.2 pulgadas y de esa forma se obtiene los resultados de resistencia del suelo.

Una vez obtenida los resultados en cada una de las calicatas se continuó trabajando y esta vez con la calicata más crítica donde se incorporarán cantidades porcentuales de 10%, 15% y 20%. Y se volvió a realizar los mismos ensayos respectivos con la muestra patrón identificada en la calicata N°2



*Figura 7. Calicata 01
km 02+000*



*Figura 8. Calicata 02
km 03+000*



*Figura 9. Calicata 03
km 04+000*

Clasificación de suelo C-01, C-02 Y C-03

Una vez obtenida los resultados de la muestra se realizó la clasificación de suelo de las 3 calicatas obteniéndose los siguientes datos:

Tabla 5. Clasificación del suelo

Muestra	Clasificación de suelo		límite de Atterberg			proctor modificado		CBR	
	SUSCS	AASHTO	límite líquido	límite plástico	índice de plasticidad	densidad máxima seca	Óptimo contenido de humedad		
	(ASTM D2487)	(D3282)	%	%	%	%	%	95%	100%
Calicata - 01 (2+000)	CL	A-6 (5)	29%	16%	13%	1.83 Tn/m ³	13.46%	6.50%	7.60%
	arcilla de baja plasticidad arenosa								
Calicata - 02 (2+000)	CL	A-6 (12)	36%	18%	18%	1.753 Tn/m ³	15.11%	3.70%	4.60%
	arcilla de media plasticidad con arena								
Calicata - 03 (2+000)	SC	A-6 (0)	27%	16%	11%	1.952 Tn/m ³	11.43%	8.10%	9.70%
	arena arcillosa								

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

La recolección de muestras se realizará a través de calicatas en la carretera San Pablo - Chara, se procederá a efectuar los diferentes tipos ensayos, para la recolección de datos a través de los instrumentos utilizándose procedimiento estadístico en software como la hoja Excel.

3.7. Aspectos éticos

En la reciente investigación se viene utilizando la normativa ISO 690:2010, la guía de investigación de la Universidad Cesar Vallejo y asimismo las normativas del manual de ensayos de materiales (ministerio, transporte y comunicaciones 2014).

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la comunidad Chara en el distrito de San Pablo, provincia de Canchis, y departamento de Cusco.



Figura 10. Mapa político del Perú



Figura 11. Mapa político del departamento de Cusco.

Ubicación del proyecto

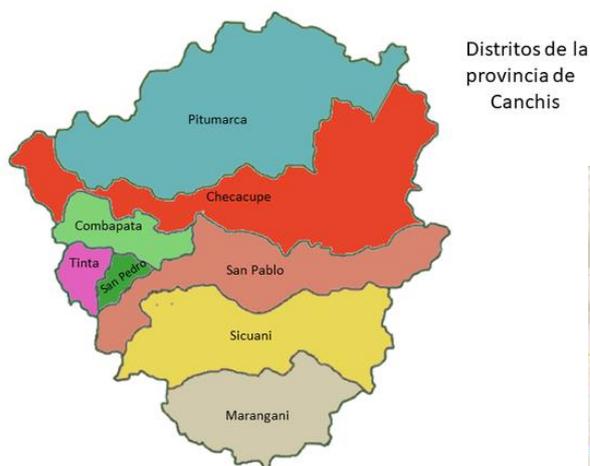


Figura 12. Mapa de la provincia de Canchis.



Figura 13. Mapa del distrito de San Pablo

Limites

- Norte : Con el distritos de San Pedro y distrito de Tinta.
Sur : Con el distrito de Sicuani.
Este : Con el departamento de Puno.
Oeste : Con la provincia de Canas.

Ubicación geográfica

El distrito de San Pablo presenta las siguientes coordenadas geográficas: 13°,4353 y 14°3027 de latitud sur y 71°057 y 70°4927 longitud oeste del meridiano de Greenwich contando con un área de 524.06 km² y una densidad poblacional de 11.5 x km² aproximadamente con una altitud de 3486 msnm. Según el INEI hasta el 2018 se contabilizo una población de 4224 habitantes.

Clima

El clima que tiene el distrito es semi – frío, ubicada a una altitud de 3,550 m.s.n.m., fluctúa con una temperatura variada llegando a tener hasta 20.5°C como máximo y una temperatura baja de hasta 1.9°C como mínimo, esto ocurre entre los meses más fríos de junio y julio.

Objetivo específico 1: Determinar la dosificación necesaria de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz para obtener un buen índice de plasticidad de la subrasante.



Figura 14. Consistencia del suelo.



Figura 15. Ensayo en copa de casagrande.

Tabla 6. Resultados del ensayo de límites de Atterberg.

Calicata	Muestra		Limite liquido (LL)%	Limite plástico (LP)%	Indice de plasticidad (IP)%
C-2	Muestra patrón	Muestra A	36.0	18.0	18.0
	Dosificación (10%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra B	30.0	16.0	14.0
	Dosificación (15%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra C	27.0	15.0	12.0
	Dosificación (20%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra D	24.0	15.0	9.0

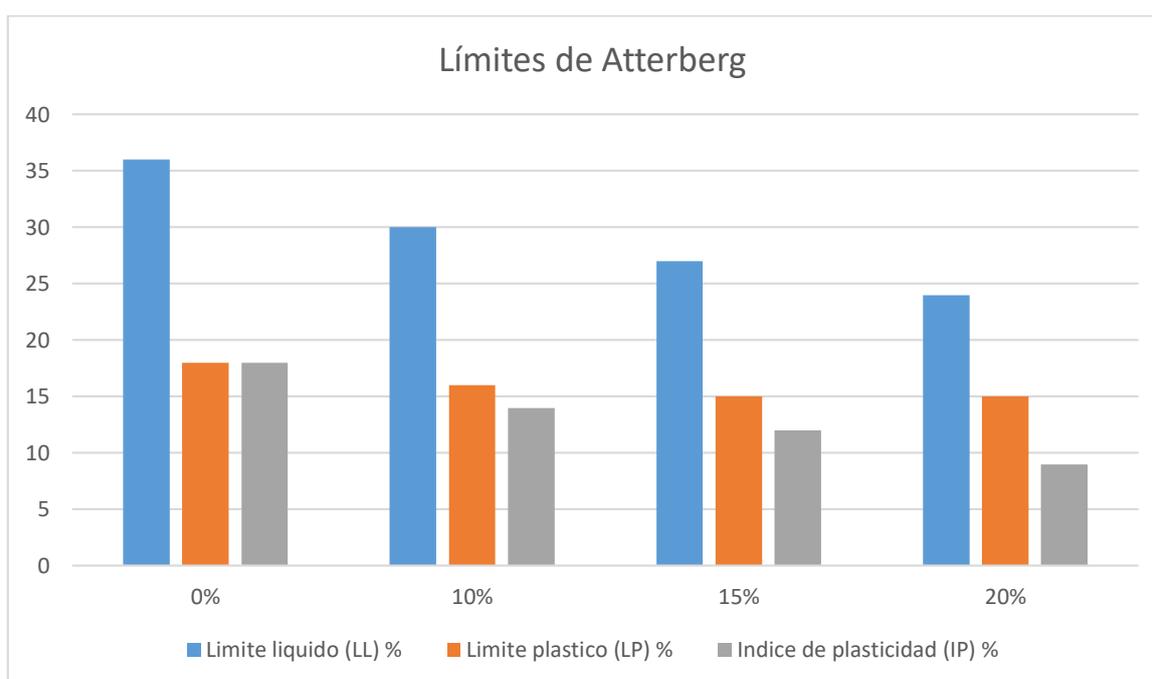


Figura 16. Límites de Atterberg

Según la tabla 6 y figura 16 se determinó para el suelo patrón que el límite líquido de la muestra es 36.0% y el límite plástico de 18.0% de manera que la diferencia de ambas muestras dio como resultado un índice de plasticidad de 18.0% por lo que pertenece según la clasificación de suelos a un suelo arcilloso de baja plasticidad que se encuentra en el rango de $IP < 20$ determinando con una plasticidad media, luego con la incorporación de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz al 10% 15% y 20% se obtuvieron cantidades porcentuales de índices de

plasticidad de 14% 12% y 9% debidamente esto indica una disminución para las dosificaciones por lo que mantiene según su clasificación a un suelo arcilloso que está en el rango de $IP \leq 20$ y >6 disponiéndose una plasticidad media

Objetivo específico 2: Determinar la dosificación necesaria de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para conseguir un adecuado óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca de la sub rasante.



Figura 17. El secado del material para su respectivo cuarteo.



Figura 18. Se pone la muestra al horno.

Tabla 7. *Ensayo de compactación.*

Calicata	Muestra		Humedad óptima %	Densidad máxima seca (g/cm ³)
C-2	Muestra patrón	Muestra A	15.11	1.75
	Dosificación (10%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra B	16.56	1.72
	Dosificación (15%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra C	17.89	1.68
	Dosificación (20%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra D	19.36	1.62

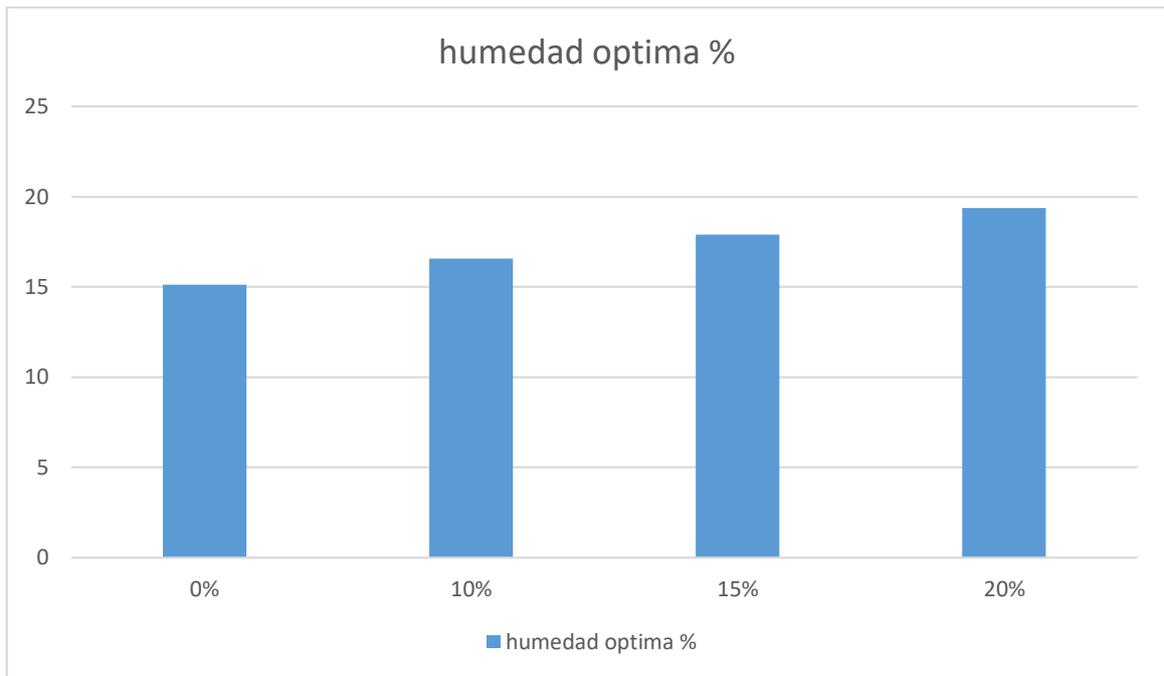


Figura 19. Humedad óptima.

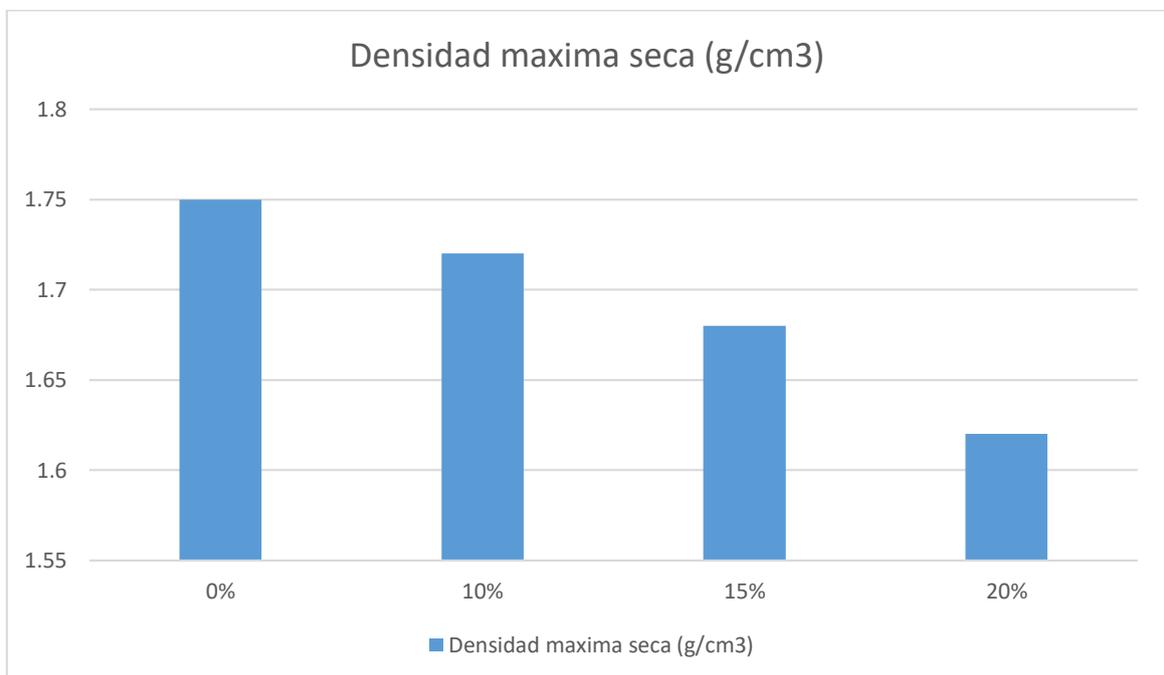


Figura 20. Densidad máxima seca.

Según la tabla 7, figura 19 y figura 20 se observa que, de acuerdo con las diferentes composiciones porcentuales de cenizas de cáscara de trigo y tallo de maíz, se obtuvo resultados con relación a la muestra patrón donde al incorporar el 10% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se obtiene 16.56% de optimo contenido

de humedad y 1.72 g/cm³ de densidad máximo seca; para con la combinación al 15% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se obtiene 17.89% de optimo contenido de humedad y 1.68 g/cm³ de densidad máxima y para una combinación al 20% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se obtiene 19.36% de optimo contenido de humedad y 1.62 g/cm³ de densidad máxima

Objetivo específico 3: Determinar la influencia necesaria de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para obtener un buen porcentaje de absorción.



Figura 21. Mezclado de suelo con ceniza.



Figura 22. Muestra sumergida para cálculo de % de absorción.

Tabla 8. Resultados de valores de porcentaje de absorción para diferentes combinaciones.

Calicata	Muestra		Molde 1 (%)	Molde 2 (%)	Molde 3 (%)
			12 golpes	25 golpes	56 golpes
C-2	Muestra patrón	Muestra A	13.11	11.60	9.64
	Dosificación (10%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra B	12.24	10.93	8.25
	Dosificación (10%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra C	10.99	8.78	6.80
	Dosificación (10%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra D	9.52	6.81	5.22

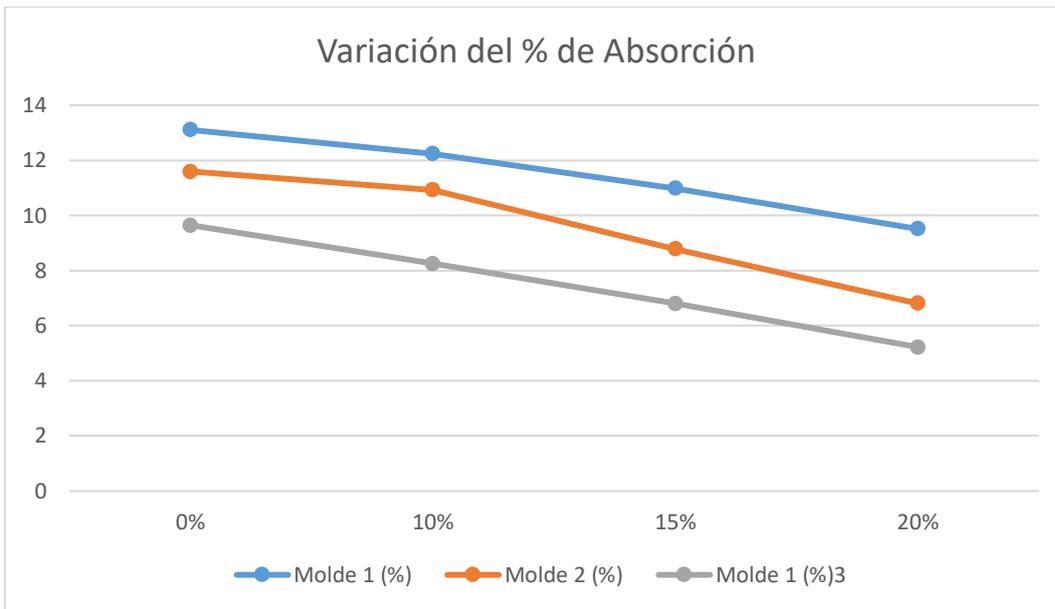


Figura 23. Variación del porcentaje de absorción.

Según la tabla 8 y figura 23 observamos que, a mayor cantidad de cenizas de cascarilla de trigo y tallo de maíz, menor porcentaje de absorción, lo que se entiende es como la ceniza absorbe menos agua, por lo que la muestra está menos húmeda.

Objetivo específico 4: Determinar la influencia necesaria de la ceniza de cascarilla de trigo y tallo de maíz en la resistencia de la subrasante.



Figura 24. Proctor modificado por capas.



Figura 25. Proctor modificado con ceniza.

Tabla 9. Resultado de CBR para diferentes combinaciones de suelo y cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz.

Calicata	Muestra		CBR al 95%	CBR al 100%
C-2	Muestra patrón	Muestra A	3.7	4.6
	Dosificación (10%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra B	11.9	15.9
	Dosificación (15%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra C	15.5	23.2
	Dosificación (20%) cenizas de cascara de maíz y tallo de maíz	Muestra D	8.9	12.4

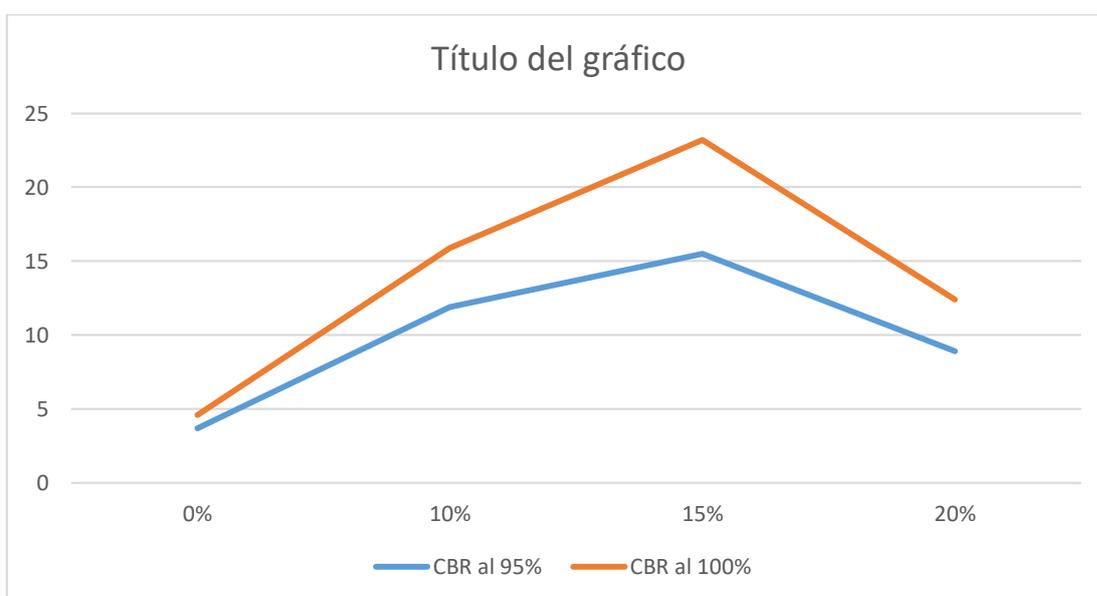


Figura 26. Variación del CBR respecto al contenido de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz.

Según la tabla 9 y la figura 26, se muestran los resultados alcanzados en laboratorio y se obtiene que analizando las diferentes combinaciones de cenizas de cascarrilla de trigo y tallo de maíz se logra la máxima relación de CBR al agregar 15% de cenizas de cascarrilla de trigo y tallo de maíz a la muestra patrón que es el suelo natural, por ende, el CBR al 95% se tiene una Sub rasante buena; y el CBR al 100% se tiene una sub rasante muy buena.

Contrastación de hipótesis

Prueba de normalidad

Paso 1: Planteamiento de normalidad

H₀: (Resistencia de suelo) tiene normalidad

H_a: (Resistencia de suelo) no tiene normalidad

Paso 2: Nivel de significancia

$\alpha=0.05$ (5%)

Paso 3: Elección de la prueba estadística

$n>50$...K-s

$n\leq 50$ S-w

Tabla 10. Prueba de normalidad de resistencia de suelo

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Docificacion_con_ceniza	,192	4	.	,971	4	,850
Resistencia_de_suelo	,163	4	.	,991	4	,964

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Regla de decisión:

Si $p\text{-valor} \leq 0.05$...

Se rechaza la hipótesis nula

$p\text{-valor} = 0.850$

$0.850 > 0.05$; entonces se acepta la hipótesis nula

Paso 4: conclusión

En la tabla 10, los datos de la variable resistencia del suelo, tienen normalidad con un nivel de significancia de 5%, usamos la correlación de Pearson ya que la variable tiene normalidad.

Correlación de Pearson

Paso 1: planteamiento de normalidad

Ho: el incremento de la resistencia del suelo no está relacionado con la adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz

Ha: el incremento de la resistencia del suelo está relacionado con la adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz

Paso 2: Nivel de significancia:

$\alpha=0.05$ (5%)

Paso 3: Prueba estadística (coeficiente de correlación de Pearson)

Tabla 11. Correlación de resistencia

Correlaciones

	Docificacion_con _ceniza	Resistencia _de_suelo
Correlación de Docificacion_c on_ceniza	1	,622
Pearson Sig. (bilateral)		,378
N	4	4
Correlación de Resistencia_a_ compresion	,622	1
Pearson Sig. (bilateral)	,378	
N	4	4

Paso 4: Regla de decisión

Si p- valor ≤ 0.05 , se rechaza la hipótesis nula

$0.378 > 0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula

Paso 5: Conclusión

En la tabla 11, existe evidencia estadística para decir que la variable resistencia del suelo no está relacionado con la adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz ($r=0.622$).

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Con respecto al índice de plasticidad se realizaron las pruebas en laboratorio primeramente con el suelo patrón, obteniéndose resultados en límite plástico es de 18%, un límite líquido de 36% y un índice de plasticidad de 18% y aplicando adicionales de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz en cantidades porcentuales de 10%, 15% y 20% se obtuvieron los siguientes resultados, para un incremento al 10% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo un 30% de límite plástico, 14% de límite líquido y 16% de índice de plasticidad que tiene cantidades porcentuales menores al suelo patrón; para un incremento de 15% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo un 15% de límite plástico, 27% de límite líquido y 12% de índice de plasticidad siendo bajos con respecto al suelo patrón; y para un incremento de 20% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo un 15% de límite plástico, 24% de límite líquido y 09% de índice de plasticidad siendo mucho más bajos con respecto al suelo patrón, estos valores porcentuales de índice de plasticidad incorporando porcentajes de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz podemos deducir que son de baja y mediana plasticidad. Así también concuerdo con la investigación de Julca (2020) quien tuvo como resultados en laboratorio para suelo patrón resultados en límite plástico de 21% límite líquido de 29% y un índice de plasticidad de 8%, añadiendo cenizas de hojas de maíz y carbón molido en cantidades porcentuales de 06%, 11% y 16% se obtuvieron los siguientes resultados; para un incremento al 06% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo un 26% de límite líquido, 20% de límite plástico y 06% de índice de plasticidad que tienen cantidades porcentuales menores al suelo patrón; para un incremento de 11% de cenizas de hojas de maíz y carbón molido se obtuvo un 20% de límite plástico, 25% de límite líquido y 06% de índice de plasticidad siendo bajos con respecto al suelo patrón; y para un incremento de 16% de cenizas de hojas de maíz y carbón molido se obtuvo un 19% de límite plástico, 24% de límite líquido y 05% de índice de plasticidad siendo mucho más bajos con respecto al suelo patrón. Por lo tanto, en estas investigaciones concuerdan que al añadir cantidades porcentuales de cenizas disminuye el índice de plasticidad con respecto al suelo patrón y de acuerdo a la normativa de manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos la plasticidad es media.

Discusión 2: Con respecto al óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca se realizaron las pruebas en laboratorio al suelo patrón crítico obteniéndose una densidad máxima seca de 1.753 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 15.11%, y aplicando cantidades porcentuales de 10%, 15% y 20% de cenizas de casca de trigo y tallo de maíz se obtuvo los siguientes resultados; para un incremento de 10% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz se logró una densidad máxima de 1.72 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 16.56%; para un incremento de 15% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz se logra una disminución de densidad máxima seca de 1.686 gr/cm³ y un incremento de óptimo contenido de humedad de 17.89%; para un incremento de 20% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz se logró una disminución de densidad máxima seca de 1.624 gr/cm³ y un incremento de óptimo contenido de humedad de 19.36%. Así también concuerdo con la investigación de Ccanto (2019) quien tuvo como resultados en laboratorio en suelo patrón una densidad máxima seca de 1.838 gr/cm³ y un óptimo contenido de humedad de 13.20% y aplicando cantidades porcentuales de 10%, 15% y 20% de ceniza de bagacillo se lograron los siguientes resultados; para un incremento de 10% de ceniza de bagacillo se logró una disminución en la densidad máxima seca de 1.812 gr/cm³ y un incremento del óptimo contenido de humedad 13.30%; para un incremento de 15% de ceniza de bagacillo se obtuvo una disminución en la densidad máxima seca de 1.801 gr/cm³ y un incremento del óptimo contenido de humedad 13.40%; para un incremento de 20% de ceniza de bagacillo se obtuvo una disminución en la densidad máxima seca de 1.794 gr/cm³ y un incremento del óptimo contenido de humedad 14.10% por lo tanto, en estas investigaciones si concuerdan que al añadir cantidades porcentuales de cenizas disminuye la densidad máxima seca con respecto al suelo patrón, y hay un incremento con respecto al óptimo contenido de humedad.

Discusión 3: Con respecto al porcentaje de absorción se utilizaron 3 especímenes ensayados que fueron embebidos en agua durante 04 días donde primeramente se realizó a suelo patrón obteniéndose los siguientes valores; para el espécimen N°01 se obtuvo una densidad seca de 1.75gr/cm³ y un porcentaje de absorción de 9.64%; para el espécimen N°02 se obtuvo una densidad seca de 1.64gr/cm³ y un

porcentaje de absorción de 11.60%; para el espécimen N°03 se obtuvo una densidad seca de 1.41 gr/cm³ y un porcentaje de absorción de 13.11% y aplicando cantidades porcentuales al suelo patrón en 10%, 15% y 20% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se lograron los siguientes resultados; para un incremento de 10% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el espécimen N°01 se obtuvo una densidad seca de 1.72 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 8.25%, para el espécimen N°02 se obtuvo una densidad seca de 1.63 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 10.93%, para el espécimen N°03 se obtuvo una densidad seca de 1.53 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 12.24%; para un incremento de 15% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el espécimen N°01 se obtuvo una densidad seca de 1.68 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 6.80%, para el espécimen N°02 se obtuvo una densidad seca de 1.59 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 8.78%, para el espécimen N°03 se obtuvo una densidad seca de 1.50 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 10.99 %; para un incremento de 20% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el espécimen N°01 se obtuvo una densidad seca de 1.62 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 5.22%, para el espécimen N°02 se obtuvo una densidad seca de 1.53 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 6.81%, para el espécimen N°03 se obtuvo una densidad seca de 1.47 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 9.52% por lo tanto los especímenes disminuyen con respecto al suelo patrón en densidad seca y porcentaje de absorción. Así también concuerdo con la investigación de Ccanto (2019) quien tuvo como resultados en suelo patrón valores; para el espécimen N°01 se obtuvo una densidad seca de 1.842 gr/cm³ y un porcentaje de absorción de 7.2%; para el espécimen N°02 se obtuvo una densidad seca de 1.763 gr/cm³ y un porcentaje de absorción de 10.20%; para el espécimen N°03 se obtuvo una densidad seca de 1.41 gr/cm³ y un porcentaje de absorción de 14.3% y aplicando cantidades porcentuales al suelo patrón en 10%, 15% y 20% de cenizas de bagacillo se obtuvieron los siguientes resultados; para un incremento de 10% de ceniza de bagacillo en el espécimen N°01 se obtuvo una densidad seca de 1.805 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 6.7%, para el espécimen N°02 se obtuvo una densidad seca de 1.73 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 7.8%, para el espécimen N°03 se obtuvo una densidad seca de 1.661 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 11.60% ; para un incremento de 15% de ceniza de bagacillo en el espécimen N°01 se obtuvo una densidad seca de 1.803 gr/cm³

y porcentaje de absorción de 4.6%, para el espécimen N°02 se obtuvo una densidad seca de 1.716 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 9.70%, para el espécimen N°03 se obtuvo una densidad seca de 1.661 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 9.4%; para un incremento de 20% de ceniza de bagacillo en la muestra N°01 se obtuvo una densidad seca de 1.791 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 7.2%, para la muestra N°02 se obtuvo una densidad seca de 1.703 gr/cm³ y porcentaje de absorción de 12.2%, para la muestra N°03 se obtuvo una densidad seca de 1.598gr/cm³ y porcentaje de absorción de 12.7% por lo tanto los especímenes disminuyen con respecto a la densidad seca y hay un incremento del porcentaje de absorción. Por lo tanto, en estas investigaciones si concuerdan que al añadir cantidades porcentuales de cenizas que son sometidos a la energía de compactación dan como resultado la expansión del suelo.

Discusión 4: Con respecto a la resistencia del suelo siendo el más importante porque en este prueba se determina la capacidad portante del suelo para ser empleado como subrasante en el diseño de vías se realizó los ensayos de CBR a nuestro suelo critico que vendría a ser la calicata C-02 donde se tuvo que realizar 03 muestras cada uno sometido a distintas energías en relación al número de golpes, realizándose el ensayo al suelo patrón se obtuvo el CBR al 95% determino 3.7%, así mismo el CBR al 100% determino 4.6% por lo que se define un suelo pobre o inadecuado para su uso como subrasante tal como se encuentra fijado en el manual de carreteras, se aplicaron cantidades porcentuales al suelo patrón en 10%, 15% y 20% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se alcanzaron los siguientes resultados; para un incremento de 10% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo el CBR al 95% determino 11.9%, así mismo el CBR al 100% determino 15.9% evidenciados un incremento del CBR con respecto al suelo patrón, para un incremento de 10% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo el CBR al 95% determino 11.9%, así mismo el CBR al 100% determino 15.9% evidenciados un incremento del CBR con respecto al suelo patrón, para un incremento de 15% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo el CBR al 95% determino 15.5%, así mismo el CBR al 100% determino 23.2% evidenciados un incremento del CBR con respecto al suelo patrón, para un incremento de 20% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz se obtuvo el CBR al 95% determino

8.90%, así mismo el CBR al 100% determino 12.4% evidenciados una reducción del CBR con respecto al suelo patrón, así también concuerdo con la investigación de Ccanto (2019) quien tuvo como resultados en suelo patrón el CBR al 95% determino 1.90%, así mismo el CBR al 100% determino 2.30% por lo que se define un suelo pobre o inadecuado para su utilización como subrasante tal como se evidencia en el manual de carreteras, se aplicaron cantidades porcentuales al suelo patrón en 10%, 15% y 20% de cenizas de bagacillo se encontraron los siguientes resultados; para un incremento de 10% de ceniza de bagacillo se obtuvo el CBR al 95% determino 5.2%, así mismo el CBR al 100% determino 6.8% evidenciados un incremento del CBR con respecto al suelo patrón, para un incremento de 15% de bagacillo se obtuvo el CBR al 95% determino 11.7%, así mismo el CBR al 100% determino 15.2% evidenciados un incremento del CBR con respecto al suelo patrón, para un incremento de 20% de ceniza de bagacillo se obtuvo el CBR al 95% determino 13.4%, así mismo el CBR al 100% determino 17.3% evidenciados un incremento del CBR con respecto al suelo patrón. Por lo tanto, en ambas investigaciones si concuerdan que al añadir cantidades porcentuales de cenizas mejoran considerablemente la capacidad portante del suelo, con el incremento del 20% de cenizas el CBR empieza a disminuir por ende con la adición de cenizas se tiene una sub rasante buena o muy buena de acuerdo al manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: En nuestro trabajo de investigación se ha realizado los ensayos en laboratorio al suelo patrón más crítico con CBR de 3.7% y 4.6% al 95% y 100%, siendo clasificado como suelo pobre o inadecuado, por ende, concluimos manifestando que con la incorporación de cantidades porcentuales de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz al 10%, 15% y 20% se ha logrado el mejoramiento del suelo patrón con obteniéndose un CBR bueno o muy bueno de acuerdo a la categoría de subrasante normado en el manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos

Conclusión 2: De acuerdo a los resultados obtenidos en laboratorio el limite plástico es de 18%, limite liquido de 36% y el índice de plasticidad es de 18% con una clasificación SUSCS de CL y AASHTO de A-6 (12) esto nos indica que es un suelo arcilloso de media plasticidad, por ende, al incorporar el 15% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz el limite líquido se redujo a 27%, el limite plástico se redujo a 15% y el índice de plasticidad a 12% por él se concluye que con la incorporación de cenizas de cascara de trigo el índice de plasticidad del suelo patrón se reduce y mejora la resistencia del suelo.

Conclusión 3: De acuerdo a los resultados obtenidos el contenido de humedad y la densidad máxima seca del suelo al suelo patrón se tiene 15.11% y 1.753gr/cm³ al incorporar el 15% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se ha reducido la densidad máxima seca a 1.683gr/cm³ y el contenido de humedad se ha incrementado a 17.89% lográndose mejorar las propiedades mecánicas del suelo natural, concluyéndose que la adición de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz influyeron favorablemente en el mejoramiento del optimo contenido de humedad del suelo arcilloso para uso como subrasante.

Conclusión 4: De acuerdo a los resultados del porcentaje de absorción de la muestra patrón que fueron sumergidas en el agua por cuatro días se evidencio una dilatación de hinchamiento con porcentajes de absorción de 9.64% a los 56 golpes, de 11.60% a los 25 golpes y 13.11% a los 10 golpes; al incorporar cantidades

porcentuales de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz en 10%, 15% y 20% se han reducido los porcentajes de hinchamiento lográndose obtener que al 15% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz el porcentaje de absorción se redujo considerablemente con respecto al suelo patrón de 6.80% a los 56 golpes, de 8.78% a los 25 golpes y 10.99% a los 10 golpes por tanto, se concluye que la cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz contribuyen favorablemente en el mejoramiento de la resistencia del suelo arcillosos para uso como subrasante.

Conclusión 5: De acuerdo a los resultados para la resistencia del suelo para una subrasante se realizó los ensayos de CBR del suelo patrón obteniéndose resultados al 95% y 100% de CBR se tiene 3.7% y 4.6% de donde estos porcentajes son clasificados como suelos pobres o inadecuados, por lo tanto, al incorporar cantidades porcentuales de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz en 10%, 15% y 20% se han incrementado los resultados hasta en 4.4 veces su valor de CBR; los resultados obtenidos demuestran que al incorporar 10% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz el CBR aumento en 11.9% y 15.9% con respecto al suelo patrón, al incorporar 15% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz el CBR aumento en 15.5% y 23.2% con respecto al suelo patrón y al incorporar 20% de cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz el CBR aumento en 8.9% y 12.4% con respecto al suelo patrón; por lo tanto se concluye que el suelo patrón tuvo un mejoramiento con el 15% de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz por lo tanto la resistencia del suelo se clasifica como bueno o muy bueno de acuerdo a la normativa del manual del manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: De los estudios realizados en laboratorio podemos afirmar que el suelo natural para una subrasante pobre o inadecuado mejoro agregando cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz logrando obtener un suelo bueno o muy bueno, por consiguiente, hacemos las recomendaciones a las autoridades del distrito de San Pablo aplicar estos métodos en beneficio de la población.

Recomendación 2: Se recomienda impulsar este tipo de beneficio debido a la gran cantidad de material orgánico que existe en el mismo distrito y distritos aledaños como es la plantación de maíz y trigo de esta forma poder hacer una evaluación de costos como insumo de análisis de precio unitario para los proyectos que tienen como objetivo general el mejoramiento de sus vías.

Recomendación 3: Se recomienda que, al momento de realizar los ensayos de granulometría, clasificación de suelos y límites de Atterberg, las muestras obtenidas en campo deben ser tratados con mucho cuidado es necesario registrarlas mediante codificaciones para facilitar su trabajabilidad en los laboratorios y gabinete, por ende, no nos genere confusión y perjuicio con los resultados.

Recomendación 4: Se recomienda para los ensayos de proctor modificado con la incorporación de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz utilizar el método A, por lo que consiste en utilizar un molde de 101,6 mm (4pulgadas) donde el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 (4,75 mm) y se realizan en 5 capas de 25 golpes por cada capa, asimismo se sugiere que este ensayo se deber efectuar con un mínimo de dos personas y de esa forma que cada uno tenga una actividad establecida y de esta forma no exista confusión en el procedimiento de los resultados.

Recomendación 5: Se recomienda realizar estudios de estabilización de suelos arcillosos empleando cantidades porcentuales de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para lograr un resultado satisfactorio de CBR, de modo que, cumpla con los valores estipulados en la normativa vigente.

REFERENCIAS

1. CCANTO DIAZ, Ademir. *Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de Bagacillo (CB) para el Mejoramiento de la sub rasante de la Av. Universitaria, Lima 2019*. Universidad Cesar Vallejo. Lima: UCV, 2019. Pág. 1. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47343>
2. SALAS SOLORZANO, Elmer Julio y PINEDO INFANTES, Adrián Jesús. *Ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de sub rasante para pavimentos flexibles en el Asentamiento Humano los Conquistadores Nuevo Chimbote-2018*. Universidad Cesar Vallejo. Lima: UCV, 2018. Pág. 21. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/32320>
3. AQUINO MENDOZA, Marco Antonio. *Estabilización de Suelos con Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar Para su Uso en Subrasantes en el Distrito de Laredo - Trujillo, la Libertad 2018*. Universidad Privada de Trujillo. Trujillo: UPRIT, 2020. Pág. 15. Disponible en <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/280>
4. JULCA TARAZONA, Prudencio Faustino. *Análisis de suelos arcillosos con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, camino vecinal Áncash, 2020*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2020. Pág. 32. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72720>
5. HURTADO FLORES, Edwin Walter. *Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha Andaymayo, Ancash 2020*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2020. Pág. 7. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
6. HURTADO FLORES, Edwin Walter. *Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha Andaymayo, Ancash 2020*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2020. Pág. 6. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
7. JULCA TARAZONA, Prudencio Faustino. *Análisis de suelos arcillosos con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, camino vecinal Áncash, 2020*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2020. Pág. 5. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72720>
8. HURTADO FLORES, Edwin Walter. *Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha*

- Andaymayo, Ancash 2020*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2020. Pág. 7. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
9. APAZA LAZO, Elizabeth Verónica y SALCEDO TEJEDA, Joselynn Lisset. *Influencia de la ceniza de hoja de maíz, cáscara de cebada y bagazo de caña de azúcar (materiales puzolánicos artificiales), como sustitutos parciales del cemento en la resistencia del concreto para diseños: $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ en la ciudad de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María. AREQUIPA, 2019. Pág. 258. Disponible en <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8803>
10. CCANTO DIAZ, Ademir. *Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de Bagacillo (CB) para el mejoramiento de la sub rasante de la Av. Universitaria, Lima 2019*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2019. Pág. 86. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/47343>
11. HURTADO FLORES, Edwin Walter. *Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha Andaymayo, Ancash 2020*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2020. Pág. 8. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
12. HURTADO FLORES, Edwin Walter. *Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha Andaymayo, Ancash 2020*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2020. Pág. 9. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
13. HURTADO FLORES, Edwin Walter. *Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicas mecánicas de suelos arcillosos en la carretera Pasacancha Andaymayo, Ancash 2020*. Universidad Cesar Vallejo. LIMA: UCV, 2020. Pág. 10. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59859>
14. ORJUELA BONILLA, Luis Carlos; LOZANO ROMERO, Edgar Alejandro y VALDERRAMA FLOREZ, Carlos Alberto. *Uso de cenizas de cascara de maíz como alternativa en la estabilización de una sub base granular para redes terciarias*. Universidad Cooperativa de Colombia. COLOMBIA, 2020. Pág. 40. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12494/17447>
15. DÍAZ TRUJILLO, Bruno Alexander. *Estabilización de los suelos del caserío de Cascajal Izquierdo con fines de pavimentación, utilizando ceniza de paja de trigo*

- *Distrito Chimbote, Ancash* – 2018. Universidad Cesar Vallejo. NUEVO CHIMBOTE: UCV, 2018. Pág. 52. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23746>
16. LENCINAS VALERIANO, Fredd Cristian y INCAHUANACO CALLATA, Becker Iran. *Evaluación de mezclas de concreto con adiciones de ceniza de paja de trigo como sustituto en porcentaje del cemento portland puzolánico IP en la zona altiplánica*. Universidad Nacional del Altiplano. PUNO, 2017. Pág. 22. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3973>
17. APAZA LAZO, Elizabeth Verónica y SALCEDO TEJEDA, Joselynn Lisset. *Influencia de la ceniza de hoja de maíz, cáscara de cebada y bagazo de caña de azúcar (materiales puzolánicos artificiales), como sustitutos parciales del cemento en la resistencia del concreto para diseños: $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ en la ciudad de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María. AREQUIPA, 2019. Pág. 6. Disponible en <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8803>
18. APAZA LAZO, Elizabeth Verónica y SALCEDO TEJEDA, Joselynn Lisset. *Influencia de la ceniza de hoja de maíz, cáscara de cebada y bagazo de caña de azúcar (materiales puzolánicos artificiales), como sustitutos parciales del cemento en la resistencia del concreto para diseños: $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ en la ciudad de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María. AREQUIPA, 2019. Pág. 7. Disponible en <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8803>
19. APAZA LAZO, Elizabeth Verónica y SALCEDO TEJEDA, Joselynn Lisset. *Influencia de la ceniza de hoja de maíz, cáscara de cebada y bagazo de caña de azúcar (materiales puzolánicos artificiales), como sustitutos parciales del cemento en la resistencia del concreto para diseños: $f'c = 175 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kgf/cm}^2$, $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ y $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ en la ciudad de Arequipa*. Universidad Católica de Santa María. AREQUIPA, 2019. Pág. 10. Disponible en <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8803>
20. ACUÑA SUPO, Stephani Milena y LIENDO LUQUE, Carol Estefani. *uso de la ceniza de cáscara de arroz como alternativa para el mejoramiento de subrasantes arcillosas en pavimentos*. Pontificia Universidad Católica del Perú, LIMA, 2020. Pág. 8. Disponible en

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/20754>

21. PEREZ DIAZ, Villy Yaqueliny. *Influencia de la mezcla del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz para mejorar la sub rasante de la carretera puerto los Ángeles - Playa Hermosa, provincia de Moyobamba - San Martín - 2017*. Universidad Cesar Vallejo. MOYOBAMBA: UCV, 2018. Pág. 19. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19212>
22. LÓPEZ BARBARÁN, Junior. *Estabilización De Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza De Cáscara De Arroz Para El Mejoramiento De Subrasante, En La Localidad De Moyobamba – Departamento De San Martín*. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. LIMA, 2021. Pág. 17. Disponible en <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/654616>
23. CASTRO CUADRA, Axel Franco. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Universidad Nacional de Ingeniería. LIMA, 2017. Pág. 64. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>
24. CASTRO CUADRA, Axel Franco. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Universidad Nacional de Ingeniería. LIMA, 2017. Pág. 65. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>
25. CASTRO CUADRA, Axel Franco. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Universidad Nacional de Ingeniería. LIMA, 2017. Pág. 65. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>
26. LÓPEZ BARBARÁN, Junior. *Estabilización De Suelos Arcillosos Aplicando Ceniza De Cáscara De Arroz Para El Mejoramiento De Subrasante, En La Localidad De Moyobamba – Departamento De San Martín*. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas. LIMA, 2021. Pág. 9 Disponible en <http://hdl.handle.net/10757/654616>
27. CASTRO CUADRA, Axel Franco. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Universidad Nacional de Ingeniería. LIMA, 2017. Pág. 62. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

28. CASTRO CUADRA, Axel Franco. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Universidad Nacional de Ingeniería. LIMA, 2017. Pág. 71. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>
29. CASTRO CUADRA, Axel Franco. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante*. Universidad Nacional de Ingeniería. LIMA, 2017. Pág. 72. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>
30. PEREZ DIAZ, Villy Yaqueliny. *Influencia de la mezcla del cemento portland y la ceniza de cáscara de arroz para mejorar la sub rasante de la carretera puerto los Ángeles - Playa Hermosa, provincia de Moyobamba - San Martín - 2017*. Universidad Cesar Vallejo. MOYOBAMBA: UCV, 2018. Pág. 23. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/19212>
31. LANDEAU, *elaboración de trabajos de investigación*. 1ra edición. VENEZUELA: editorial alfa, 2007. ISBN:980-354-214-1 Pág. 55. Disponible en https://books.google.com.ec/books?id=M_N1CzTB2D4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false
32. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. MEXICO: interamericana editores. S.A, 2014. ISBN:978-1-4562-2396-0 Pág. 12. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wpcontent/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
33. ABANTO VÉLEZ, Walter Iván. *Diseño y desarrollo del proyecto de investigación*. Universidad Cesar Vallejo. TRUJILLO: UCV, 2014. Pág. 37. Disponible en https://www.academia.edu/30430586/DISE%C3%91O_Y_DESARROLLO_DE_L_PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_GU%C3%8DA_DE_APRENDIZAJE
34. ABANTO VÉLEZ, Walter Iván. *Diseño y desarrollo del proyecto de investigación*. Universidad Cesar Vallejo. TRUJILLO: UCV, 2014. Pág. 40. Disponible en https://www.academia.edu/30430586/DISE%C3%91O_Y_DESARROLLO_DE_L_PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_GU%C3%8DA_DE_APRENDIZAJE

35. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. MEXICO: interamericana editores. S.A, 2014. ISBN:978-1-4562-2396-0 Pág. 95. Disponible en https://www.academia.edu/30430586/DISE%C3%91O_Y_DESARROLLO_DE_L_PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_GU%C3%8DA_DE_APRENDIZ_AJE
36. ABANTO VÉLEZ, Walter Iván. *Diseño y desarrollo del proyecto de investigación*. Universidad Cesar Vallejo. TRUJILLO: UCV, 2014. Pág. 41. Disponible en https://www.academia.edu/30430586/DISE%C3%91O_Y_DESARROLLO_DE_L_PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_GU%C3%8DA_DE_APRENDIZ_AJE
37. ABANTO VÉLEZ, Walter Iván. *Diseño y desarrollo del proyecto de investigación*. Universidad Cesar Vallejo. TRUJILLO: UCV, 2014. Pág. 42. Disponible en https://www.academia.edu/30430586/DISE%C3%91O_Y_DESARROLLO_DE_L_PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_GU%C3%8DA_DE_APRENDIZ_AJE
38. ABANTO VÉLEZ, Walter Iván. *Diseño y desarrollo del proyecto de investigación*. Universidad Cesar Vallejo. TRUJILLO: UCV, 2014. Pág. 44. Disponible en https://www.academia.edu/30430586/DISE%C3%91O_Y_DESARROLLO_DE_L_PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_GU%C3%8DA_DE_APRENDIZ_AJE
39. ABANTO VÉLEZ, Walter Iván. *Diseño y desarrollo del proyecto de investigación*. Universidad Cesar Vallejo. TRUJILLO: UCV, 2014. Pág. 45. Disponible en https://www.academia.edu/30430586/DISE%C3%91O_Y_DESARROLLO_DE_L_PROYECTO_DE_INVESTIGACI%C3%93N_GU%C3%8DA_DE_APRENDIZ_AJE
40. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. MEXICO: interamericana editores. S.A, 2014. ISBN:978-1-4562-2396-0 Pág. 175. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
41. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. MEXICO: interamericana editores. S.A, 2014. ISBN:978-1-4562-2396-0 Pág. 183. Disponible en

<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

42. CCANTO DIAZ, Ademir. *Estabilización de suelo arcilloso con cenizas de Bagacillo (CB) para el Mejoramiento de la sub rasante de la Av. Universitaria, Lima 2019*. Universidad Cesar Vallejo. Lima: UCV, 2019. Pág. 40. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47343>
43. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. MEXICO: interamericana editores. S.A, 2014. ISBN:978-1-4562-2396-0 Pág. 84. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
44. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. MEXICO: interamericana editores. S.A, 2014. ISBN:978-1-4562-2396-0 Pág. 200. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
45. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. *Metodología de la investigación*. 6ta edición. MEXICO: interamericana editores. S.A, 2014. ISBN:978-1-4562-2396-0 Pág. 200. Disponible en <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para mejorar la subrasante, carretera San Pablo - Chara, Cusco 2021					
Autor: Apaza Velasquez Milton, Quispe Choque Juan Carlos					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 CENIZA DE CASCARA DE TRIGO CENIZA DE TALLO DE MAIZ	La hoja del maíz, tiene un porcentaje alto de sílice en su ceniza de 62 a 65%, lo cual la hace un buen candidato a ser investigado y la ceniza de cascara de cebada contiene alto porcentaje de silicio en forma de dióxido de silicio (SiO ₂), y de esa manera considerarlo como un material puzolánico (Apaza y Salcedo, 2019, p. 9-16)	Para analizar las cenizas de cascara de trigo y tallo de maíz se tendrá en cuenta los porcentajes de adición que se le haga a la subrasante, los cuales están en relación de 10%, 15% y 20%	Porcentajes (%)	10 % del peso de la muestra del suelo	Razon
				15 % del peso de la muestra del suelo	
				20 % del peso de la muestra del suelo	
			Temperatura	250°C	
Variable 2 SUBRASANTE	Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la capa de rodadura, por lo que la transmisión de las cargas de tránsito son menores. Soportará los esfuerzos transmitidos por la base y los transmitirá a la subrasante. (MTC, 2014, p. 40)	Para mejorar la subrasante se hará combinaciones con la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz, se analizará las variaciones que tendrá en cuanto su óptimo contenido de humedad, su porcentaje de absorción y su resistencia.	Propiedades físicas	Indice de plasticidad (%)	Razon
			Propiedades mecánicas	óptimo Contenido de Humedad (%) y densidad máxima seca gr/cm ²	Razon
				Porcentaje de EXPANSION %	Razon
				Resistencia %	Razon

Anexo 2. Matriz de consistencia

ANEXO 1: Matriz de consistencia

Título: Adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para mejorar la subrasante, carretera San pablo – Chara 2021

Autor: Apaza Velásquez Milton, Quispe Choque Juan Carlos

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos		
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE	CENIZA DE CASCARA DE TRIGO CENIZA DE TALLO DE MAIZ	Porcentajes (%)	10 % del peso de la muestra del suelo	BALANZA CALIBRADA TAMIZ # 200 (ASTM D422)		
¿En qué medida la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influyen en el mejoramiento de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021?	Analizar si la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz puede aportar en el mejoramiento de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.	La adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influyen de manera positiva en el mejoramiento de la sub rasante en la carretera San pablo – Chara 2021.			Porcentajes (%)	15 % del peso de la muestra del suelo			
					Porcentajes (%)	20 % del peso de la muestra del suelo			
					Temperatura	250°C		Horno	
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	DEPENDIENTE	SUBRASANTE	Propiedades físicas	Índice de plasticidad (%)	Ensayo de Límites de Atterberg AASHTO		
¿En qué medida influye el uso de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021?	Determinar las dosificaciones necesarias de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para obtener un buen índice de plasticidad de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.	El uso de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye de manera positiva en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.							
¿En qué medida influye el uso de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021?	Determinar las dosificaciones necesarias de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para obtener un buen óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.	El uso de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye de manera positiva en el óptimo contenido de humedad y densidad máxima seca de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.			Propiedades mecánicas	óptimo Contenido de Humedad (%) y densidad máxima seca gr/cm ²	Proctor modificado (MTC E 108 - 2000), (MTC E 1090 - 2000)		
¿De qué manera influye la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en el porcentaje de absorción del suelo de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021?	Determinar la influencia necesarias de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para obtener su porcentaje de absorción óptimo de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.	La adición de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye de manera efectiva en el porcentaje de Absorción de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.						Porcentaje de EXPANSION %	Equipos para medición de CBR (MTC E 132 - 2000)
¿En qué medida la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye en la resistencia de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021?	Determinar la influencia necesaria de la ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz en la resistencia de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.	La adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz influye de manera óptima en la resistencia de la subrasante en la carretera San pablo – Chara 2021.						Resistencia %	Equipos para medición de CBR (MTC E 132 - 2000)

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos.

Formato de perfil estratigráfico.

PERFIL ESTRATIGRAFICO (ANSI ASTM D 2487 y D 2408)									
PROYECTO:									
CALICATA:			COORD. UTM		E.	785649	N.	Altura	
LOCALIDAD:			LUGAR		m.s.n.m.				
PROFUNDIDAD	LONGITUD	NIVEL	FOTO	COLUMNA	NOMBRE (CLAS. SUCS)	CONTENIDO HUEMOIDAD (%)	ANALISIS GRANULOMETRICO	LIMITES DE CONSISTENCIA (%)	Densidad (g/cm ³) Cohesion, Ang. Friccion
-0.30	0.30	E-1							
-1.20	0.90	E-2							
-1.40	0.20	E-3							
E 0.00 -0.3,									
E-0.3 -1.2,									
E-1.2 -1.4,									
FOTOGRAFIAS									

GEO MECANICA DE SUELOS E.I.R.L.
 Rubén Darío Ronde Centeno
 GERENTE

Elíasbany Lauro Cárdenas
 Ing. Especialista en Geotecnia
 CIP N° 130179

Ing. José Alberto Rodríguez
 Ing. Civil
 CIP N° 150734

Formato de límite líquido – limite Plástico – Índice Plástico.

Cusco, A.p.v San Antonio G-3-B-San Sebastián- Cusco, Cel. Movistar 97440101, Correo: geotecnia@geotecnia.com
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

Proyecto: 0
 Ubicación:
 Solicita:
 Fecha:

Calicata:
 Profundidad:

LÍMITE LÍQUIDO
 MTC E 110 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-89

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	MUESTRA 04
Peso de Capsula (gr)				
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)				
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)				
Peso del Agua (gr)				
Peso de la Muestra Seca (gr)				
Contenido de Humedad				
Número de Golpes				

LÍMITE LÍQUIDO

CONTENIDO DE HUMEDAD

NÚMERO DE GOLPES

ENSAYOS (CUCHARA DE CASAGRANDE) LÍMITE LÍQUIDO LÍNEA DE REGRESIÓN LOGARÍTMICA

LÍMITE PLÁSTICO
 MTC E 111 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-4318 y AASHTO T-90

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)			
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)			
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)			
Peso del Agua (gr)			
Peso de la Muestra Seca (gr)			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRAS

LÍMITE LÍQUIDO = _____
 LÍMITE PLÁSTICO = _____
 ÍNDICE DE PLASTICIDAD = _____

Elisban Laura Cárdenas
 Ing. Especialista en Geotecnia
 CIP N° 130179

Ing. José Alberto Aguac Harco
 Ing. Civil
 C.P. 150734

Gerente
 Dario Rance Centeno

Formato de Análisis Granulométrico.

Proyecto: _____
 Ubicación: _____
 Solicita: _____
 Muestra: _____
 Fecha: _____

Calicata: _____
 Profundidad: _____

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 MTC E 107 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-422 y AASHTO T-88

Peso de la Muestra Seca = _____
 % de Error en Peso = _____

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO QUE PASA (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
4"						
3"						
2"						
1 1/2"						
3"						
3/4"						
3/8"						
Nº 4						
Nº 10						
Nº 20						
Nº 40						
Nº 50						
Nº 100						
Nº 200						
Cazuela						
Total Fracción Retenida en Lavado =		0.00		0.00%		

Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra
 % de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = _____
 % de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = _____
 % de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = _____
 Total: _____

Fracción Gruesa
 % de grava = _____
 % de arena = _____
 Total = _____

CURVA GRANULOMÉTRICA

Tamaño Máximo Absoluto = _____

D60 = _____

D30 = _____

D10 = _____

Tamaño Máximo Nominal = _____

Cu = _____

Cc = _____

GEO MECÁNICA DE SUELOS E.A.R.L.
 Rubén Darío Ronce Centeno
 GERENTE

Ellsday Lauro Cárdenas
 Ing. Especialista en Geotecnia
 CIP Nº 130179

Ing. José Alberto Rodríguez Harco
 Ing. Civil
 CIP. 150734

Anexo 4. Validez

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo tema de investigación es: " Adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para mejorar la subrasante, carretera San Pablo - Chara, Cusco 2021" de los autores

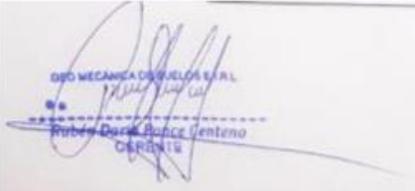
Apaza Velásquez Milton y Quispe Choque Juan Carlos estudiantes tesistas del Programa de titulación en Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo

Dichos instrumentos serán aplicados a las muestras representativas para el proceso de investigación, que se aplicará el mes de octubre de 2017.

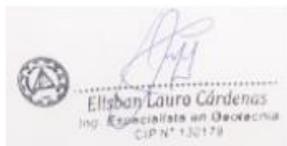
Por consiguiente, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que considere pertinentes.

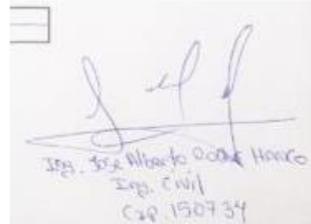
Cusco noviembre 2021



INGENIERÍA DE MECÁNICA DE SUELOS S.R.L.
Roberto Durán Bance Lenteno
CÉRDENAS



Elisban Laura Cárdenas
Ing. Especialista en Geotecnia
CIP N° 130179



Ing. Srte Alberto Ochoa Hanco
Ingr. Civil
CIP. 150734

Anexo 5. Mapas y Planos

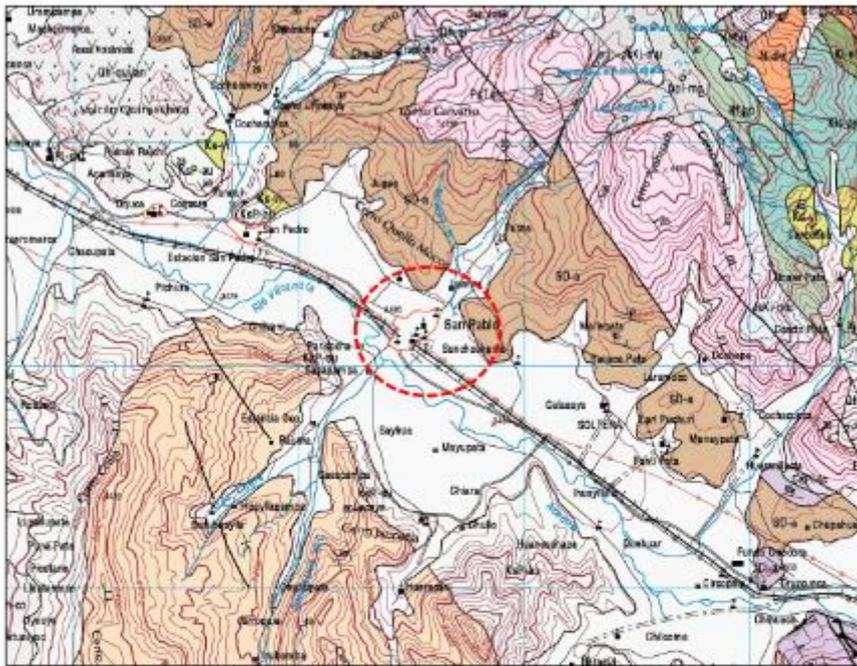


Fig. 04.- Geología local de la zona de estudio. Fuente INGEMMET.

Ing. Emiliano Álvarez Escobar
INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA
EN OBRAS DE OBRAS Y VÍAS TERRESTRES

Cusco: Urb. Tio- Calle Perú X-13- Wanchaq - Cusco, Tlf.: (084) 242700, RUC: 987252150, Cel. Claro: 984351550, RPM # 95980986, 18-00005
Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro- Vivienda de los Trabajadores del M.T.C. Mza. "A", Lote B.
www.uniteperu.com, uniteperu@hotmail.com, uniteperu2@gmail.com

9



Anexo 6. Panel fotográfico



Imagen 01 calicata C-01



Imagen 02 proceso de excavación



Imagen 03 calicata C-02



Imagen 04 proceso de excavación



Imagen 05 calicata C-03



Imagen 06 proceso de excavación



Imagen 07 secado del material



Imagen 08 pasando los tamices



Imagen 09 de granulometría

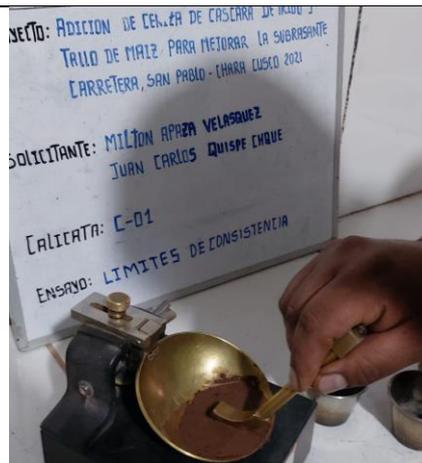


Imagen 10 cazuela de casagrande



Imagen 11 consistencia del suelo



Imagen 12 horno



Imagen 13 proctor modificado



Imagen 14 trigo



Imagen 15 maíz



Imagen 16 proceso de excavación



Imagen 17 mezcla de ceniza y muestra



Imagen 18 muestra sumergida

Anexo 7. Solicitud y autorización por la empresa y/o entidad pública (referencial)

SOLICITUD: Permiso para realizar calicatas en
la vía de san pablo – chara

SEÑOR: PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD CHARA

Yo, **JUAN CARLOS QUISPE CHOQUE**,
identificada con **DNI N° 45013327**, domiciliada en
calle independencia A-5 distrito de san sebastian,
Provincia de cusco, Departamento de cusco, con
el debido respeto me presento y expongo lo
siguiente:

Que, con el motivo de hacer un estudio de tesis de la carretera san pablo -
chara, me presento a si digna despacho a fin de solicitarle que se me dé permiso
para hacer dichas calicatas en la carretera de san pablo – chara, para su estudio
respectivo con el fin de mejorar la subrasante de dicha carretera

POR LO EXPUESTO:

Ruego a Ud. Señor Presidentes, acceder a mi solicitud.

San pablo, 26 de enero del 2022.


Valencia, Tanque Suyo
DNI: 23870826
PRESIDENTE



JUAN CARLOS QUISPE CHOQUE
DNI N° 45013327

5. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA.

CALICATA 01: SUB RASANTE 01.

- Primer Estrato de 0.00 a -0.20 m. capa de afirmado existente.
- Segundo Estrato de -0.20 m. a -1.50 m. corresponde a un suelo fino identificado como SUELO ARCILLOSO A-6 (5), según AASHTO y como ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CL, según SUCS, presenta una coloración marrón.
- No se ha evidenciado nivel freático superficial.



ESC. (m)	LITOLÓGIA	DESCRIPCIÓN	COTA	N.F.	OBSERVACIONES
		CAPA DE AFIRMADO EXISTENTE.	-0.20		
-0.50		SUELO FINO SUELO ARCILLOSO, A-6 (5) SEGUN AASHTO. ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA, CL SEGUN SUCS. COLOR MARRON			
-1.00			-1.50		

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA 01.

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN INGENIERIA Y VÍAS TERRESTRES
 R.M. Nº 93508-000-164003

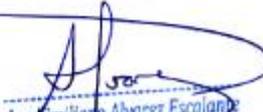
CALICATA 02: SUB RASANTE 02.

- Primer Estrato de 0.00 a -0.20 m. capa de afirmado existente.
- Segundo Estrato de -0.20 m. a -1.50 m. corresponde a un suelo granular identificado como SUELO ARCILLOSO A-6 (12), según AASHTO y como ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA CL, según SUCS, presenta una coloración marrón.
- No se ha evidenciado nivel freático superficial.



ESC. (m)	LITOLOGÍA	DESCRIPCION	COTA	N.F.	OBSERVACIONES
		CAPA DE AFIRMADO EXISTENTE.	-0.20		
-0.50		SUELO FINO SUELO ARCILLOSO, A-6 (12) SEGUN AASHTO. ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA, CL SEGUN SUCS. COLOR MARRON	-1.50		

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA 02.


Ing. Emifano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN OBRAS DE OBRAS Y VÍAS TERRESTRES

CALICATA 03: SUB RASANTE 03.

- Primer Estrato de 0.00 a -0.20 m. capa de afirmado existente.
- Segundo Estrato de -0.20 m. a -1.50 m. corresponde a un suelo granular identificado como SUELO ARCILLOSO A-6 (0), según AASHTO y como ARENA ARCILLOSA SC, según SUCS, que presenta una coloración marrón.
- No se ha evidenciado nivel freático superficial.



ESC. (m)	LITOLÓGIA	DESCRIPCIÓN	COTA	N.F.	OBSERVACIONES
		CAPA DE AFIRMADO EXISTENTE.	-0.20		
-0.50		SUELO FINO SUELO ARCILLOSO, A-6 (0) SEGUN AASHTO. ARENA ARCILLOSA, SC SEGUN SUCS. COLOR MARRON			
-1.00			-1.50		

PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE LA CALICATA 02.


 Ing. Emilliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN OBRAS DE OBRAS TERRESTRES

6. CBR DE DISEÑO.

Para el presente proyecto se ha determinado el CBR en laboratorio del suelo de subrasante extraído de las calicatas, los valores determinados en laboratorio son:

CAL	LL	IP	SUCS	AASHTO	Dmax	COA	CBR95	CBR100
C-01	29%	13%	CL	A-6 (5)	1.83	13.46%	6.47%	7.60%
C-02	36%	18%	CL	A-6 (12)	1.75	15.11%	3.75%	4.60%
C-03	27%	11%	SC	A-6 (0)	1.95	11.33%	8.05%	9.70%

Consecuentemente el valor considerado para la vía será:

CBR95 DE DISEÑO = 3.75%


 Ing. Emiliano Alvarez Escobar
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN OBRAS DE VÍAS TERRESTRES
 R.O.C. N° 184003

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

1. Para la elaboración del presente informe se tomaron muestra de 03 sondeos a cielo abierto (calicatas) hasta una profundidad de 1.50m.
2. La Subrasante de la calicata C-01, corresponde a un suelo fino identificado como **SUELO ARCILLOSO A-6 (5)**, según AASHTO y como **ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD ARENOSA CL**, según SUCS, presenta una coloración marrón.
3. La Subrasante de la calicata C-02, corresponde a un suelo granular identificado como **SUELO ARCILLOSO A-6 (12)**, según AASHTO y como **ARCILLA DE MEDIA PLASTICIDAD CON ARENA CL**, según SUCS, presenta una coloración marrón.
4. La Subrasante de la calicata C-03, corresponde a un suelo granular identificado como **SUELO ARCILLOSO A-6 (0)**, según AASHTO y como **ARENA ARCILLOSA SC**, según SUCS, que presenta una coloración marrón.
5. Los resultados de los ensayos determinan que la Subrasante de la Calicata C-01 y C-03, se categoriza como **"SUBRASANTE REGULAR"**.
6. Los resultados de los ensayos determinan que la Subrasante de la Calicata C-02, se categoriza como **"SUBRASANTE INSUFICIENTE"**.
7. El CBR95 de diseño es de 3.75%.
8. Resumen de los parámetros obtenidos en laboratorio:

CAL	LL	IP	SUCS	AASHTO	Dmax	COA	CBR95	CBR100
C-01	29%	13%	CL	A-6 (5)	1.83	13.46%	6.47%	7.60%
C-02	36%	18%	CL	A-6 (12)	1.75	15.11%	3.75%	4.60%
C-03	27%	11%	SC	A-6 (0)	1.95	11.33%	8.05%	9.70%

9. No se ha evidencio nivel freático superficial.
10. Los parámetros de diseño sísmico son:

PARÁMETRO	MAGNITUD	DESCRIPCIÓN
Zona	2	Mapa de Zonificación Sísmica
Factor de Zona	0.25g.	Tabla N° 1
Perfil de Suelo	Tipo S2	Suelos Intermedios
Parámetros del Suelo (Tabla N° 4)	Tp = 0.60 seg. TL= 2.00 seg S = 1.20	Período Predominante Factor de Amplificación del Suelo

11. En la calicata C-02 se observa suelo inadecuado, este material debe ser eliminado y remplazado en su totalidad o mejorado.


 Ing. Emilliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN OBRAS Y VÍAS TERRESTRES

12. La Subrasante de todo el tramo deberá ser nivelada y compactada antes del colocado del material Granular.

RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones están en concordancia con los Manuales de Carreteras del MTC: "Especificaciones Técnicas Generales para Construcción" EG-2013 y "Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos".

1. Una vez terminados los trabajos de excavación se procederá a efectuar el escarificado de la subrasante en las zonas de corte, hasta una profundidad de 15 cm por debajo del nivel de subrasante de replanteo, y se procederá a eliminar las piedras mayores de 3" de diámetro previo a la conformación (riego y batido), perfilado y compactado.
2. Antes de ejecutar el compactado de una zona se limpiará la superficie del terreno eliminando las raíces u otras materias orgánicas, garantizando que el terreno a compactar permanezca estable, exento de agua, materia orgánica y otros desperdicios no aptos para la construcción.
3. La Subrasante de todo el tramo deberá ser nivelada y compactada antes del colocado del material Granular.
4. La humedad de compactación no deberá variar en $\pm 2\%$ del óptimo contenido de humedad a fin de lograr los porcentajes de compactación especificados.
5. La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de 6 determinaciones, en sitios elegidos al azar con una frecuencia de una, cada 250 m² de plataforma terminada y compactada.
6. Las densidades individuales del lote (D_i) deben ser, como mínimo, el 95% de la máxima densidad en el ensayo Proctor Modificado de referencia (D_e).

$$D_i \geq 0.95 D_e$$


Ing. Emiliano Alvarez Escobar
ING. CIVIL ESPECIALISTA
EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES

CALICATA 01

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E-107 - ASTM D 422

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".

UBICACIÓN: CUSCO - CANCHIS - SAN PABLO. MUESTRA: Subrasante 01

SOLICITA: GUSPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON. CALICATA: C-01

FECHA: CUSCO, FEBRERO DE 2022. TIPO: Subrasante

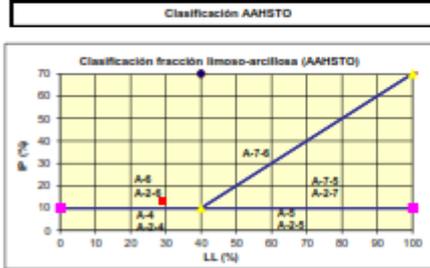
Tamiz	Pasa	Pasante	Retenido	Retenido
Tamiz Nº	(mm)	(%)	(%)	Acumulado (%)
3"	75.000	100.00	100.00	0.00
2"	50.800	100.00	100.00	0.00
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.00
1"	25.400	100.00	100.00	0.00
3/4"	19.000	100.00	100.00	0.00
3/8"	9.500	98.87	98.87	1.13
4	4.760	97.42	97.42	2.58
10	2.000	93.28	93.28	6.74
20	0.840	87.53	87.53	12.47
40	0.425	80.86	80.86	19.94
60	0.250	74.55	74.55	25.45
140	0.106	63.27	63.27	36.73
200	0.075	58.33	58.33	41.67
				100.00

Limite líquido LL	29	%
Limite plástico LP	16	%
Indice plasticidad IP	13	%

Pasa tamiz Nº 4 (75mm)	97.42 %
Pasa tamiz Nº 200 (0.075 mm)	58.33 %
OM:	0.00 mm
UM:	mm
OM (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Gravas:	2.58 %
Arena:	34.15 %
Limo y Arcillas:	63.27 %
	100.00 %

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUELO DE GRUPO	GW Gravas bien graduadas
GW	Gravas mal graduadas
GM	Gravas limosas
GC	Gravas arcillosas
SW	arenas bien graduadas
SM	arenas mal graduadas
ML	arenas limosas
MC	arenas arcillosas
ML	limos inorgánicos
CL	arcillas inorgánicas de baja plasticidad
OL	limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas
MH	limos inorgánicos
CH	arcillas inorgánicas de alta plasticidad
OH	arcillas orgánicas de media a alta plasticidad
PT	turba y otros suelos altamente orgánicos



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas finas.

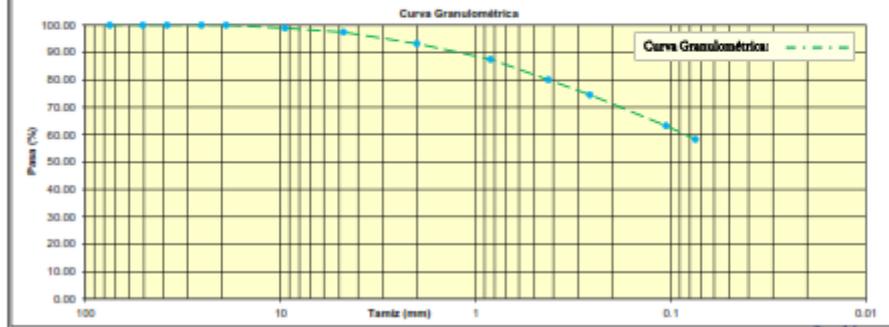
Arcilla baja plasticidad arenosa CL

Materia limosa-arenosa

Fibra e mazo carro subgrado

A-6 Suelo arcilloso

valor del índice de grupo (IG): 3



OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

Ing. **Emiliano Alvarez Escobar**
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
 (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

PROYECTO : "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".
UBICACIÓN : CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.
SOLICITA : QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON
FECHA : CUSCO, FEBRERO DE 2022.

Datos del Ensayo	
Metodo	A
Número de Capas	5
Número de Golpes	25
Peso del Martillo(Manual)	4.54 Kg
Altura de Caída del Martillo	45.72 cm

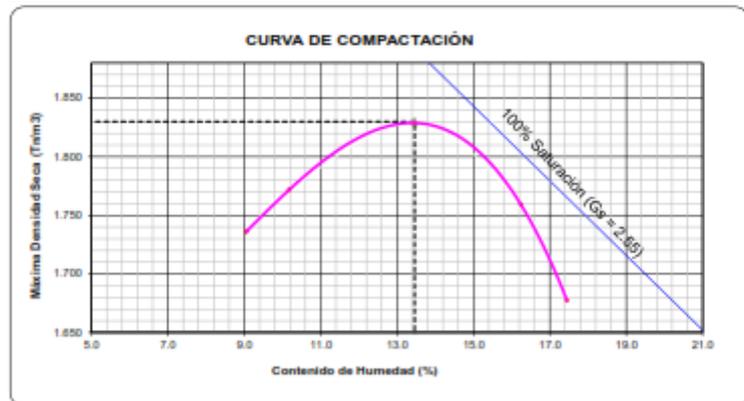
Datos de la Muestra		Subrasante 01	
CLASIFICACION		% Ret. N°4 =	2.58 %
SUCS:	CL	% Ret. 3/8" =	1.13 %
ASTHD:	A-6 (S)	% Ret. 3/4" =	0.00 %

Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	5792	5845	5964	5936	5885
Peso del Molde	gr.	4000	4000	4000	4000	4000
Peso de la Muestra Compacta	gr.	1792	1845	1964	1936	1885
Densidad Humedad	gr/cc	1.89	1.95	2.07	2.05	1.97
Densidad Seca	gr/cc	1.74	1.77	1.83	1.76	1.68

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	392.44	402.43	430.11	444.09	466.55
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	359.87	365.26	379.10	382.04	397.24
Peso del Agua	gr.	32.57	37.17	51.01	62.05	69.31
Peso del Suelo Seco	gr.	359.87	365.26	379.10	382.04	397.24
Contenido de Humedad	%	9.05	10.17	13.46	16.24	17.45
Contenido de Humedad Promedio	%	9.05	10.17	13.46	16.24	17.45

DENSIDAD MAXIMA = 1.830 T/m³ HUMEDAD OPTIMA = 13.46 %



**"Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles"
 (Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión)
 ASTM D4718 / D4718M - 15**

Gravedad específica seca de sobre dimensión	2.55
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)	0.00 %
% Fracción fina (Pf)	100 %
Contenido de Humedad de la Grava	0.00 %
Densidad Máxima Seca corregida	1.83 g/cm ³
Contenido Humedad Optimo corregido	13.46 %

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC
Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)
ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".

UBICACIÓN: CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO. **FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022.

SOLICITANTE: GEORGE CHOCQUI, SEAN CARLOS - APAYA VILARQUE, M. **MUESTRA:** Subrasante 01.

CALICATA: C-01	Clasificación de Suelos		Límites de Atterberg	
Máxima Densidad Seca: 1.83 g/cm ³	SUCS: CL	Límite Líquido: 29%		
Humedad Óptima: 13.46 %	AASHTO: A-6 (5)	Límite Plástico: 16%		
		Índice de Plasticidad: 13%		
Otros Datos				
Método de Compactación: NTP 339.141 (Proctor Modificado)	Preparación Especial: Ninguna			
Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm): 0.00%	Condición de la Muestra: Remojada			

DATOS DE COMPACTACION	Molde 1		Molde 2		Molde 3	
	56 GOLPES	25 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	10 GOLPES	10 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	10.854.00	12.482.00	10.962.00			
Peso del Molde (gr)	6.410.00	8.371.00	7.502.00			
Volumen(cm3)	2,140.60	2,148.05	2,127.57			
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4.444.00	4.111.00	3.460.00			
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.08	1.91	1.63			
Densidad Seca (gr/cm3)	1.83	1.69	1.43			
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD						
Humedad después de compactación	13.45%	13.41%	13.38%			
DATOS DE ABSORCION						
Peso M+M C. después de Inmersión (gr)	16.087.00	17.827.00	16.393.00			
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	15.394.00	17.022.00	15.502.00			
Porcentaje de Absorción	7.71%	9.31%	11.14%			



ENSAYO DE EXPANSION		Molde 1		Molde 2		Molde 3					
Cae. Dial Expansión	0.001	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES					
Pesos de sobrecarga (kg)		4.54		4.54		4.54					
Fecha	Hora	Tiempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
07/02/22	10:15:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
08/02/22	10:15:00	24 horas	1.92	0.002	0.04%	2.78	0.003	0.06%	3.66	0.004	0.08%
09/02/22	10:15:00	48 horas	3.70	0.004	0.08%	4.32	0.004	0.09%	5.62	0.006	0.12%
10/02/22	10:15:00	72 horas	5.26	0.005	0.11%	5.87	0.006	0.13%	6.25	0.006	0.14%
11/02/22	10:15:00	96 horas	6.58	0.007	0.14%	7.73	0.008	0.17%	8.82	0.009	0.19%

ENSAYO DE PENETRACION		Molde 1		Molde 2		Molde 3					
Velocidad	1.27 mm/min	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES					
Área Flotón	3.0 Pulg. Cuadradas	4.54		4.54		4.54					
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzo		Carga		Esfuerzo		
	(mm)	(pulg)	KN	lbf	PSI	KN	lbf	PSI	KN	lbf	PSI
0.5 min	0.64	0.025	0.34	76	25	0.28	63	21	0.14	31	10
1.0 min	1.27	0.050	0.57	128	43	0.47	106	35	0.24	54	18
1.5 min	1.91	0.075	0.80	180	60	0.62	139	46	0.32	72	24
2.0 min	2.54	0.100	1.02	229	76	0.78	175	58	0.39	88	29
4.0 min	5.08	0.200	1.78	400	133	1.31	294	98	0.64	144	48
6.0 min	7.62	0.300	2.43	546	182	1.75	393	131	0.86	193	64
8.0 min	10.16	0.400	2.90	652	217	2.12	477	159	1.09	245	82
10.0 min	12.70	0.500	3.31	744	248	2.40	540	180	1.33	299	100

Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES

LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC
Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)
ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".

UBICACIÓN: CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO. **FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022.

SOLICITANTE: QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ **MUESTRA:** Substrato 01

CALCATA: C-01

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(D)

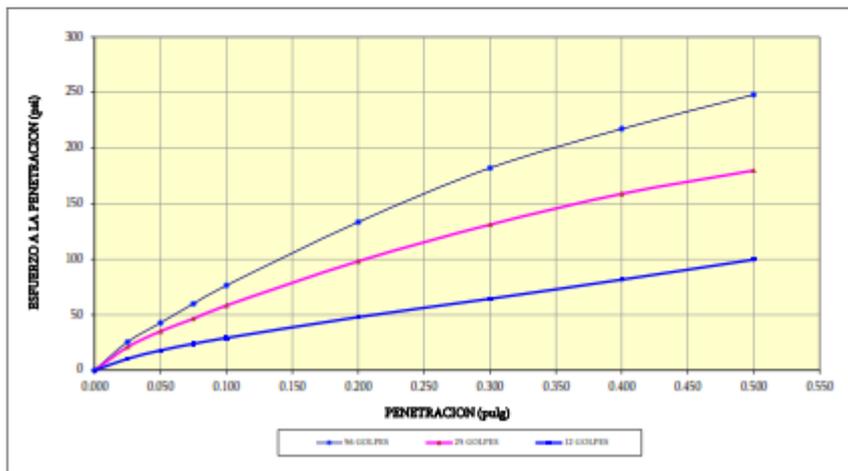
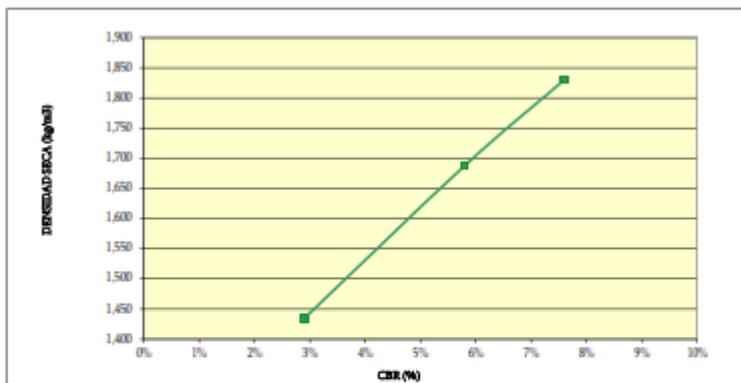


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m³)	1.83
HUMEDAD OPTIMA (%)	13.46%

CBR AL 95% DE MDS -	6.5%
CBR AL 100% DE MDS -	7.6%

	% EXPANSION	% ABSOR
56 GOLPES	0.14%	7.71%
25 GOLPES	0.17%	9.31%
12 GOLPES	0.19%	11.14%

VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION:	
CBR (0.1) / CBR (0.2) =	0.85
OBSERVACION:	CONFORME

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)

PROYECTO : "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".

UBICACIÓN : CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO. **CALICATA :** C-02

SOLICITA : QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON **MUESTRA :** Subrasante 02

FECHA : CUSCO, FEBRERO DE 2022. **TIPO :** Subrasante

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	1	2	3	4
Peso de la capsula	21.94	15.50	17.70	15.04
Peso capsula. + suelo humedo	40.55	37.13	33.46	39.19
Peso capsula + suelo seco	35.76	31.48	29.24	32.76
Numero de golpes	34	20	21	16
Peso suelo seco	13.82	15.9	11.48	16.92
Peso agua	4.79	5.65	4.22	6.43
% humedad	34.66%	35.53%	36.76%	38.00%

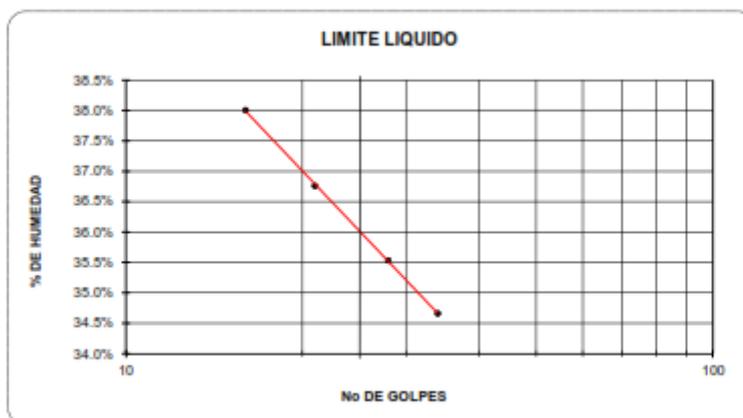


LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3	PROMEDIO
Peso de la capsula	12.24	13.79	14.94	
Peso capsula. + suelo humedo	26.53	25.59	20.27	
Peso capsula + suelo seco	24.31	23.82	19.40	
Peso suelo seco	12.07	10.03	4.52	
Peso agua	2.22	1.77	0.81	
% humedad	18.39%	17.65%	17.92%	17.99%

RESULTADOS:

LIMITE LIQUIDO	36%
LIMITE PLASTICO	18%
INDICE PLASTICO	18%



OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

Ing. Emilian Alvarez Escobar
 ING. Civil ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES
 CUSCO, RPM # 93909-00184003

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
(PROCTOR MODIFICADO)
MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557

PROYECTO : "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".
UBICACIÓN : CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.
SOLICITA : QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON
FECHA : CUSCO, FEBRERO DE 2022.

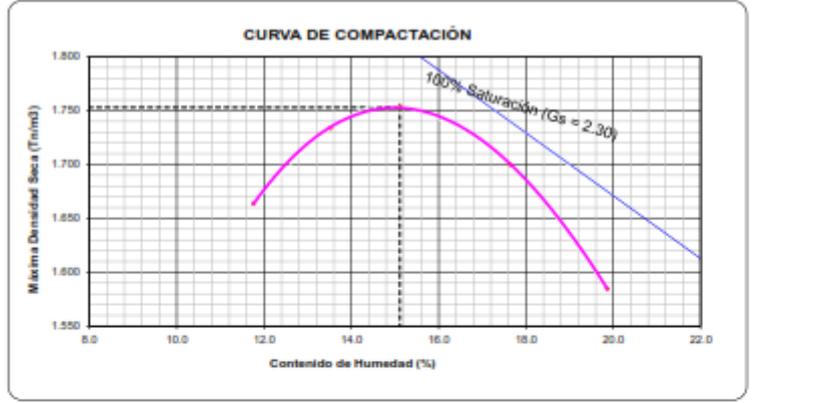
Datos del Ensayo	
Metodo= A	Subrasante 02
Número de Capas= 5	CLASIFICACION
Número de Golpes= 25	SUCS: CL
Peso del Martillo(Manual)= 4.54 Kg	AASTHD: A-6 (12)
Altura de Caída del Martillo= 45.72 cm	% Ret. N°4 = 0.00 % % Ret. 3/8" = 0.00 % % Ret. 3/4" = 0.00 %

Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	5760	5863	5911	5893	5798
Peso del Molde	gr.	4000	4000	4000	4000	4000
Peso de la Muestra Compacta	gr.	1760	1863	1911	1893	1798
Densidad Humedad	gr/cc.	1.86	1.97	2.02	2.00	1.90
Densidad Seca	gr/cc.	1.86	1.73	1.75	1.70	1.58

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	397.88	412.73	435.27	448.10	473.27
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	356.02	363.57	378.12	380.91	394.84
Peso del Agua	gr.	41.86	49.16	57.15	67.19	78.43
Peso del Suelo Seco	gr.	356.02	363.57	378.12	380.91	394.84
Contenido de Humedad	%	11.76	13.52	15.11	17.64	19.86
Contenido de Humedad Promedio	%	11.76	13.52	15.11	17.64	19.86

DENSIDAD MAXIMA = 1.753 Tn/m³ HUMEDAD OPTIMA = 15.11 %



"Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles"
 (Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión)
ASTM D4718 / D4718M - 15

Gravedad específica seca de sobre dimensión	2.51
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)	0.00 %
% Fracción fina (Pf)	100 %
Contenido de Humedad de la Grava	0.00 %
Densidad Máxima Seca corregida	1.75 g/cm ³
Contenido Humedad Optimo corregido	15.11 %

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC
Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)
ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".

UBICACIÓN: CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO. **FECHA:** CUSCO, FEBRERO DE 2022.

SOLICITANTE: GEORGE CHONGUI, JUAN CARLOS - APAZA VELAZQUEZ, M. **MUESTRA:** Subrasante 02

CALICATA: C-02	Clasificación de Suelos		Límites de Atterberg	
Máxima Densidad Seca: 1.75 g/cm ³	SUCS: CL	Límite Líquido: 36%		
Humedad Óptima: 15.11 %	AASHTO: A-6 (12)	Límite Plástico: 18%		
		Índice de Plasticidad: 18%		
Método de Compactación: NTP 339.141 (Proctor Modificado)	Otros Datos		Preparación Especial: Ninguna	
Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm): 0.00%			Condición de la Muestra: Remojada	

DATOS DE COMPACTACION	Molde 4		Molde 5		Molde 6	
	4	5	4	5	4	5
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	12,618.00	12,385.00	12,385.00	11,965.00	11,965.00	11,965.00
Peso del Molde (gr)	8,302.00	8,336.00	8,336.00	8,505.00	8,505.00	8,505.00
Volumen(cm3)	2,139.62	2,148.90	2,148.90	2,138.77	2,138.77	2,138.77
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,316.00	4,049.00	4,049.00	3,460.00	3,460.00	3,460.00
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.02	1.88	1.88	1.62	1.62	1.62
Densidad Seca (gr/cm3)	1.75	1.64	1.64	1.41	1.41	1.41



ENSAYO DE EXPANSION		Molde 4		Molde 5		Molde 6					
Fecha	Hora	Tempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
07/02/22	9:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
08/02/22	9:00	24 horas	2.47	0.002	0.05%	3.75	0.004	0.08%	5.13	0.005	0.11%
09/02/22	9:00	48 horas	4.55	0.005	0.10%	5.86	0.006	0.13%	6.42	0.006	0.14%
10/02/22	9:00	72 horas	5.03	0.005	0.11%	7.29	0.007	0.16%	8.14	0.008	0.18%
11/02/22	9:00	96 horas	6.98	0.007	0.15%	8.56	0.009	0.19%	9.75	0.010	0.21%

ENSAYO DE PENETRACION		Molde 4		Molde 5		Molde 6					
Velocidad	1.27 mm/min	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES					
Área Pistón	3.0 Pulg. Cuadradas	4.54		4.54		4.54					
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzo		Carga		Esfuerzo		
	(mm)	(pulg)	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI
0.5 min	0.64	0.025	0.16	36	12	0.10	22	7	0.06	13	4
1.0 min	1.27	0.050	0.31	70	23	0.23	52	17	0.10	22	7
1.5 min	1.91	0.075	0.47	106	35	0.35	79	26	0.15	34	11
2.0 min	2.54	0.100	0.61	137	46	0.46	103	34	0.20	45	15
4.0 min	5.08	0.200	1.11	250	83	0.82	184	61	0.33	74	25
6.0 min	7.62	0.300	1.44	324	108	1.02	229	76	0.38	85	28
8.0 min	10.16	0.400	1.69	380	127	1.16	261	87	0.42	94	31
10.0 min	12.70	0.500	1.90	427	142	1.29	290	97	0.46	103	34


Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES
 N° 164003

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021"

	LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO:	"ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".	
UBICACIÓN:	CUSCO- CANGHIS- SAN PABLO.	FECHA:	CUSCO, FEBRERO DE 2022.
SOLICITANTE:	QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ	MUESTRA:	Subrasante 02
		CALICATA:	C-02

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

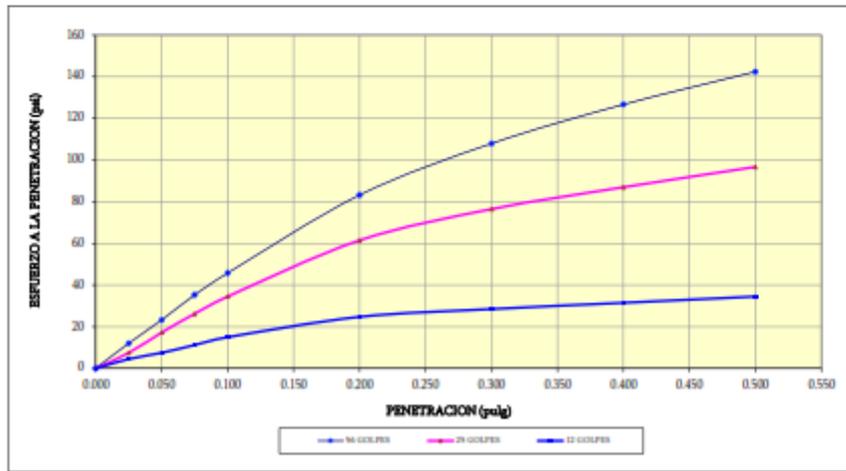
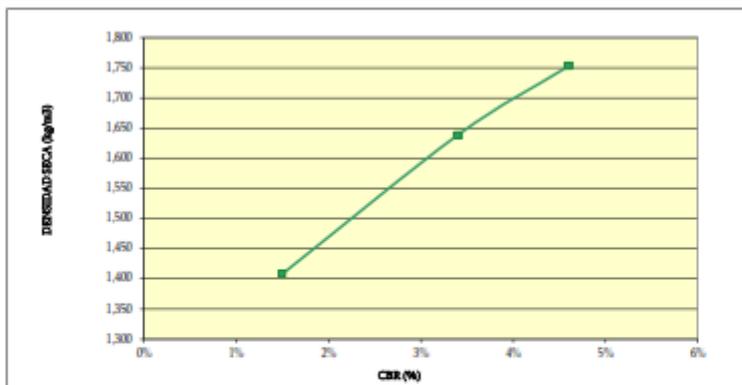


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.75
HUMEDAD OPTIMA (%)	15.11%

CBR AL 95% DE MDS -	3.7%
CBR AL 100% DE MDS -	4.6%

	% EXPANSION	% ABSOR.
56 GOLPES	0.15%	9.64%
25 GOLPES	0.19%	11.60%
12 GOLPES	0.21%	13.11%

VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION	
CBR (0.1") / CBR (0.2") -	0.84
OBSERVACION:	CONFORME

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

CALICATA 03.

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E-107 - ASTM D 422

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".
UBICACIÓN: CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO. **MUESTRA:** Subrasante 03
SOLICITA: QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON **CALICATA:** C-03
FECHA: CUSCO, FEBRERO DE 2022. **TIPO:** Subrasante

Tamiz	Pasa	Pasante	Retenido	Retenido
Tamiz N°	(mm)	(%)	(%)	Acumulado (%)
3"	75.000	100.00	100.00	0.00
2"	50.800	100.00	100.00	0.00
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	0.00
1"	25.400	100.00	100.00	0.00
3/4"	19.000	98.90	98.90	1.10
3/8"	9.500	97.16	97.16	2.84
4	4.750	94.11	94.11	5.89
10	2.500	87.93	87.93	12.07
20	0.840	79.60	79.60	20.40
40	0.425	71.46	71.46	28.54
60	0.250	61.99	61.99	38.01
100	0.106	47.10	47.10	52.90
200	0.075	36.81	36.81	63.99
				100.00

Limite liquido LL	27	%
Limite plastico LP	16	%
Índice plasticidad IP	11	%

Pasa tamiz N° 4 (75mm):	94.11 %
Pasa tamiz N° 200 (0.075 mm):	36.81 %
D ₅₀ :	0.24 mm
D ₁₀ :	mm
D ₆₀ (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	mm
Grado de curvatura (Cc):	mm

Gravas:	5.89 %
Arena:	47.01 %
Limo y Arcillas:	47.10 %
	100.00 %

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.)

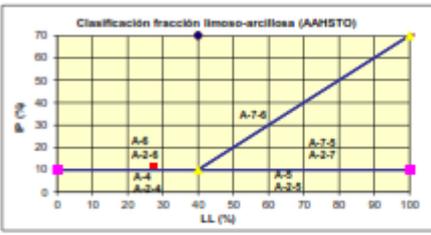
Suelo de partículas gruesas. Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).
 Arena arcillosa SC

Material limoso-arenoso
 Sobre a malo como subgrado
A-6 Suelo arcilloso

valor del índice de grupo (IG): 8

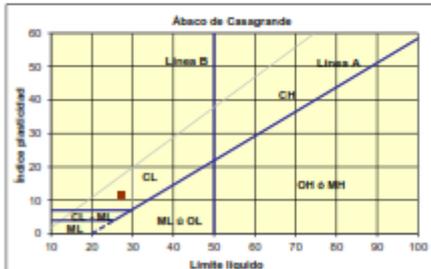
Clasificación AASHTO

Clasificación fracción limoso-arcillosa (AASHTO)

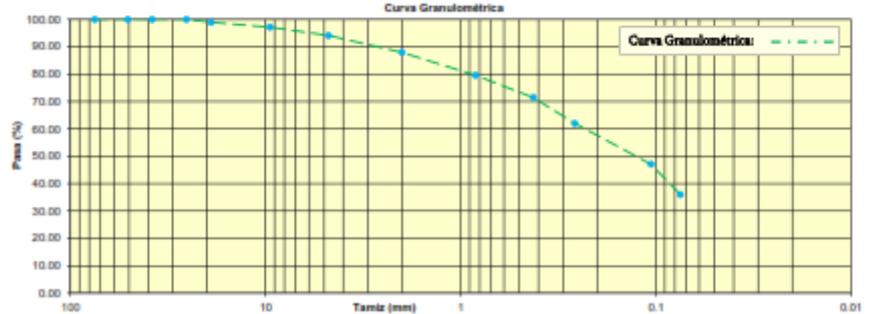


Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

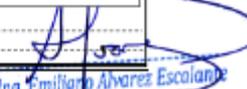
Ábaco de Casagrande



Curva Granulométrica



OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.


 Ing. Emiliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN GEOTECNIA Y VÍAS TERRESTRES

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONSISTENCIA (ATTERBERG)

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110 - NTP 339.129), LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD (MTC E 111 - NTP 339.129)

PROYECTO : "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".

UBICACIÓN : CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO. **CALICATA** : C-03

SOLICITA : QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON **MUESTRA** : Subrasante 03

FECHA : CUSCO, FEBRERO DE 2022. **TIPO** : Subrasante

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	1	2	3	4
Peso de la capsula	29.29	14.92	25.4	29.56
Peso capsula. + suelo humedo	37.89	31.24	34.51	38.13
Peso capsula + suelo seco	36.19	27.82	32.55	36.21
Numero de golpes	36	29	24	19
Peso suelo seco	6.90	12.9	7.15	6.63
Peso agua	1.7	3.42	1.96	1.92
% humedad	24.64%	26.51%	27.41%	28.96%

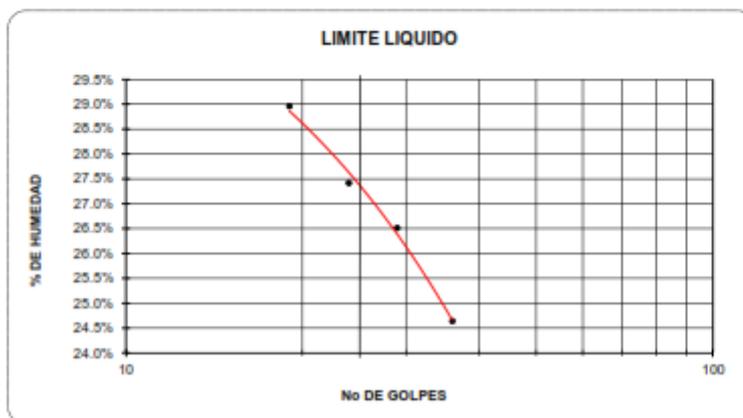


LIMITE PLASTICO

Muestra	1	2	3	PROMEDIO
Peso de la capsula	9.25	9.27	7.98	
Peso capsula. + suelo humedo	15.27	14.46	13.92	
Peso capsula + suelo seco	14.44	13.74	13.10	
Peso suelo seco	5.19	4.47	5.12	
Peso agua	0.83	0.72	0.82	
% humedad	15.99%	16.11%	16.02%	16.04%

RESULTADOS:

LIMITE LIQUIDO	27%
LIMITE PLASTICO	16%
INDICE PLASTICO	11%



OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

Ing. Emilliano Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN OBRAS DE OBRAS Y OBRAS TERRESTRES
 R.M. # 93908-00164003

**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA
 (PROCTOR MODIFICADO)
 MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557**

PROYECTO : "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".
UBICACIÓN : CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.
SOLICITA : QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON
FECHA : CUSCO, FERRERO DE 2022.

Datos del Ensayo	
Metodo	A
Número de Capas	5
Numero de Golpes	25
Peso del Martillo(Manual)	4.54 Kg
Altura de Caída del Martillo	45.72 cm

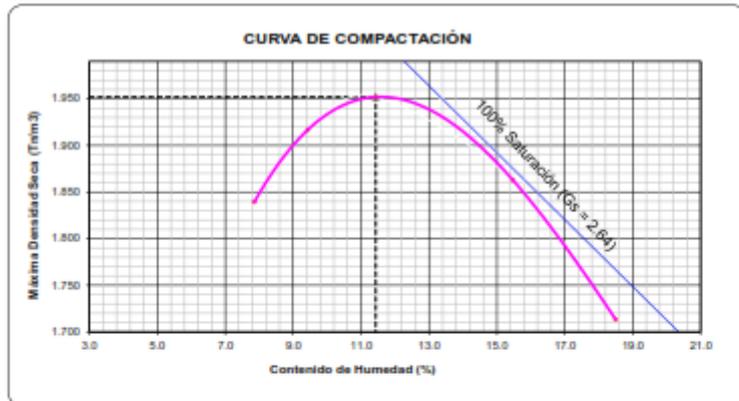
Datos de la Muestra		Subrasante 03	
CLASIFICACION		% Ret. N°4 =	5.89 %
SUCS:	SC	% Ret. 3/8" =	2.84 %
AASTHO:	A-6 (D)	% Ret. 3/4" =	1.10 %

Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	5878	5985	6059	6036	5922
Peso del Molde	gr.	4000	4000	4000	4000	4000
Peso de la Muestra Compacta	gr.	1878	1985	2059	2036	1922
Densidad Humedad	gr/cc.	1.96	2.10	2.16	2.15	2.03
Densidad Seca	gr/cc.	1.84	1.92	1.95	1.86	1.71

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	391.62	380.06	386.72	400.76	416.75
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	363.09	347.33	347.05	347.05	351.70
Peso del Agua	gr.	28.53	32.73	39.67	53.71	65.05
Peso del Suelo Seco	gr.	363.09	347.33	347.05	347.05	351.70
Contenido de Humedad	%	7.86	9.42	11.43	15.48	18.50
Contenido de Humedad Promedio	%	7.86	9.42	11.43	15.48	18.50

DENSIDAD MAXIMA = 1.952 T/m³ HUMEDAD OPTIMA = 11.43 %



"Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles"
 (Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión)
ASTM D4718 / D4718M - 15

Gravedad específica seca de sobre dimensión	2.04
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)	1.10 %
% Fracción fina (Pf)	98.9 %
Contenido de Humedad de la Grava	2.34 %
Densidad Máxima Seca corregida	1.96 g/cm ³
Contenido Humedad Óptimo corregido	11.33 %

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021"

	LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".		
UBICACIÓN:	CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.	FECHA:	CUSCO, FEBRERO DE 2022.
SOLICITANTE:	QUIFFE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELAZQUEZ, M	MUESTRA:	Subrasante (B)

CALICATA: C-08	Clasificación de Suelos	Límites de Aamerberg
Máxima Densidad Seca:	SUCS: SC	Límite Líquido: 27%
Humedad Óptima:	AASTHO: A-6 (0)	Límite Plástico: 16%
		Índice de Plasticidad: 11%
Otros Datos		
Método de Compactación:	NTP 339.141 (Proctor Modificado)	Preparación Especial: Ninguna
Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm):	1.10%	Condición de la Muestra: Remojada

DATOS DE COMPACTACION	Molde 7		Molde 8		Molde 9	
	56 GOLFES	25 GOLFES	10 GOLFES			
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	13,216.00	11,692.00	11,025.00			
Peso del Molde (gr)	8,541.00	7,532.00	7,464.00			
Volumen(cm3)	2,147.07	2,143.41	2,153.55			
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,675.00	4,160.00	3,561.00			
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.18	1.94	1.65			
Densidad Seca (gr/cm3)	1.96	1.75	1.49			



DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD			Molde 7		Molde 8		Molde 9	
Humedad después de compactación			11.33%	11.05%	10.93%			
DATOS DE ABSORCION			Molde 7		Molde 8		Molde 9	
Peso M-M C. después de Inmersión (gr)			18,245.00	16,872.00	16,329.00			
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)			17,756.00	16,232.00	15,565.00			
Porcentaje de Absorción			5.31%	7.36%	9.43%			

ENSAYO DE EXPANSION			Molde 7		Molde 8		Molde 9	
Cte. Dial Expansión			0.001	56 GOLFES	25 GOLFES	10 GOLFES		
Pesos de sobrecarga (kg)			4.54	4.54	4.54			
Fecha	Hora	Tiempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
07/02/22	09:30:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
08/02/22	09:30:00	24 horas	2.34	0.002	0.05%	3.12	0.003	0.07%
09/02/22	09:30:00	48 horas	3.59	0.004	0.08%	4.84	0.005	0.10%
10/02/22	09:30:00	72 horas	4.33	0.004	0.09%	5.49	0.005	0.12%
11/02/22	09:30:00	96 horas	5.14	0.005	0.11%	6.97	0.007	0.15%

ENSAYO DE PENETRACION			Molde 7		Molde 8		Molde 9	
Velocidad			1.27	mm/min	56 GOLFES	25 GOLFES	10 GOLFES	
Área Pistón			3.0	Pulg. Cuadradas	4.54	4.54	4.54	
Tiempo	Penetración		Carga			Esfuerzo		
	(mm)	(pulg)	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI
0.5 min	0.64	0.025	0.44	99	33	0.23	52	17
1.0 min	1.27	0.050	0.81	182	61	0.46	103	34
1.5 min	1.91	0.075	1.10	247	82	0.67	151	50
2.0 min	2.54	0.100	1.30	292	97	0.82	184	61
4.0 min	5.08	0.200	1.74	391	130	1.11	250	83
6.0 min	7.62	0.300	2.04	459	153	1.29	290	97
8.0 min	10.16	0.400	2.31	519	173	1.42	319	106
10.0 min	12.70	0.500	2.57	578	193	1.55	348	116

Ing. Emiliano Alvarez Escobar
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN OBRAS DE OBRAS Y OBRAS TERRESTRES

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".

	LABORATORIO GEOTÉCNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO:	"ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".	
UBICACIÓN:	CUSCO - CANCHIS - SAN PABLO.	FECHA:	CUSCO, FEBRERO DE 2022.
SOLICITANTE:	QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ	MUESTRA:	Subrasante 03
		CALCATA:	C-03

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

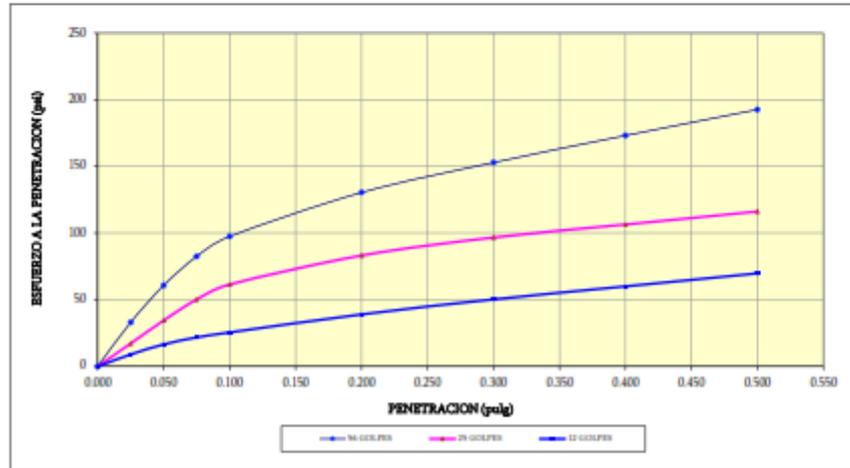
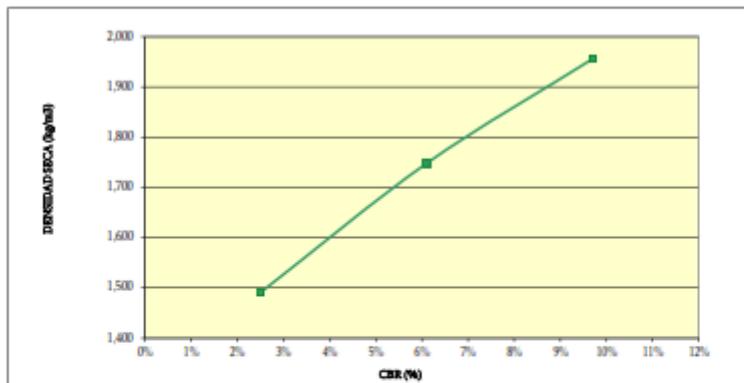


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.96
HUMEDAD OPTIMA (%)	11.33%

CBR AL 95% DE MDS -	8.1%
CBR AL 100% DE MDS -	9.7%

	% EXPANSION	% ABSOR.
56 GOLPES	0.11%	5.31%
25 GOLPES	0.15%	7.36%
12 GOLPES	0.17%	9.43%

VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION	
CBR(0.1") / CBR (0.2") =	1.11
OBSERVACION:	CONFORME

OBSERVACIONES: Material muestreado in situ.

ANEXOS

ANEXO 2: ENSAYOS DE LABORATORIO (PANEL FOTOGRAFICO)


Ing. Emiliano Alvarez Escobar
ING. CIVIL ESPECIALIDAD
EN GEOTECNIA Y OBRAS TERRESTRES
Nº 184003

CALICATA 01.



CALICATA 02.



Ing. Emiliano Alvarez Escobar
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

Ensayo en suelo con los adicionales de 10%, 15% y 20% en la calicata C-02 critico



PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS:

MUESTRA DOSIFICADA (SUBRASANTE C-02 + 10% DE CENIZA)

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557						
PROYECTO	"ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".					
UBICACIÓN	CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.					
SOLICITA	QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON					
FECHA	CUSCO, FEBRERO DE 2022.					
Datos del Ensayo						
Metodo= A						
Número de Capas= 5						
Número de Golpes= 25						
Peso del Martillo(Manual)= 4.54 Kg						
Altura de Caída del Martillo= 45.72 cm						
Datos de la Muestra Subrasante 02 + 10% de Ceniza.						
CLASIFICACION						
SUCS:				% Ret. N°4 =	%	
AASTHO:				% Ret. 3/8" =	%	
				% Ret. 3/4" =	%	
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	5665	5763	5898	5901	5792
Peso del Molde	gr.	4000	4000	4000	4000	4000
Peso de la Muestra Compacta	gr.	1665	1763	1898	1901	1792
Densidad Humedad	gr/cc.	1.76	1.86	2.00	2.01	1.89
Densidad Seca	gr/cc.	1.57	1.65	1.72	1.70	1.56
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	393.43	418.24	432.07	454.53	476.92
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	352.09	369.56	370.70	383.79	395.33
Peso del Agua	gr.	41.34	48.68	61.37	70.74	83.99
Peso del Suelo Seco	gr.	352.09	369.56	370.70	383.79	395.33
Contenido de Humedad	%	11.74	13.17	16.56	18.43	21.14
Contenido de Humedad Promedio	%	11.74	13.17	16.56	18.43	21.14
DENSIDAD MAXIMA =		1.720 Tn/m ³		HUMEDAD OPTIMA = 16.56 %		
CURVA DE COMPACTACIÓN						
"Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles" (Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión) ASTM D4718 / D4718M - 15						
Gravedad específica seca de sobre dimensión	2.48					
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)	0.00 %					
% Fracción fina (Pf)	100 %					
Contenido de Humedad de la Grava	0.00 %					
Densidad Máxima Seca corregida	1.72 g/cm³					
Contenido Humedad Óptimo corregido	16.56 %					
OBSERVACIONES: ... Material dosificado en laboratorio, conformado por subrasante de la C-02 con 10% de ceniza						

Ing. **Emiliano Alvarez Escalante**
ING. CIVIL - ESPECIALISTA
EN OBRAS DE VÍAS TERRESTRES
C.O.P.T. Nº 184003
CP. Mz. B.

Cusco: Urb. Tito- Calle Perú X-13-Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, RPC: 987252150, RPM # 959646490, Cel. 987252150
Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro- Vivienda de los Trabajadores del M.T.C. Mza. B, lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021

	LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC		
	<i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i>		
	<i>ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)</i>		
PROYECTO:	"ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".		
UBICACIÓN:	CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.	FECHA:	CUSCO, FEBRERO DE 2022.
SOLICITANTE:	GRUPO CHOCOR, HUAN CARLOS - APAZA VELAZQUEZ, M	MUESTRA:	Subrasante 02 + 10% de Ceniza.

CALIGATA: C-02 + 10% de Ceniza.	Clasificación de Suelos		Límites de Atterberg
Máxima Densidad Seca: 1.72 g/cm ³	SUCS:	Límite Líquido:	
Humedad Óptima: 16.56 %	AASHTO:	Límite Plástico:	
	Otros Datos		Índice de Plasticidad:
Método de Compactación: NTP 339.141 (Proctor Modificado)	Preparación Especial: Ninguna		
Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm): 0.00%	Condición de la Muestra: Remojada		

DATOS DE COMPACTACION	Moide 8		Moide 5		Moide 2	
	8	5	8	5	8	5
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	56 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	25 GOLPES	56 GOLPES	25 GOLPES
Peso del Molde (gr)	11,818.00	12,408.00	7,532.00	8,336.00	7,532.00	8,371.00
Volumen(cm3)	2,143.41	2,148.90	2,143.41	2,148.90	2,143.41	2,148.05
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,286.00	4,072.00	4,286.00	4,072.00	4,286.00	3,824.00
Densidad Humeda (gr/cm3)	2.00	1.89	2.00	1.89	2.00	1.78
Densidad Seca (gr/cm3)	1.72	1.63	1.72	1.63	1.72	1.53
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	Moide 8	Moide 5	Moide 8	Moide 5	Moide 8	Moide 2
Humedad después de compactación	16.52%	16.51%	16.52%	16.51%	16.52%	16.48%
DATOS DE ABSORCION	Moide 8	Moide 5	Moide 8	Moide 5	Moide 8	Moide 2
Peso M-M.C. después de Inmersión (gr)	18,391.00	17,889.00	18,391.00	17,889.00	18,391.00	19,054.00
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	17,563.00	16,948.00	17,563.00	16,948.00	17,563.00	17,889.00
Porcentaje de Absorción	8.25%	10.93%	8.25%	10.93%	8.25%	12.24%



ENSAYO DE EXPANSION		Moide 8		Moide 5		Moide 2					
Fecha	Hora	Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
21/02/22	9:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
22/02/22	9:00	24 horas	2.23	0.002	0.05%	3.03	0.003	0.07%	4.17	0.004	0.09%
23/02/22	9:00	48 horas	3.24	0.003	0.07%	4.89	0.005	0.11%	5.71	0.006	0.12%
24/02/22	9:00	72 horas	4.97	0.005	0.11%	5.62	0.006	0.12%	7.06	0.007	0.15%
25/02/22	9:00	96 horas	5.73	0.006	0.12%	6.04	0.006	0.13%	8.57	0.009	0.19%

ENSAYO DE PENETRACION		Moide 8		Moide 5		Moide 2					
Velocidad	1.27 mm/min	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES					
Area Pistón	3.0 Pulg. Cuadradas	4.54		4.54		4.54					
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzo		Carga		ESFUER.		
	(mm)	(pulg)	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI
0.5 min	0.64	0.025	0.62	139	46	0.49	110	37	0.39	88	29
1.0 min	1.27	0.050	1.24	279	93	0.93	209	70	0.69	155	52
1.5 min	1.91	0.075	1.73	389	130	1.27	286	95	0.88	198	66
2.0 min	2.54	0.100	2.12	477	159	1.51	339	113	1.01	227	76
4.0 min	5.08	0.200	3.13	704	235	2.21	497	166	1.33	299	100
6.0 min	7.62	0.300	3.82	859	286	2.62	589	196	1.52	342	114
8.0 min	10.16	0.400	4.37	982	327	2.96	665	222	1.61	362	121
10.0 min	12.70	0.500	4.71	1059	353	3.16	710	237	1.72	387	129

Ing. Smilano Alvarez Escalante
ING. CIVIL - ESPECIALIDAD EN VÍAS TERRESTRES
CIP. Nº 184003

PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021

	LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".		
UBICACIÓN: CUSCO - CANCHIS - SAN PABLO.	FECHA: CUSCO, FEBRERO DE 2022.	MUESTRA: Subrasante 02 + 10% de Ceniza.	
SOLICITANTE: QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, JUAN CARLOS	ALICATA: C-02 + 10% de Ceniza.		

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

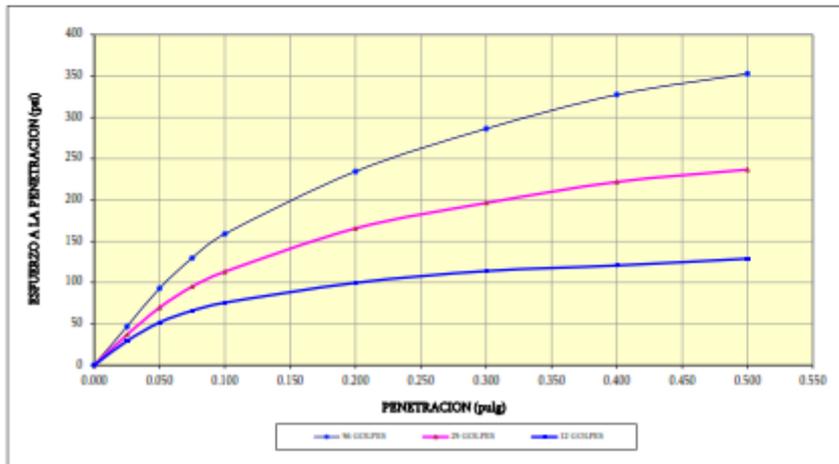
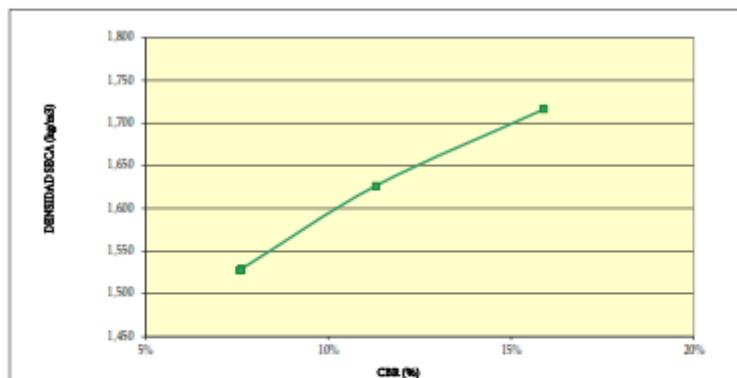


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.72
HUMEDAD OPTIMA (%)	16.56%

CBR AL 95% DE MDS =	11.9%
CBR AL 100% DE MDS =	15.9%

	% EXPANSION	% ABSOR.
56 GOLPES	0.12%	8.25%
25 GOLPES	0.13%	10.93%
12 GOLPES	0.19%	12.24%

CORRELACION DE RESULTADOS RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	1.02
OBSERVACION	CONFORME

OBSERVACIONES: Material dosificado en laboratorio, conformado por subrasante de la C-02 con 10% de ceniza.

PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021.

MUESTRA DOSIFICADA (SUBRASANTE C-02 + 15% DE CENIZA)

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557						
PROYECTO	: ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021.					
UBICACIÓN	: CUSCO - CANCHIS - SAN PABLO.					
SOLICITA	: QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON					
FECHA	: CUSCO, FEBRERO DE 2022.					
Datos del Ensayo						
Metodo= A						
Número de Capas= 5						
Número de Golpes= 25						
Peso del Martillo(Manual)= 4.54 Kg						
Altura de Caída del Martillo= 45.72 cm						
Datos de la Muestra			Subrasante 02 + 15% de Ceniza.			
CLASIFICACION			% Ret. N°4 = %			
SUCS:			% Ret. 3/8" = %			
AASTHO:			% Ret. 3/4" = %			
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	5621	5767	5878	5838	5729
Peso del Molde	gr.	4000	4000	4000	4000	4000
Peso de la Muestra Compacta	gr.	1621	1767	1878	1838	1729
Densidad Humedad	gr/cc.	1.71	1.87	1.95	1.94	1.83
Densidad Seca	gr/cc.	1.52	1.82	1.68	1.61	1.50
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tamo	No	1	2	3	4	5
Peso del Tamo	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	395.52	416.65	440.19	464.76	482.12
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	350.85	362.47	373.38	386.21	396.05
Peso del Agua	gr.	44.67	54.18	66.81	78.55	86.07
Peso del Suelo Seco	gr.	350.85	362.47	373.38	386.21	396.05
Contenido de Humedad	%	12.73	14.95	17.89	20.34	21.73
Contenido de Humedad Promedio	%	12.73	14.95	17.89	20.34	21.73
DENSIDAD MAXIMA =		1.683 Tn/m ³		HUMEDAD OPTIMA =		17.89 %
CURVA DE COMPACTACIÓN						
"Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles" (Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión) ASTM D4718 / D4718M - 15						
Gravedad específica seca de sobre dimensión		2.46				
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)		0.00 %				
% Fracción fina (Pf)		100 %				
Contenido de Humedad de la Grava		0.00 %				
Densidad Máxima Seca corregida		1.68 g/cm ³				
Contenido Humedad Óptimo corregido		17.89 %				
OBSERVACIONES: ... Material dosificado en laboratorio, conformado por subrasante de la C-02 con 15% de ceniza						

Ing. **Emiliano Alvarez Escalante**
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 CIP N° 184003
 5

	LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC		
	Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
PROYECTO:	"ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".		
UBICACIÓN:	CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.	FECHA:	CUSCO, FEBRERO DE 2022.
SOLICITANTE:	GRUPO CHOCOR, JUAN CARLOS - APAZA VILLARQUEZ, N	MUESTRA:	Subrasante 02 + 15% de Ceniza.

CALICATA: C-02 + 15% de Ceniza.	Clasificación de Suelos	Límites de Atterberg
Maxima Densidad Seca: 1.68 g/cm ³	SUCS:	Límite Líquido:
Humedad Óptima: 17.89 %	AASTHO:	Límite Plástico:
	Otros Datos	Índice de Plasticidad:
Método de Compactación: NTP 339.141 (Proctor Modificado)	Preparación Especial:	Ninguna
Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm): 0.00%	Condición de la Muestra:	Remojada

DATOS DE COMPACTACION	Molde 9		Molde 2		Molde 4	
	9	9	2	2	4	4
56 GOLPES	25 GOLPES		10 GOLPES			
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	11,734.00	12,385.00	8,302.00	8,302.00	12,093.00	
Peso del Molde (gr)	7,464.00	8,371.00	8,302.00	8,302.00	8,302.00	
Volumen(cm ³)	2,153.55	2,148.05	2,139.62	2,139.62	2,139.62	
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,270.00	4,014.00	3,791.00	3,791.00	3,791.00	
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.98	1.87	1.77	1.77	1.77	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.68	1.59	1.50	1.50	1.50	

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD		Molde 9		Molde 2		Molde 4	
		9	9	2	2	4	4
Humedad despues de compactacion		17.86%	17.81%	17.77%	17.77%	17.77%	17.77%

DATOS DE ABSORCION		Molde 9		Molde 2		Molde 4	
		9	9	2	2	4	4
Peso M+M.C. despues de Inmersión (gr)		18,148.00	17,676.00	19,066.00	19,066.00	19,066.00	19,066.00
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)		17,468.00	16,925.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00	18,000.00
Porcentaje de Absorción		6.80%	8.78%	10.99%	10.99%	10.99%	10.99%

ENSAYO DE EXPANSION		Molde 9		Molde 2		Molde 4	
		9	9	2	2	4	4
Cte. Dial Expansión		0.001	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	10 GOLPES	10 GOLPES
Pesos de sobrecarga (kg)		5.734	4.54	4.54	5.907	5.907	5.907

Fecha	Hora	Tiempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
21/02/22	9:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
22/02/22	9:00	24 horas	1.95	0.002	0.04%	2.94	0.003	0.06%	3.86	0.004	0.08%
23/02/22	9:00	48 horas	2.53	0.003	0.05%	3.08	0.003	0.07%	5.05	0.005	0.11%
24/02/22	9:00	72 horas	4.15	0.004	0.09%	4.91	0.005	0.11%	6.46	0.006	0.14%
25/02/22	9:00	96 horas	5.20	0.005	0.11%	5.72	0.006	0.12%	7.48	0.007	0.16%

ENSAYO DE PENETRACION		Molde 9		Molde 2		Molde 4					
		9	9	2	2	4	4				
Velocidad		1.27 mm/min	56 GOLPES	25 GOLPES	10 GOLPES	10 GOLPES	10 GOLPES				
Area Pistón		3.0 Pulg. Cuadradas	4.54	4.54	4.54	4.54	4.54				
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzo		Carga		ESFUER.		
	(mm)	(pulg)	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI
0.5 min	0.64	0.025	0.90	202	67	0.61	137	46	0.36	81	27
1.0 min	1.27	0.050	1.75	393	131	1.19	268	89	0.67	151	50
1.5 min	1.91	0.075	2.52	567	189	1.62	364	121	0.85	191	64
2.0 min	2.54	0.100	3.09	695	232	1.93	434	145	0.91	205	68
4.0 min	5.08	0.200	4.72	1061	354	2.81	632	211	1.11	250	83
6.0 min	7.62	0.300	5.78	1299	433	3.39	762	254	1.32	297	99
8.0 min	10.16	0.400	6.64	1493	498	3.89	875	292	1.49	335	112
10.0 min	12.70	0.500	7.41	1666	555	4.35	978	326	1.65	371	124

PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021

	LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO:	"ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".	
UBICACIÓN:	CUSCO - CANCHIS - SAN PABLO.	FECHA:	CUSCO, FEBRERO DE 2022.
SOLICITANTE:	QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ	MUESTRA:	Subrasante 02 + 15% de Ceniza.
		CALICATA:	C-02 + 15% de Ceniza.

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

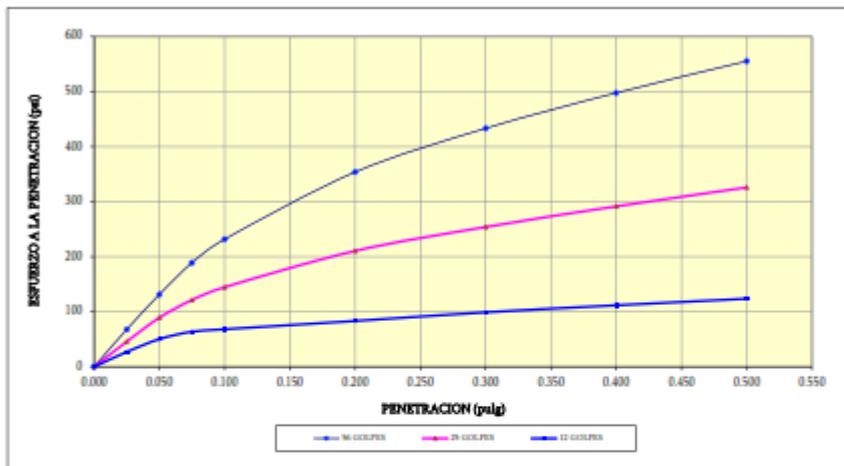
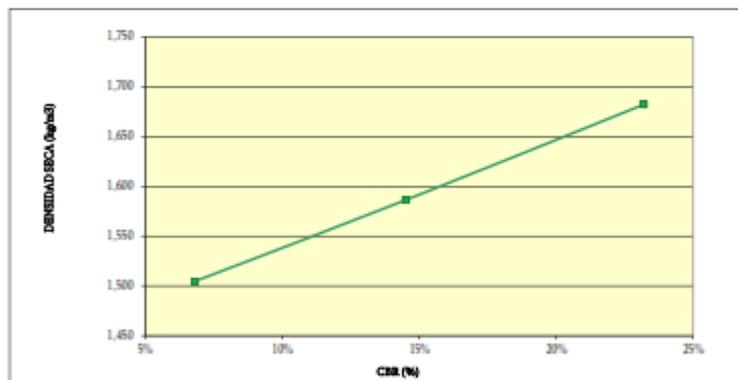


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA(kg/m3)	1.68
HUMEDAD OPTIMA (%)	17.89%

CBR AL 95% DE MDS =	15.5%
CBR AL 100% DE MDS =	23.2%

	% EXPANSION	% ABSOR.
56 GOLPES	0.11%	6.80%
25 GOLPES	0.12%	8.78%
12 GOLPES	0.16%	10.99%

VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION:	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	0.98

OBSERVACION: **CONFORME**

OBSERVACIONES: Material dosificado en laboratorio, conformado por subrasante de la C-02 con 15% de ceniza.

MUESTRA DOSIFICADA (SUBRASANTE C-02 + 20% DE CENIZA)

COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) MTC E 115 - NTP 339.141 - ASTM D 1557						
PROYECTO	: ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021.					
UBICACIÓN	: CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.					
SOLICITA	: QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ, MILTON					
FECHA	: CUSCO, FEBRERO DE 2022.					
Datos del Ensayo Metodo= A Número de Capas= 5 Numero de Golpes= 25 Peso del Martillo(Manua)= 4.54 Kg Altura de Caída del Martillo= 45.72 cm			Datos de la Muestra Subrasante 02 + 20% de Ceniza CLASIFICACION SUCS: AASTHO:			
			% Ref. N°4 = % % Ref. 3/8" = % % Ref. 3/4" = %			
Determinación	No	1	2	3	4	5
Peso del Molde y Muestra	gr.	5592	5795	5835	5792	5701
Peso del Molde	gr.	4000	4000	4000	4000	4000
Peso de la Muestra Compacta	gr.	1592	1795	1835	1792	1701
Densidad Humedad	gr/cc.	1.68	1.85	1.94	1.89	1.80
Densidad Seca	gr/cc.	1.46	1.58	1.62	1.56	1.47
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tarro	No	1	2	3	4	5
Peso del Tarro	gr.	0	0	0	0	0
Peso del T. + Suelo Humedo	gr.	407.11	429.60	451.78	464.12	478.91
Peso del T. + Suelo Seco	gr.	352.65	365.82	378.50	382.72	391.58
Peso del Agua	gr.	54.46	63.78	73.28	81.40	87.33
Peso del Suelo Seco	gr.	352.65	365.82	378.50	382.72	391.58
Contenido de Humedad	%	15.44	17.43	19.36	21.27	22.30
Contenido de Humedad Promedio	%	15.44	17.43	19.36	21.27	22.30
DENSIDAD MAXIMA =		1.624 Tn/m³		HUMEDAD OPTIMA =		19.36 %
CURVA DE COMPACTACIÓN 						
"Standard Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Oversize Particles" (Corrección de humedad y densidad por material de sobre dimensión) ASTM D4718 / D4718M - 15						
Gravedad específica seca de sobre dimensión						2.43
% Fracción de Sobre dimensión (Pc)						0.00 %
% Fracción fina (Pf)						100 %
Contenido de Humedad de la Grava						0.00 %
Densidad Máxima Seca corregida						1.62 g/cm ³
Contenido Humedad Optimo corregido						19.36 %
OBSERVACIONES:	Material dosificado en laboratorio, conformado por subrasante de la C-02 con 20% de ceniza					

UNITEST - UNIVERSAL TESTING
LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES

PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021"

	LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC <i>Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California)</i> ASTM-D 1883 (2016), NTP 339.145-1999, MTC E 132 (2016)		
	PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".		
	TUBICACIÓN: CUSCO - CANCHIS - SAN PABLO.	FECHA: CUSCO, FEBRERO DE 2022.	
SOLICITANTE: EMPRESA CROQUIS, BUENOS AIRES - AV. PATA YELLAGUZZO, N.	MUESTRA: Subrasante 02 + 20% de Ceniza.		

CALICATA: C-02 + 20% de Ceniza.	Clasificación de Suelos		Límites de Atterberg	
Máxima Densidad Seca: 1.62 g/cm ³	SUCS:	Límite Líquido:		
Humedad Óptima: 19.36 %	AASTHO:	Límite Plástico:		
	Otros Datos	Índice de Plasticidad:		
Método de Compactación: NTP 339.141 (Proctor Modificado)		Preparación Especial: Ninguna		
Retenido Tamiz Nº 3/4 (19 mm): 0.00%		Condición de la Muestra: Remojada		

DATOS DE COMPACTACION	Molde	10	Molde	5	Molde	7
	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES	
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	12,712.00		12,268.00		12,304.00	
Peso del Molde (gr)	8,548.00		8,336.00		8,541.00	
Volumen(cm ³)	2,152.70		2,148.90		2,147.07	
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,164.00		3,932.00		3,763.00	
Densidad Humeda (gr/cm ³)	1.93		1.83		1.75	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.62		1.53		1.47	
DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	Molde	10	Molde	5	Molde	7
Humedad después de compactación	19.34%		19.30%		18.98%	
DATOS DE ABSORCION	Molde	10	Molde	5	Molde	7
Peso M+M C. después de Inmersión (gr)	18,927.00		17,385.00		18,873.00	
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	18,412.00		16,808.00		17,975.00	
Porcentaje de Absorción	5.22%		6.81%		9.52%	



ENSAYO DE EXPANSION		Molde	10	Molde	5	Molde	7				
Coef. Dial Expansión	0.001	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES					
Pesos de sobrecarga (kg)		5.7		4.54		5.67					
Fecha	Hora	Tiempo Trans.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
21/02/22	9:00	00 horas	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%	0.00	0.000	0.00%
22/02/22	9:00	24 horas	1.63	0.002	0.04%	2.88	0.003	0.06%	3.67	0.004	0.08%
23/02/22	9:00	48 horas	2.49	0.002	0.05%	3.86	0.004	0.08%	4.94	0.005	0.11%
24/02/22	9:00	72 horas	3.07	0.003	0.07%	4.42	0.004	0.10%	5.11	0.005	0.11%
25/02/22	9:00	96 horas	4.30	0.004	0.09%	5.12	0.005	0.11%	6.31	0.006	0.14%

ENSAYO DE PENETRACION		Molde	10	Molde	5	Molde	7				
Velocidad	1.27 mm/min	56 GOLPES		25 GOLPES		10 GOLPES					
Área Fijación	3.0 Pulg. Cuadradas	4.54		4.54		4.54					
Tiempo	Penetración		Carga		Esfuerzo		Esfuerzo		Carga		ESFUER.
	(mm)	(pulg)	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI	KN	Lbf	PSI
0.5 min	0.64	0.025	0.64	144	48	0.45	101	34	0.31	70	23
1.0 min	1.27	0.050	1.02	229	76	0.75	169	56	0.50	112	37
1.5 min	1.91	0.075	1.36	306	102	0.94	211	70	0.67	151	50
2.0 min	2.54	0.100	1.65	371	124	1.15	259	86	0.80	180	60
4.0 min	5.08	0.200	2.79	627	209	1.85	416	139	1.27	286	95
6.0 min	7.62	0.300	3.80	854	285	2.50	562	187	1.57	353	118
8.0 min	10.16	0.400	4.72	1061	354	3.11	699	233	1.82	409	136
10.0 min	12.70	0.500	5.55	1248	416	3.61	812	271	2.15	483	161

Ing. *Emiliana Alvarez Escalante*
 INGENIERA ESPECIALISTA EN VÍAS TERRESTRES
 CIP Nº 184003

Cusco: Urb. Tito - Calle Perú X-13-Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, RPC: 987252150, RPM # 939640490, Cel. 987252150
 Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Asoc. Pro-Vivienda de los Trabajadores del M.T.C. Mza. "A", lote 2.
www.unitestecru.com, unitestecru@hotmail.com, unitestecru2@gmail.com

PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021

	LABORATORIO GEOTECNICO AUTOMATIZADO - UNIVERSAL TESTING SAC Ensayo de CBR (Relativa de Soporte de California) ASTM-D 1883 (2016), NTP 399.145-1999, MTC E 132 (2016)	
	PROYECTO: "ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021".	
UBICACIÓN: CUSCO- CANCHIS- SAN PABLO.	FECHA: CUSCO, FERRERO DE 2022.	
SOLICITANTE: QUISPE CHOQUE, JUAN CARLOS - APAZA VELASQUEZ	MUESTRA: Subrasante 02 + 20% de Ceniza.	
	CALIGATA: C-02 + 20% de Ceniza.	

GRAFICO ESFUERZO (PSI) VS PENETRACION(IN)

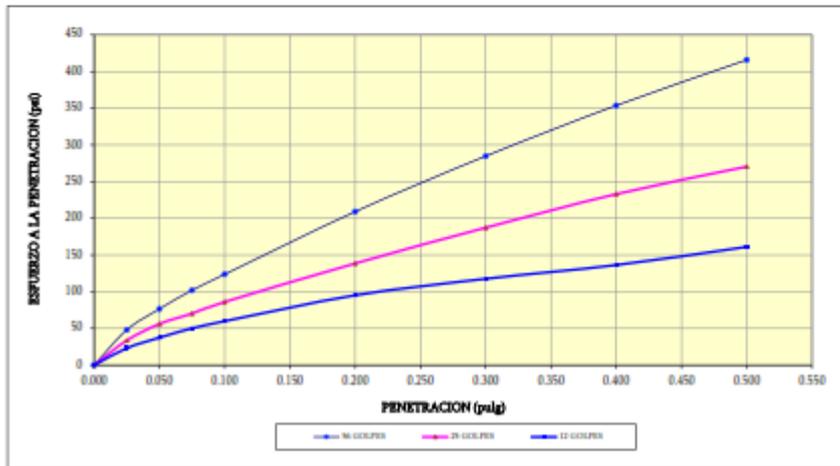
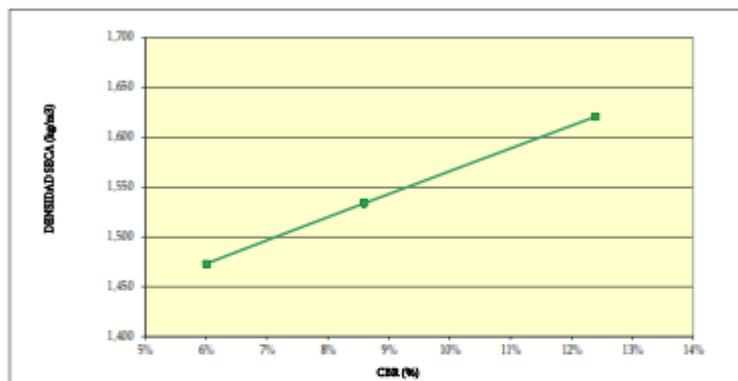


GRAFICO DENSIDAD SECA VS CBR



RESULTADOS:

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m3)	1.62
HUMEDAD OPTIMA (%)	19.36%

CBR AL 95% DE MDS -	8.9%
CBR AL 100% DE MDS -	12.4%

	% EXPANSION	% ABSOR
56 GOLPES	0.09%	5.22%
25 GOLPES	0.11%	6.81%
12 GOLPES	0.14%	9.52%

VERIFICACION DE RESULTADOS RELACION	
CBR (0.1") / CBR (0.2") =	0.89

OBSERVACION: **CONFORME**

OBSERVACIONES: Material dosificado en laboratorio, conformado por subrasante de la C-02 con 20% de ceniza.

RESUMEN DE LOS RESULTADOS

	Subrasante C-02	Subrasante C-02 +10% de Ceniza	Subrasante C-02 +15% de Ceniza	Subrasante C-02 +20% de Ceniza
DMS (g/cm ³)	1.75	1.72	1.68	1.62
Humedad Optima (%)	15.11	16.56	17.89	19.36
CBR 95%	3.75	11.89	15.50	8.88
CBR 100%	4.60	15.90	23.20	12.40

*DMS (Densidad Máxima Seca).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados podemos indicar lo siguiente:

- Cuando se incrementa 10% y 15% de ceniza, el CBR también se incrementa.
- Cuando se incrementa 20% de ceniza, el CBR disminuye considerablemente.
- La densidad disminuye con el aumento de ceniza.
- La Humedad optima se incrementa con el aumento de ceniza.

Se recomienda no exceder del 15% de ceniza.



Ing. Emiliana Alvarez Escalante
ING. CIVIL ESPECIALISTA
C.O.P.E.C. N° 184003

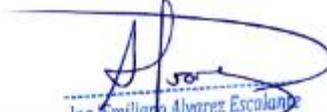
PANEL FOTOGRÁFICO




 Ing. Scyllara Alvarez Escobedo
 INGENIERA EN VÍAS TERRESTRES
 CIP N° 184003

PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CÁSCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBSISTANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHAKA, CUSCO 2021




Ing. Emilio Alvarez Escalante
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 ESPECIALIDAD VÍAS TERRESTRES
 CIP N° 184003

Cusco: Urb. Ttio- Calle Perú X-13-Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, RPC: 987252150, RPM # 959646496, Cel. 973063000, Fax: 973063000
 Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro- Vivienda de los Trabajadores del M.T.C. Mza. 8, lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

Anexo 9. Certificado de calibración del equipo



PROYECTO: ADICIÓN DE LLENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALDO DE MAÍZ PARA MEDIR LA SOBRESANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021.



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 03128 - 2021

PROFORMA : 1491A Fecha de emisión : 2021-04-08
SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
Dirección : CAL.PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
Tipo : ELECTRÓNICA
Marca : OHAUS
Modelo : PAJ4102
N° de Serie : B451405168
Capacidad Máxima : 4100 g
Resolución : 0,01 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : CHINA
N° de Parte : No Indica
Identificación : No Indica
Ubicación : LABORATORIO
Variación de ΔT Local : 2 °C
Fecha de Calibración : 2021-03-24

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISONEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CIP: 0316

PGC-16-r09/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Jr. Condesa de Lemos N°117
San Miguel, Lima

(01) 262 9536
(51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
www.testcontrol.com.pe

Cusco: Urb. Ttio- Calle Perú X-13-Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, RPC: 987252150, RPM # 959646490, Cel. 987252150
Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro- Vivienda de los Trabajadores del M.T.C. Mza. A, lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu7@gmail.com

Ing. Similán Alvaréz Escalante
ING. CIVIL ESPECIALIZADO EN
OP. DE OBRAS DE VÍAS TERRESTRES
CIP N° 184003

14



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
 EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
 INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 016



CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 03129 - 2021

PROFORMA : 1491A Fecha de emisión : 2021-03-29

SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
 Dirección : CAL. PERU MZA. X LOTE. 13 URB. TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Marca : JR
 Modelo : GR-30
 N° de Serie : No Indica
 Capacidad Máxima : 30 kg
 Resolución : 0,001 kg
 División de Verificación : 0,01 kg
 Clase de Exactitud : III
 Capacidad Mínima : 0,2 kg
 Procedencia : No Indica
 Identificación : No Indica
 Ubicación : Laboratorio
 Variación de AT Local : 5 °C
 Fecha de Calibración : 2021-03-25

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

LUGAR DE CALIBRACIÓN
 Instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN
 La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático Clase III y III". Primera Edición - Mayo 2019. DM - INACAL.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP: 0316



J. Condessa de Lemos N°117
 San Miguel, Lima

(01) 262 9536
 (51) 988 901 065

informes@testcontrol.com.pe
 www.testcontrol.com.pe

Ing. **Emiliano Alvarez Escobar**
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 CIP N° 184003



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
TC-03133-2021

PROFORMA : 149IAC1 Fecha de emisión : 2021-04-07 Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.
 DIRECCIÓN : Cal. Peru Mza. X Lote. 13 Urb. Tño Cusco-Cusco-Wanchaq

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRESA HIDRAULICA
 Marca : MATEST Capacidad Máxima : 90 kN / 5096.6 kgf
 Modelo : S25P106 División de Escala, d : 0.001 kN / 0,1 kgf
 N° Serie : S25P106/AZ/0001 Procedencia : Italia
 Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : LABORATORIO
 Indicación : kN

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.
 La calibración se realizó el día 24 de marzo del 2021 en las instalaciones de UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C.

4. MÉTODO.
 La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. TRAZABILIDAD.

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del IM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-043-2020

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	12,3 °C	12,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	49,0 %	49,0 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
 La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.
 Verificar la instalación de cero del instrumento antes de cada medición.

Lic. Nicolás Ramos Paucar
 Gerente Técnico
 CFP 0316



Jr. Condesa de Lemos N°117 (01) 262 9536 inform@testcontrol.com.pe
 San Miguel, Lima (51) 988 901 065 www.testcontrol.com.pe

Ing. Guillermo Alvarez Escobar
 ING. CIVIL ESPECIALISTA
 EN OPERACIÓN DE VIAS TERRESTRES
 CFP N° 184003

Cusco: Urb. Tño - Calle Perú X-13-Wanchaq - Cusco, Tlf: (084) 242700, RPC: 987252150, RPM # 959646496, Cel. 987252150
 Quillabamba: General Gamarra N° 450, Quillabamba - Cusco. Abancay: Aso. Pro-Vivienda de los Trabajadores del M.T.C. Mza. "A", lote 8.
www.Unitestperu.com, unitestperu@hotmail.com, unitestperu2@gmail.com

Anexo 10. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

UNITEST S.A.C. UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES.
 ESTUDIOS GEOTECNICOS
 VENTA DE EQUIPOS DE INGENIERIA

Tel: 084-242700 / 987-252150 / 959646496
 E-mail: unitestperu@hotmail.com
 www.unitestperu.com / unitestperu2@gmail.com
 OFICINA PRINCIPAL: URB. TTIO Calle Peru X-13 / WANCHAQ- CUSCO.

Dto	Electivo.
Nº	cot. 028-22
Reg	C/18-22

RECIBO INGRESOS Nº **001042** S/ 1600.00

Recibi del Sr.(a): Arg. Milton Apaza Velasquez En Representación
 de la Empresa: Juan Carlos Quispe Choque

La Suma de: Mil seiscientos con 00/100 Soles

Por Concepto de: estudio de suelos para Afirmado CBR y Proctor
Acta 1600.
Saldo 500.00

Cusco, 28 de Enero del 2022

Apellidos y Nombres: G.A.H. RECIBI CONFORME

UNITEST S.A.C. UNIVERSAL TESTING
 LABORATORIO AUTOMATIZADO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES.
 ESTUDIOS GEOTECNICOS
 VENTA DE EQUIPOS DE INGENIERIA

Tel: 084-242700 / 987-252150 / 959646496
 E-mail: unitestperu@hotmail.com
 www.unitestperu.com / unitestperu2@gmail.com
 OFICINA PRINCIPAL: URB. TTIO Calle Peru X-13 / WANCHAQ- CUSCO.

Dto	Electivo.
Nº	
Reg	C/18-22

RECIBO INGRESOS Nº **001114** S/ 500.00

Recibi del Sr.(a): Milton Apaza Velasquez En Representación
 de la Empresa: Juan Carlos Quispe Choque

La Suma de: Soles

Por Concepto de: 3 Estudios de suelo para afirmado + 3 cbrs y 3 proctors

Cusco, 03 de 03 del 2022

Apellidos y Nombres: A.P.O. RECIBI CONFORME

Factura

UNIVERSAL TESTING SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - UNITEST S.A.C. CAL. PERU URB. TTIO MZA. X LOTE. 13 ALTURA QUINTO PARADERO DE TTIO WANCHAQ - CUSCO - CUSCO		FACTURA ELECTRONICA RUC: 20490872508 E001-2252																						
Fecha de Emisión : 12/03/2022 Señor(es) : APAZA VELASQUEZ MILTON RUC : 10425203512 Establecimiento del Emisor : CAL. PERU - URB. TTIO MZA. X LOTE. 13 ALTURA QUINTO PARADERO DE TTIO CUSCO-CUSCO-WANCHAQ Tipo de Moneda : SOLES Observación : 18-22	Forma de pago : Contado																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Cantidad</th> <th style="text-align: left;">Unidad Medida</th> <th style="text-align: left;">Descripción</th> <th style="text-align: right;">Valor Unitario</th> <th style="text-align: right;">ICBPER</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3.00</td> <td style="text-align: center;">UNIDAD</td> <td>ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA AFIRMADO</td> <td style="text-align: right;">338.9830508474</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3.00</td> <td style="text-align: center;">UNIDAD</td> <td>CBR Y PROCTOR; PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021.</td> <td style="text-align: right;">254.2372881355</td> <td style="text-align: right;">0.00</td> </tr> </tbody> </table>	Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER	3.00	UNIDAD	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA AFIRMADO	338.9830508474	0.00	3.00	UNIDAD	CBR Y PROCTOR; PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021.	254.2372881355	0.00									
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																				
3.00	UNIDAD	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS PARA AFIRMADO	338.9830508474	0.00																				
3.00	UNIDAD	CBR Y PROCTOR; PROYECTO: ADICIÓN DE CENIZA DE CASCARA DE TRIGO Y TALLO DE MAÍZ PARA MEJORAR LA SUBRASANTE, CARRETERA SAN PABLO - CHARA, CUSCO 2021.	254.2372881355	0.00																				
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : S/ 0.00	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="padding: 2px;">Sub Total Ventas :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 1,779.66</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Anticipos :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Descuentos :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Valor Venta :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 1,779.66</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">ISC :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">IGV :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 320.34</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">ICBPER :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Otros Cargos :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Otros Tributos :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Monto de redondeo :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td style="padding: 2px;">Importe Total :</td><td style="text-align: right; padding: 2px;">S/ 2,100.00</td></tr> </table>		Sub Total Ventas :	S/ 1,779.66	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 1,779.66	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 320.34	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 2,100.00
Sub Total Ventas :	S/ 1,779.66																							
Anticipos :	S/ 0.00																							
Descuentos :	S/ 0.00																							
Valor Venta :	S/ 1,779.66																							
ISC :	S/ 0.00																							
IGV :	S/ 320.34																							
ICBPER :	S/ 0.00																							
Otros Cargos :	S/ 0.00																							
Otros Tributos :	S/ 0.00																							
Monto de redondeo :	S/ 0.00																							
Importe Total :	S/ 2,100.00																							
SON: DOS MIL CIEN Y 00/100 SOLES																								
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>																								

Anexo 11. Pantallazo del turnitin

feedback studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?u=1128281929&o=1785224092&s=1&l=es&student_user=1

feedback studio MILTON APAZA VELASQUEZ Adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para mejorar la subrasante, carretera San Pablo - Chara, Cusco 2021

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Adición de ceniza de cascara de trigo y tallo de maíz para mejorar la subrasante, carretera San Pablo - Chara, Cusco 2021
TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
AUTORES:
Apaza Velásquez Milton (ORCID: 0000-0002-6071-3147)
Quispe Choque Juan Carlos (ORCID: 0000-0003-4548-200X)

Resumen de coincidencias
21 %

1	repositorio.ucv.edu.pe	10 %
2	Entregado a Universida...	2 %
3	hdl.handle.net	2 %
4	Entregado a Universida...	1 %
5	tesis.ucsm.edu.pe	1 %
6	library.co	1 %
7	repositorioacademico...	<1 %
8	www.repositorio.upla.e...	<1 %
9	Entregado a Universida...	<1 %

Página: 1 de 43 Número de palabras: 11846 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado