

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Mejoramiento de la subrasante con cenizas de cáscara de arroz en el  
distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Diana Lizbeth Gonzales Perez**

**ASESOR**

**Lucas Ludeña Gutierrez**

<https://orcid.org/0000-0001-7903-3646>

**Chiclayo, 2023**

**Mejoramiento de la subrasante con cenizas de cáscara de arroz en el  
distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas 2021**

PRESENTADA POR

**Diana Lizbeth Gonzales Perez**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR

Joaquín Hernán Rojas Oblitas

PRESIDENTE

Juan Merino Roncero

SECRETARIO

Lucas Ludeña Gutierrez

VOCAL

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	6%
2	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	5%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	2%
4	<a href="https://repositorio.uprit.edu.pe">repositorio.uprit.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="https://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://mtlgeotecniasac.com">mtlgeotecniasac.com</a> Fuente de Internet	1%

---

## Índice

<b>Resumen</b> .....	5
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Introducción</b> .....	7
<b>Revisión de literatura</b> .....	11
<b>Materiales y métodos</b> .....	32
<b>Resultados y Discusión</b> .....	77
<b>Conclusiones</b> .....	88
<b>Recomendaciones</b> .....	90
<b>Referencias</b> .....	91
<b>Anexos</b> .....	92

### **Resumen**

El objetivo general de esta investigación es realizar el mejoramiento de la subrasante con cenizas de cáscaras de arroz en la trocha carrozable cruce Naranjos Alto y Cocaenrique, hasta San Juan de la Libertad en el distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas, donde se evaluará el suelo natural y con la adición de cenizas de cáscaras de arroz, a través de estudios de mecánica de suelos. Proponiendo agregar porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20% y realizar los siguientes ensayos estandarizados de mecánica de suelos: Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR. Dando como resultado en el ensayo de CBR la resistencia al 95% de MDS del suelo natural para las muestras de la calicata N°2 un valor de 9.5%, siendo el nivel de subrasante insuficiente, al adicionar 5%,10%, 15% y 20% de cenizas de cáscaras de arroz los valores resultan 10.4%, 12.8%, 14% y 12.2% respectivamente, la subrasante está en una categoría buena. Para las muestras de la calicata N°4, a suelo natural, su valor es de 4.3%, se encuentra en una categoría de subrasante insuficiente, al agregar 5%,10%, 15% y 20% de cenizas de cáscaras de arroz los valores resultan a 10.5%, 10.7%, 11.5% y 10.6% respectivamente, la subrasante se encuentra en una categoría buena. Finalmente, se evaluará técnica y económicamente la estabilización de los suelos usando las cenizas de cáscaras de arroz a nivel de subrasante, en comparación con el material usado comúnmente.

**Palabras clave:** Subrasante, cenizas, Estabilización, suelos, calicatas.

### **Abstract**

The general objective of this research is to carry out the improvement of the subgrade with rice husk ash on the carriageway crossing Naranjos Alto and Cocaenrique to San Juan de la Libertad in the district of Cajaruro, province of Utcubamba, Department of Amazonas, where the natural soil and the addition of rice husk ashes will be evaluated through soil mechanics studies. Proposing to add percentages of 5%, 10%, 15% and 20% and carry out the following standardized soil mechanics tests: Granulometric Analysis, Atterberg Limits, Modified Proctor and CBR. Giving as a result in the CBR test the resistance to 95% of MDS of the natural soil for the samples of pit No. 2 a value of 9.5%, which is in a category of insufficient subgrade, when adding 5%, 10%, 15% and 20% rice husk ash values are 10.4%, 12.8%, 14% and 12.2% respectively, the subgrade is in a good category. For the samples of pit No. 4, on natural soil, its value is 4.3%, it is in a category of insufficient subgrade, by adding 5%, 10%, 15% and 20% of rice husk ash to the values result in 10.5%, 10.7%, 11.5% and 10.6% respectively, the subgrade is in a good category.

Finally, the stabilization of soils using rice husk ash at the subgrade level will be evaluated technically and economically, in comparison with the material commonly used.

**Keywords:** Subgrade, ashes, Stabilization, carriageway trail, soils, test pits.

## Introducción

Las vías de comunicación terrestre son uno de los pilares fundamentales para el desarrollo de la sociedad porque facilita el acceso de la población a diferentes tipos de servicios como, por ejemplo, el intercambio de mercancías y productos. Debido a esto es muy importante que estas se encuentren en un estado adecuado de serviciabilidad. Con el avance de la ingeniería vial se han presentado nuevas tecnologías para alargar la vida útil de pavimentos y minimizar los daños causados por condiciones climáticas, incremento de carga vehicular desproporcional a la proyección del proyecto, deficiente resistencia de la subrasante, etc.

En proyectos donde los suelos de subrasante no cumplen el requerimiento mínimo de capacidad de soporte se requiere el empleo de diferentes métodos y/o productos para mejorar la resistencia del suelo modificando sus propiedades. Según el Manual de Carreteras, cuando el CBR es  $< 6\%$ , no es apto considerarlo para un proyecto, porque puede tratarse de suelos de mala calidad, es decir, suelos blandos, compresibles, insuficientes e inadecuados. [1]

Para mejorar significativamente las propiedades físicas y mecánicas del suelo, se requiere una estrategia integral de estabilización. Es importante abordar las deficiencias en las estructuras del pavimento o las vías de acceso lo antes posible, ya que pueden volverse muy sensibles y estar sujetas a daños extensos y una disminución perjudicial de la población. Estos problemas se pueden reducir añadiendo aditivos o materiales con buenas propiedades físicas y químicas.

Peculiarmente en los pavimentos, los productos residuales se utilizan como estabilizador del suelo en la construcción de subrasantes y capas de subbase y base. El incorporar de estos materiales en la creación de nuevos productos, es una tendencia que toma más relevancia conforme pasa el tiempo, ya que a partir de estos productos se pueden encontrar otros similares que provienen de materias primas industriales y que además son amigables con el ambiente.

Sin embargo, hoy en día existen diversas investigaciones sobre la aplicación de las cenizas de cáscaras de arroz en soluciones de pavimentación, en suelos con baja capacidad de soporte. Es decir, los pavimentos que son construidos en suelos con esta característica, van a necesitar un aumento de espesor en el diseño, por tanto, requerirá

de mayor inversión; no obstante, pueden presentar asentamientos o hundimiento, afectando así la vida útil de la infraestructura. Ante esta situación, el agregar residuos agrícolas para estabilizar los suelos puede ser una alternativa de solución para obras de pavimentación, así mismo reducirá la contaminación ambiental.

En el Perú existen muchos tipos diferentes de suelos, pero algunos de ellos, como las arcillas, no pueden ser utilizados como materiales sólidos y por lo tanto no son aptos para la construcción en su estado natural debido a que no presentan las condiciones ideales para su uso en términos de granulometría, plasticidad o capacidad de carga. [2].

Así mismo, en Perú, la producción de arroz ha aumentado significativamente en los últimos 20 años (de 2000 a 2019), en un promedio de 2,8% anual, con una producción de 1,9 millones de toneladas de arroz pilado en 2019 y 3,2 millones de toneladas de arroz con cáscara.[3]

En la provincia de Utcubamba, uno de los productos de cultivo más abundantes, es el arroz, del que deriva las cenizas de la cascarilla de este material, el cual tiene diversas propiedades para mejorar el suelo; la disposición final de este residuo agrícola en algunos de los casos es calcinarlos; en los molinos de la zona se usa para producir energía en el proceso de secado del arroz antes de ser empacado y transportado.

El distrito de Cajaruro, presenta trochas carrozables que conducen a cada centro poblado, una de ellas es el cruce Naranjos Alto y Cocaenrique, Diamante Bajo, Diamante Alto hasta San Juan de la Libertad, la población de dichos caseríos, cuenta con un camino a nivel de trocha carrozable de un solo carril, que no tiene las medidas mínimas para ser usado por el tránsito vehicular, debido a su mal estado, además en tiempos de lluvias el problema se vuelve aún mayor porque las chacras de cultivos (arroz, plátanos, maíz, cacao, entre otros) se encuentran aledaños a la carretera, escurriendo así sus aguas hacia la trocha carrozable, volviéndose intransitable para los vehículos que llegan a transportar los productos de la zona hacia diversos lugares del país.

Así mismo, la zona tiene suelos de poca capacidad de soporte, por consiguiente, se causa desperfectos en las carreteras. De acuerdo a nuestra realidad problemática, este proyecto de investigación propone brindar solución aplicando cenizas de cáscara de arroz en la subrasante, en el tramo de la mencionada carretera, para aumentar la capacidad del suelo

para soportar cargas de compresión, debido al crecimiento urbano y comercial en el distrito antes mencionado, por ello, se evalúa también los componentes mecánicos, físicos y químicos para señalar si los residuos (ceniza) de las cáscaras de arroz sirven como aditivo para estabilizar el suelo.

Ante esta problemática, se ha planteado como solución la adición de residuos en la subrasante de los pavimentos, así mismo para la disminución de los problemas de contaminación ambiental.

En este proyecto se utilizarán cenizas, que pueden actuar y mejorar las propiedades del suelo, para proporcionar una alternativa de solución para la estabilización del suelo. Además, ofrecería una alternativa eficaz, sustentable y ambientalmente amigable en pavimentación.

Por ello surge la pregunta, ¿Cómo influye las cenizas de cáscaras de arroz como estabilizante en la subrasante de la carretera cruce Naranjos Alto y Cocaenrique, hasta San Juan de la Libertad, en el distrito de Cajaruro?

Para atender a la problemática, se planteó las siguientes hipótesis:

- Las cenizas de cáscara de arroz por su alto porcentaje de sílice, al ser mezclado con el suelo natural crea una reacción puzolánica que mejorará sus propiedades físicas.
- La capacidad portante aumenta con la adición de las cenizas de cáscaras de arroz.
- La plasticidad del suelo disminuye con la adición de las cenizas de cáscaras de arroz.
- La estabilización de la subrasante con cenizas de cáscaras de arroz, es una alternativa eficaz, sustentable y económica.

Siendo el objetivo general: Realizar el mejoramiento de la subrasante con cenizas de cáscaras de arroz en la trocha carrozable cruce Naranjos Alto y Cocaenrique, Diamante Bajo, Diamante Alto hasta San Juan de la Libertad en el distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas 2021. Así también se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el suelo natural de la trocha carrozable a través de estudios de mecánica de suelos, tales como: granulometría, contenido de humedad, límite de consistencia, Proctor modificado, CBR y peso específico.
- Evaluar las características y propiedades físicas y químicas de las cenizas de cáscaras de arroz.
- Determinar las propiedades de resistencia con las cenizas de cáscaras de arroz mediante ensayos de CBR y Proctor modificado.
- Proponer porcentajes cenizas de cáscaras de arroz tales como 5%, 10%, 15% y 20% para la aplicación en la subrasante
- Evaluar técnica y económicamente la estabilización de los suelos usando las cenizas de cáscara de arroz a nivel de subrasante, en comparación con el afirmado usado comúnmente.

La justificación de la investigación viene dada por los siguientes puntos:

Con la investigación se requiere estabilizar el suelo con un residuo agrícola (cenizas de cáscara de arroz), agregando un cierto porcentaje de este material al suelo natural y así lograr mejorar la subrasante, dando una mejor transitabilidad a los pobladores de la zona, los cuales tienen centros educativos, tanto a nivel primaria como secundaria y también cuenta con centros de salud, que también serán beneficiados si es que se llega a comprobar que este material estabiliza subrasantes de baja capacidad de carga para fines de pavimentación.

Así mismo, permitirá una actividad económica más rentable, pues en la zona de estudio la agricultura y ganadería son las actividades económicas principales, que se han visto afectados por el mal estado de la carretera, impidiendo transportar con facilidad los productos de la zona.

Además, se busca reducir los costos para mejorar de la subrasante, ya que se verá sustituido en cierto porcentaje de cenizas de cáscara de arroz, teniendo en cuenta que para estas cenizas su costo es mínimo, pues solo se considera su calcinación y traslado a obra.

## Revisión de literatura

### Antecedentes de la Investigación

Entre los diversos estudios y bibliografía relacionados con el tema: “Mejoramiento de subrasante con cenizas de cáscaras de arroz en el distrito Cajaruro, Utcubamba, Amazonas, 2021.”, se mencionan los siguientes:

En el año 2020, Mory en la tesis titulada “**Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas**”. La adición de las cenizas de cáscaras de arroz se realizó en suelos arenosos. Se utilizó una pequeña cantidad de cemento al 4% para superar el problema de cohesión insuficiente del suelo. [4]

Cuando se añadió un 5 % de ceniza, el suelo era un 109 % más resistente que el suelo natural. Esto se debe a que las pequeñas partículas de ceniza llenan los vacíos en el suelo, lo que hace que la mezcla sea más densa y, por lo tanto, más duradera. Después de agregar 10% y 15% de ceniza, la capacidad de carga fue menor que la del suelo con 5% de ceniza, pero aún mayor que la del suelo natural. Se concluyó que hasta un 15 % de ceniza de cáscaras de arroz podría incorporarse a una capa de suelo arenoso sin ningún tratamiento al adicionarse una pequeña cantidad de cemento.

Aldo Daniel Vílchez Burga, en su tesis: “**Aplicación de ceniza de cáscaras de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante**”, el objetivo fue comprobar la aplicabilidad y eficacia de las CCA como un material de mejora de los suelos para su posterior uso como subrasante, que gracias a su composición química (alta en sílice), al mezclarse con el suelo producen puzolánicas reactivas que mejoran las propiedades físicas del suelo. [5]

Esta ceniza se agrega como un suelo base adecuado ( $CBR \geq 6$ ) para obtener un suelo que cumpla con los requisitos del estándar MTC. En este estudio, la adición de cenizas se evaluó al 3%, 5% y 10%., con el fin de encontrar la dosis adecuada de la muestra total, que permitiría la instalación de subsuelos viales de acuerdo con los estándares aceptados.

De lo ensayos realizados se obtuvo que las Mezclas con 3% de cenizas, tienen un CBR de 6.0% (a una penetración de 2.5mm y 100% de la MDS) y de 7.1% (a una penetración de 5.0mm y 100% de la MDS)

El CBR de la mezcla de cenizas volantes al 5 % fue del 8,8 % (con una penetración de 2,5 mm y 100 % de MDS) y del 10,3 % (con una penetración de 5,0 mm y 100 % de MDS).

Para la mezcla de cenizas volantes al 10 %, la CBR fue del 12,4 % (a una penetración de 2,5 mm y 100 % de MDS) y del 15,1 % (a una penetración de 5,0 mm y 100 % de MDS).

Lo que muestra el efecto positivo de la ceniza de cascarilla de arroz sobre un suelo arcilloso. [5]

Cajaleón y Mondragón, en su tesis **“Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante Pimpingos, Choros 2018”**. Esta tesis tuvo como fin determinar si con la ceniza de cascarilla de arroz se podía estabilizar los suelos arcillosos. Luego de realizar los ensayos correspondientes, se determinó que la CCA estabilizó los arcillosos cuando se agregó al 10 % y al 15 %, lo que resultó en un 8,5 % y un 10,3 % de CBR para ser clasificado como un suelo apto para subrasante.

Se concluyó que, al estabilizar suelos arcillosos CCA, se obtiene un suelo regular que no estaba originalmente en el suelo. [6]

Llamoga, en su tesis titulada **“Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz”**. El objetivo principal fue evaluar el potencial de expansión y capacidad portante (CBR) de suelos arcillosos utilizados en subrasantes con la adición de cenizas de cascaras de arroz (CCA). Los suelos naturales se caracterizaron por su elasticidad, resiliencia y capacidad portante (CBR); así como el suelo con 4%, 7% y 10% de CCA. Mostraron en los resultados que al 10% de contenido de cenizas la expansión aumentó en 0.43%, mientras que al 4% y 7% de contenido de cenizas, el grado de expansión disminuyó en 16.84% y en 21.12% respectivamente. El mismo comportamiento se observó para la capacidad portante, mostrando que el 10% de cenizas redujo la resistencia del suelo en 0.85%; sin embargo, el CBR aumentó de 2.85% a 4.52% y de 2.85% a 7.80% para las adiciones de 4% y 7% respectivamente. De lo anterior se puede concluir que el suelo tiene un mejor comportamiento al 7% de contenido de

cenizas, por lo tanto, este material puede ser utilizado para el tratamiento de suelos arcillosos en subrasantes [7].

**Gómez y Gonzáles, en su tesis “Mejoramiento del suelo utilizando cenizas de cáscara de arroz en la pavimentación”.** Su finalidad es determinar el impacto de las cenizas de cáscaras de arroz aplicadas para la mejora de suelos para la pavimentación. Así también, se determinaron las propiedades físicas y mecánicas del suelo agregando un 4%, 7% y 10% de CCA.

Como resultado, la adición de un 4% de cenizas se obtiene un CBR de 14.90% y una M.D.S de 1.774 g/cm<sup>3</sup>, mientras que la adición de un 7 % de cenizas dio un 18.00% de CBR y 1.804 g/cm<sup>3</sup> de M.D.S. Finalmente, al 10% el CBR es de 20.70% y el M.D.S es de 1.855 g/cm<sup>3</sup>.

Como conclusión general, el porcentaje óptimo de CCA es el 10%, porque se obtiene un CBR de 20.70% y una M.D.S de 1.855 g/cm<sup>3</sup>, siendo este el resultado más favorable que con los otros porcentajes [8].

**Requejo Carrillo, Ricardo Sahir. “Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza Sativa (arroz)”.** El objetivo de esta investigación fue analizar las propiedades físicas y mecánicas de suelos arenosos en su estado natural, utilizando ceniza de Oryza Sativa (o también llamadas ceniza de cáscara de arroz) para mejorar su calidad; demostrando las propiedades que presentan al aplicar en proporciones específicas, 3%, 5%, 7% y 9% de ceniza para estabilizar la mezcla del suelo.

Se determinaron las propiedades mecánicas de muestras de suelo con adiciones de 3%, 5%, 7% y 9%, y las máximas densidades secas fueron 1.674 g/cm<sup>3</sup>, 1.671 g/cm<sup>3</sup>, 1.676 g/cm<sup>3</sup> y 1.673 g/cm<sup>3</sup> respectivamente. El CBR del suelo con 3% de ceniza fue 23,30%, el suelo con 5% de ceniza fue 24,87% y el suelo con 7% de ceniza fue 25,50%. Finalmente, con un 9% de cenizas se logró obtener 22.93%.

Por lo tanto, la adición de un 7% de ceniza, se considera el porcentaje ideal porque mejora las propiedades mecánicas de la muestra de suelo en su estado natural con una tendencia hacia el 2,55%. [9]

## Bases Teóricas-Científicas

En la clasificación de las bases teóricas científicas, normas, guías y modelos, que nos afianzaremos como referencias para el buen desarrollo del “Mejoramiento de la subrasante con Cenizas de Cáscaras de Arroz en el Distrito de Cajaruro, Utcubamba, Amazonas 2021.”, se han considerado las siguientes.

### Suelo

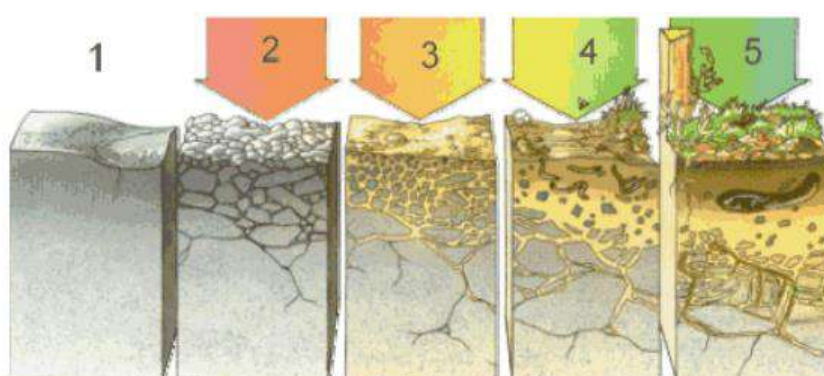
En términos ingenieriles, el suelo es una capa del material suelto o móvil, que cubre un suelo de roca sólida y es el resultado de un proceso doble de desintegración y descomposición.

### Origen y Formación

Durante la formación del suelo, el lecho rocoso se ve afectado por procesos de meteorización, tanto físicos (descomposición) como químicos (alteración). Los productos de la meteorización pueden luego ser transportados, provocando la erosión de las rocas de la corteza superior. Estos materiales se depositarán posteriormente y el propio suelo se fortalecerá mediante diversos fenómenos. Después de la meteorización, el suelo puede ser:

**Sedentario:** cuando el suelo permanece donde se formó

**Transportado:** suelo movido por factores naturales como el agua y el aire. [10]



*Figura 1 Proceso de formación del suelo*

(1) Roca madre; (2) Acción mecánica; (3) Exposición química; (4) Efecto biológico; (5) Efecto combinado mecánica-química-biológica.

## Propiedades Físicas del suelo

Las siguientes características del suelo son causadas por la interacción de su estructura porosa, que incluye aire, agua y partículas orgánicas e inorgánicas que se encuentran en diversos estados de desintegración.:

**La textura:** Determina la proporción de minerales del suelo en varios tamaños de partículas. [11]

**La estructura:** Los agregados se forman cuando las partículas del suelo se adhieren unas a otras. [11]

**La temperatura:** También afecta la forma en que se distribuye la vegetación.

**El color:** depende de su composición y cambia según la humedad del suelo [11].

## Clasificación de suelos

Los esquemas de clasificación de suelos más usados en la actualidad son:

Clasificación de suelos usados para la construcción de carreteras, se denomina AASHTO y SUCS [1]

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

Figura 2 Signos Convencionales para Perfil de Calicatas – Clasificación AASHTO [1]

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	ARENA Y SUELOS ARENOSOS	SW		ARENA BIEN GRADUADA
		SP		ARENA MAL GRADUADA
		SM		ARENA LIMOSA
		SC		ARENA ARCILLOSA
DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS GRANULARES	GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS	GW		GRAVA BIEN GRADUADA
		GP		GRAVA MAL GRADUADA
		GM		GRAVA LIMOSA
		GC		GRAVA ARCILLOSA

Figura 3 Simbología de suelos granulares

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO		DESCRIPCIÓN
		SUCS	GRÁFICO	
SUELOS FINOS	LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50)	ML		LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD
		CL		ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
		OL		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50)	MH		LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD
		CH		ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
		OH		LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.	

Figura 4 Simbología de suelos finos

### Clasificación de suelos mediante la norma AASHTO M-145

En este sistema, el suelo inorgánico se divide en 7 grupos, A-1 a A-7, donde el grupo A-1 es el mejor suelo para subrasantes y es un material compuesto de arena y grava con una pequeña cantidad de arcilla que sirve como un agente cementante. La clasificación del suelo orgánico es A-8. [12].

Los suelos que contienen partículas finas se identifican por su índice de grupo (IG): cuanto mayor es el IG, menor es la calidad del suelo.

El proceso que se detalla a continuación se utiliza para determinar el Índice de Grupo.

$$IG = (F - 35) (0,2 + 0,005(WL - 40)) + 0,01(F - 15) (IP - 10)$$

- F = % que pasa por el tamiz N.º 200, entre 1 y 40
- WL = Límite Líquido (LL), entre 0 y 20.
- IP = Índice de Plasticidad, entre 0 y 20 o más.

Los resultados de este grupo se dan en números enteros o cero si tiene un valor de IG negativo, lo que significa que estamos ante un suelo muy bueno y con un  $IG \geq 20$ . [1]

Clasificación de suelos según Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

*Tabla 1 Clasificación de suelos según índice de grupo*

A continuación, se muestra la tabla que describe la clasificación del suelo.:

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Grupo Simbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico												
% que pasa por el tamiz de:												
2 mm	máx. 50	máx. 50	min. 50									
0.5 mm	máx. 30	máx. 25	máx. 10									
0.08 mm	máx. 15			máx. 35	Máx.35	máx. 35	máx. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35	min. 35
Límites Atterberg												
límite de liquido				máx. 40	min. 40	máx. 40	min. 40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	min. 40	min. 40
índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 10	máx. 10	min. 10	min. 10	máx. 10	máx. 10	min. 10	min. 10	min. 10
											IP<LL-30	IP<LL-30
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Tabla 2 Clasificación de suelos según ASSHTO [1]

### Clasificación de suelos según la norma ASTM D-2487 (SUCS)

Dependiendo del tamaño de las partículas, los suelos pueden ser:

**Suelos Granulares:** La retención de partículas en el tamiz N.º 200 son > 50 %.

**Suelos Cohesivos:** partículas que pasan el tamiz N.º 200 son  $\geq$  50 %

Así mismo, los suelos granulares se pueden clasificar en:

**Grava:** la fracción de partículas que permanece en el tamiz N°4 es > 50 %. Se representan por la letra “G”.

**Arena:** la fracción granular que pasa por el tamiz N.º 4 es  $\geq$  50 %. Se representa por la letra “S”

Existe cuatro tipos diferentes de arenas y gravas: W (Bien graduadas), P (Mal graduadas), M (Limosas), C (Arcillosas).

Según el siguiente criterio. [12]

- ✓ Si a través del tamiz N.º 200 pasa menos del 5 %, los sufijos que se indican son W o P, dependiendo de la homogeneidad y el coeficiente de curvatura.

- ✓ Si el % que pasa por el tamiz N.º 200 supera el 12%, los sufijos que se indican son M ò C, según los valores de WL y de IP.
- ✓ Si el % que pasa por el tamiz N.º 200 está entre 5% a 12% se utiliza una clasificación de doble símbolo que se sitúa entre, W ò P, y M ò C; dependiendo de la carta de plasticidad y el Coeficiente de homogeneidad y de curvatura.

Estos sufijos se utilizan para categorizar suelos cohesivos: M para limo, C para arcilla, O para suelo orgánico, L para baja plasticidad y H para alta plasticidad.

El límite líquido y el índice de plasticidad son los factores determinantes en esta clasificación. [12]

Tipo de suelo	Símbolo	% Ret. en 5mm	% que pasa* 0,08mm	C <sub>u</sub>	C <sub>c</sub>	Índice de Plasticidad * IP	
Gravas	GW	≥50% de lo retenido en 0.08 mm	< 5	> 4	1 a 3		
	GP			Si no Cumple requisitos de GW es GP			
	GM						< 0,73 (WL-20) o < 4
	GC			> 12			
Arenas	SW	<50% de lo retenido en 0.08 mm	< 5	> 6	1 a 3		
	SP			Si no Cumple requisitos de SW es SP			
	SM						< 0,73 (WL-20) o < 4
	SC			> 12			
*Entre 5 y 12 % usar símbolo doble como GW-GC, GP-GM, SW-SM,SP-SC							
**Si IP ≈0,73(WL-20) o si IP entre 4 y 7 e IP>0,73(WL-20), usar símbolo doble: GM-GC,SM-SC							
En casos dudosos favorecer clasificación menos plástica Ej.: GW-GM en vez de GW-GC							

Tabla 3 GRUESOS < 50% que pasa 0,08 mm [12]

Tipo de suelo	Símbolo	Lím. Líquido WL	Índice de Plasticidad * IP
Limos Inorgánicos	ML	< 50	< 0,73 (WL-20) o < 4
	MH	> 50	< 0,73 (WL-20)
Arcillas Inorgánicas	CL	< 50	> 0,73 (WL-20) y > 7
	CH	> 50	>0,73 (WL-20)
Limos o Arcillas Orgánicas	OL	< 50	**WL seco al horno ≤ 75% del WL seco al aire
	OH	> 50	
Altamente Orgánicos	P <sub>1</sub>	Materia orgánica fibrosa se carboniza, se quema o se pone incandescente	
*Si IP ≈0,73(WL-20) o si IP entre 4 y 7 e IP>0,73(WL-20), usar símbolo doble: CL-ML, CH-OH.			
**Si tiene olor orgánico debe determinarse adicionalmente WL seco al Horno			
En casos dudosos favorecer clasificación más plástica Ej.: CH-MH en vez de CL-ML			
Si WL = 50; CL-CH ó ML-MH			

Tabla 4 FINOS ≥= 50 % PASA 0.08 mm [12]

El suelo se clasificará según el sistema que se muestra en la tabla 5. Esta clasificación puede revelar un comportamiento aproximado del suelo, que ayudará a definir sectores geotécnicos. [1]

AASHTO y SUCS, los dos esquemas de clasificación más usados, se correlacionan a continuación.

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Tabla 5 Correlación de suelos AASHTO y SUCS [1]

### Ensayos de Laboratorio para la Clasificación de Suelos

#### Contenido de Humedad MTC E 108:

Por su rapidez y sencillez, es una de las pruebas más usadas en los laboratorios, pues permite la evaluación cualitativa de las propiedades mecánicas del suelo y compararlas con los resultados de otras pruebas.

La humedad del suelo proporciona información relevante sobre la condición del suelo estudiado; esto se refiere a la proporción entre el peso seco de la muestra y el peso del agua que contiene, en %. [13].

$$W = \frac{M_W}{M_S} \times 100$$

Donde:

W = Contenido de humedad (%)

M<sub>W</sub> = Peso del agua en la muestra (kg)

M<sub>S</sub> = Peso de las partículas sólidas (gr)

**Equipos:**

- Horno, con capacidad de alcanzar temperaturas de  $110 \pm 5$  °C
- Balanzas, con margen de error según lo permitido por la norma ( $\pm 0.01$  gr).
- Recipientes, resistentes al calor y a la corrosión

**Análisis Granulométrico de Suelos**

El proceso de separar y categorizar las partículas constituyentes del suelo, o distribución del tamaño de las partículas, se conoce como granulometría del suelo. Se utilizó un tamiz para clasificar las partículas gruesas y un hidrómetro para clasificar las partículas finas. La curva de distribución de granulometría se puede obtener combinando ambas técnicas.

**Análisis Granulométrico por Tamizado, MTC E 107:**

El tamaño de las partículas depende de las aberturas de los tamices utilizados para la prueba porque incluye partículas de suelo retenidas en la malla No 200 que han pasado a través de una serie de aberturas conocidas. Para este tipo de prueba se requiere el uso de un tamiz de 4 pulgadas hasta el tamaño No. 200 [13]

**Equipos:**

- Balanzas, con sensibilidad de  $\pm 0.01$  gr
- Horno con  $110 \pm 5$  °C, con el fin de secar la muestra

**Materiales:**

- Tamices, con las siguientes aberturas:

<b>TAMICES</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075

*Tabla 6 Tamices y aberturas [13]*

**Cálculos:**

- El % que pasa la malla número 200:

$$\% \text{ Pasa } N^{\circ} 200 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido En El Tamiz } N^{\circ} 200}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- La cantidad de partículas retenidas expresadas en %, según cada tamiz:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido En El Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

- El % de partículas que pasa, según cada abertura:

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

**Determinación del Límite de Atterberg, MTC E 110:**

Establecen qué tan sensible es el suelo al contenido de humedad. La humedad determina los límites de los cuatro estados de consistencia del suelo y el tamizado puede revelar el tipo de suelo. Existe un límite plástico y un límite líquido para la medida de la cohesión del suelo. Se utilizará una muestra de suelo que ha pasado por el tamiz No. 40 para la prueba. [13]

**Determinación del Límite Líquido, MTC E 110:**

El contenido de humedad del suelo por debajo del cual la plasticidad se hace evidente se conoce como límite líquido. Se utilizan técnicas estandarizadas para medir esta propiedad. Después de agregar la mezcla de suelo moldeable en el cucharón de Casagrande, la muestra se golpea girando la manivela hasta que la ranura se contrae a una longitud de 12 mm. [13]

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \circ \quad LL = kW^n$$

Donde:

- LL = Límite líquido
- N = N.º de golpes para cerrar la ranura para el contenido de humedad
- W<sub>n</sub> = Contenido de humedad del suelo
- k = factor dado de la siguiente tabla

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Tabla 7 Número de golpes / Factor para el límite líquido [13]

### Equipos:

- Copa de Casagrande
- Acanalador
- Calibrador
- Balanza, sensibilidad  $\pm 0.01$ gr
- Horno para temperaturas de  $110 \pm 5$  °C

### Materiales:

- Espátula, según lo especificado en la presente norma

### Determinación del Límite Plástico MTC E 111:

El límite plástico (LP) es el nivel de humedad en el que una mezcla de suelo y agua pasa a un estado plástico. Esta prueba consiste en amasar la tierra hasta obtener un rodillo de 3 mm de diámetro, que se fractura [13].

$$L.P. = \frac{P_W}{P_S} \times 100$$

$$L.P. = \frac{P_h - P_s}{P_s}$$

### Donde:

LP=Límite plástico en %

W=Porcentaje en humedad de suelo

Ph= Peso húmedo (gr)

Pw= Peso de agua

### Equipos:

- Tamiz N°40
- Superficie de trabajo (vidrio esmerilado grueso)
- Recipientes para la determinación de humedades del suelo

### Materiales:

- Espátula

### Índice de Plasticidad, MTC E 111:

Para determinar el índice de plasticidad se utiliza la siguiente fórmula:

$$IP = LL - LP$$

El IP muestra cuánta humedad tiene el suelo cuando se encuentra en su estado plástico, o antes de que se vuelva líquido.

Según el índice de plasticidad se pueden obtener la siguiente clasificación:

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

*Tabla 8 Clasificación de suelos según el Índice de Plasticidad [13]*

### Proctor Modificado, MTC E 115:

En este ensayo se brindan 3 métodos alternativos. El propósito de esta prueba es determinar la relación entre el contenido de humedad del suelo y el peso unitario seco (curva de compactación).[13].

La densidad húmeda del suelo se obtiene por la siguiente ecuación:

$$\rho_m = \frac{(M_T - M_{md})}{V}$$

Donde:

$\rho_m$  = Densidad húmeda del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

$M_T$  = Masa del espécimen húmedo y molde (kg)

$M_{md}$  = Masa del molde de compactación (kg)

$V_m$  = Volumen del molde de compactación (m<sup>3</sup>)

Después de hallar el contenido de agua, se calcula la densidad seca:

$$\rho_m = \rho_d * \left(1 + \frac{W(\%)}{100}\right)$$

$$\rho_d = \frac{\rho_m}{1 + \frac{W(\%)}{100}}$$

Donde:

$\rho_d$  = Densidad seca del espécimen compactado (Mg/m<sup>3</sup>)

$W$  = Contenido de humedad (%)

Después de obtener el valor de densidad seca se obtiene una curva de compactación, la densidad seca máxima y el contenido de humedad ideal.

$$\gamma_d = 62,43 \rho_d \text{ en lbf/pie}^3$$

$$\gamma_d = 9,807 \rho_d \text{ en kN/m}^3$$

Al calcular el punto de trazado para la curva de saturación al 100%, se selecciona los valores correspondientes de contenido de agua a la condición de 100% de saturación:

$$W_{sat} = \frac{(\gamma_w)(G_s) - \gamma_d}{(\gamma_d)(G_s)} * 100$$

Donde:

$W_{sat}$  = Contenido de agua para una saturación completa (%).

$\gamma_w$  = Peso unitario del agua 9,807kN/m<sup>3</sup> o (62,43 lbf/ pie<sup>3</sup>).

$\gamma_d$  = Peso unitario seco del suelo.

$G_s$  = Gravedad específica del suelo.

### Equipos:

- Ensamblaje del molde: cada molde deberá poseer un collar de ensamblado y un plato base, donde, dicho collar como mínimo tendrá una altura de 2.0 pulgadas.
- Molde de 6 pulgadas: Se respetará lo indicado en la presente norma
- Pisón Manual: deberá poseer una guía con suficiente espacio libre y además la cabeza no deberá estar restringida.

### Materiales:

- Tamices, para suelos finos se requerirá el N°04

### Ensayo de CBR, MTC E 132:

La prueba de CBR, se refiere a la relación existente entre la carga unitaria para insertar el pistón tanto para la muestra de grava como para la muestra rocosa, ambas de la misma profundidad. El CBR varía con el grado de compactación y contenido de humedad durante la prueba. [13].

La humedad de compactación es la cantidad de agua, expresada en porcentaje, que se debe añadir al suelo con la humedad existente para llevarlo al nivel deseado, se calcula lo sigue:

$$\%de\ agua\ añadir = \frac{H - h}{100 + h} * 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

**Equipos:**

- Molde metálico cilíndrico
- Disco espaciador de metal
- Pesas
- Pistón de penetración
- Prensa utilizada para la penetración de un espécimen.

**Materiales:**

- Tamices, para suelos finos se requerirá el N°04

**Cálculos:**

- Se grafica una curva que relacione presiones vs penetraciones, tal como se muestra en la gráfica a continuación, y, se observa si esta curva presenta punto de inflexión, si no presenta, se consideran los valores de 2.54mm y 5.08mm de penetración, sin embargo, si presentara punto de inflexión, se deberá de corregir tal como estipula la presente norma.

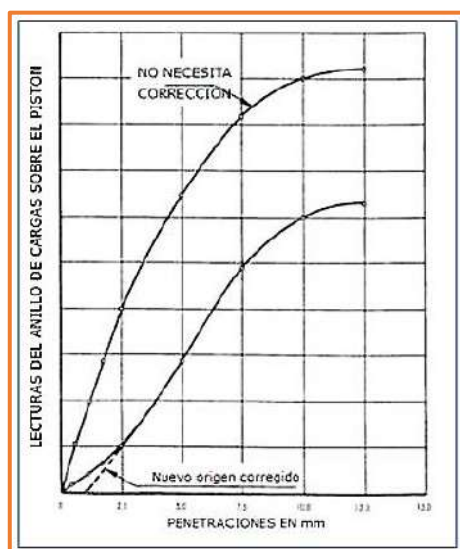


Figura 5 Curva para el cálculo del índice de CBR [13]

## **Estabilización de suelos**

El proceso de estabilización implica adherir material al suelo para mejorar sus propiedades. Esto significa incorporar mezclas de diferentes tipos de suelos o la mezcla del suelo con aditivos disponibles comercialmente (estabilización física y/o química), esto para lograr una clasificación requerida mejorando su graduación, textura o plasticidad [1].

El propósito de la estabilización es aumentar la resistencia mecánica, asegurando así una mayor homogeneidad entre las partículas, además de permitir que los niveles de humedad del suelo fluctúen dentro de un rango razonable. [14]

Los objetivos de la estabilización de suelos para pavimentación son: [15]

- ✓ Potenciar la capacidad portante, las propiedades geotécnicas y la resistencia del suelo.
- ✓ Reduce la adherencia de suelos de alta viscosidad.
- ✓ Incrementa la adherencia a suelos arenosos
- ✓ Reduce el índice de plasticidad.

### **Criterios para la Estabilización de suelos**

- Si las capas de subrasantes arcillosas o limosas que se humedecen, pueden contaminar el pavimento al penetrar sus capas granulares.
- La superficie de la subrasante debe estar por encima del nivel freático.
- Identificar el tipo de suelo que está presente: arcilla, limo, arena limosa o arcillosas. [1].

### **Tipos de Estabilización de suelos**

La estabilización del suelo se puede realizar por medios físicos, químicos o mecánicos. [15].

#### **Estabilización física**

Se utiliza para mejorar las propiedades del suelo provocando cambios físicos. Las mezclas de suelos, la vibroflotación, los geotextiles y la preconsolidación son algunos ejemplos de técnicas de estabilización física. Cuando se mejora el suelo mediante la adición de otro suelo procedente de un sitio elegido, hablamos de estabilización físico-mecánica.

## **Estabilización mecánica**

### **Estabilización por compactación**

Se realiza para mejorar el suelo sin alterar su composición o estructura original. Para ello se utiliza el método de la compactación, que permite una distribución de las fuerzas que actúan sobre el suelo, asegurando una mayor estabilidad y evitando posibles asentamientos. [15]

La razón por la que este tipo de estabilización se realiza con mayor frecuencia, es que se puede realizar in situ utilizando herramientas y maquinaria que aplican presión, impacto, vibración o amasado al suelo para transferir fuerzas.

### **Estabilización por cambio de granulometría**

Crea un material mejor en términos de plasticidad y granulometría y satisface los requisitos combinando el suelo con uno o más materiales que tienen propiedades complementarias.

Como puede realizarse in situ o en una instalación de tratamiento de suelos, la estabilización mecánica tiene esta ventaja. [15].

## **Estabilización química**

### **Estabilización con cemento**

El propósito esta estabilización, es el transformar el suelo inicialmente suelto en un suelo más firme y duradero. Esto requiere un curado adecuado y una buena compactación. Al igual que con la compactación de suelo, se determina el contenido óptimo humedad realizando una prueba preliminar.

Los suelos granulares tipos A1, A2 y A3 del sistema de clasificación AASHTO son los más adecuados para estabilizar con cemento [15].

### **Estabilización con cal**

Se logra agregando cal viva o anhídrido al suelo y mezclándolo, lo que tiene un impacto importante (altera la plasticidad del suelo). Los suelos estabilizados con cal son mejores con un tamaño de grano más fino porque se vuelven más quebradizos y granulares, y al aumentar su límite plástico y la humedad de compactación óptima, su puesta en obra se realiza con mayor facilidad [15].

### Subrasante

Se conoce como subrasante a la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras donde se coloca la estructura del pavimento. [1]

La subrasante puede estar compuesta por suelo en su estado natural o haber sufrido algunas modificaciones, incluyendo estabilización mecánica y estabilización físico-química mediante aditivos (cemento, cal, asfalto).

Esto afecta significativamente el rendimiento y la estructura del pavimento. Las subrasantes inestables dificultan la colocación y compactación de materiales de base y/o subbase y no pueden soportar operaciones de pavimentación adicionales. [14]

### Cenizas de cáscara de arroz:

El subproducto más importante de la producción de arroz en todo el mundo es la cáscara de arroz. [16] Es un material rico en sílice y cuando se mezclan con el suelo, produce una reacción puzolánica que mejora las propiedades físicas del suelo. Por ende, estos residuos tienen un efecto cementoso debido a sus propiedades. [17]

### Propiedades físicas de la ceniza de cáscara de arroz

Las cáscaras de arroz son fibras finas que sirven como barrera natural contra la contaminación del grano. El poder calorífico de la cáscara de arroz (CA) es el aspecto más importante porque influye en la disponibilidad de sílice, como se puede observar en la Tabla 9 , que, el poder calorífico aumenta al disminuir el contenido de humedad. [2]

Propiedad Física	Ceniza de cascarilla de arroz
Humedad (%)	0,65
Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	1684
Masa unitaria suelta (Kg/m <sup>3</sup> )	205
Masa unitaria compacta (Kg/m <sup>3</sup> )	272
% vacíos en agregado suelto	0,88
% vacíos en agregado compactado	0,84

Tabla 9 Características físicas de CCA [2]

### Propiedad química de las cenizas de cascarillas de arroz

Dado a su contenido de sílice ( $\text{SiO}_2$ ), que es alto en la cáscara de arroz y equivale al 94,3 %, y además de otras características químicas, es deseable como material de construcción. [18].

Componente	Porcentaje en masa
	Ceniza de cascarilla de arroz
$\text{SiO}_2$	94,3
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0,75
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0,03
$\text{Na}_2\text{O}$	0,10
$\text{K}_2\text{O}$	1,01
$\text{CaO}$	0,72
$\text{MgO}$	0,36
Otros	2,73

Tabla 10 Composición química de las CCA [18]

### Métodos de Obtención de las cenizas de cáscaras de arroz

Existen varias técnicas de calcinación que se pueden utilizar para producir ceniza de cáscara de arroz, pero destacan las siguientes:

#### a) Campo abierto.

Es un método sencillo para convertir de cáscaras a ceniza, Se desarrolla en cerramientos de ladrillo de forma circular y de hasta 16 metros de diámetro, con pilas de cáscara de 2,5 metros de altura. Periódicamente, se retira la cáscara calcinada, obteniendo una ceniza negra. La temperatura no se puede regular con este método de calcinación. [7].

#### b) Hornos (circulares o cuadrados).

En este método, se utiliza un horno con paredes de ladrillo alternas que dejan entrar el aire y una chimenea que se extiende hasta el fondo del horno permitiendo que el aire fluya y mantiene alejadas las cenizas.

Este proceso de calcinación produce una ceniza blanca que es extremadamente reactiva y contiene algo de cuarzo cristalino. [7]

## Definición de Términos Básicos

Es imprescindible presentar en esta investigación algunas definiciones importantes de términos básicos como son:

- **Trocha:**

Son vías para el tránsito limitado de unidades vehiculares con IMDA menor a 200 unidades diarias y no reúnen los requisitos geométricos para considerarse carreteras [19]

- **Residuos agrícolas:**

Aquellos que se producen a partir de cultivos de leña o de hierba y también los originados en el aumento de labores propias de estos sectores.

- **Calicatas:**

También llamados pozos exploratorios, son excavaciones de pequeña a media profundidad, con un mínimo de 1.5 m. Por lo general, están espaciadas entre 250 m y 2 000 estas se realizan mediante retroexcavadora y Se emplean para facilitar los estudios edafológicos o edafológicos de un terreno, así como el reconocimiento geotécnico. [1]

- **Granulometría:**

Dependiendo de sus tamaños, el proceso de laboratorio establece la proporción en que contribuyen los granos del suelo. Esa proporción es llamada gradación del suelo. [20]

- **Estabilización:**

Es el proceso de mejorar las propiedades mecánicas de un suelo. [21]

- **Subrasante:**

Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre ella se agrega la estructura del pavimento o afirmado [1]

## Materiales y métodos

### Tipo de Investigación

Según los datos analizados para contrastar las hipótesis, corresponde a una investigación experimental porque se basa en la manipulación deliberada de la variable independiente (cenizas de cáscaras de arroz) y en un análisis de su impacto en la variable dependiente (estabilización de la subrasante).

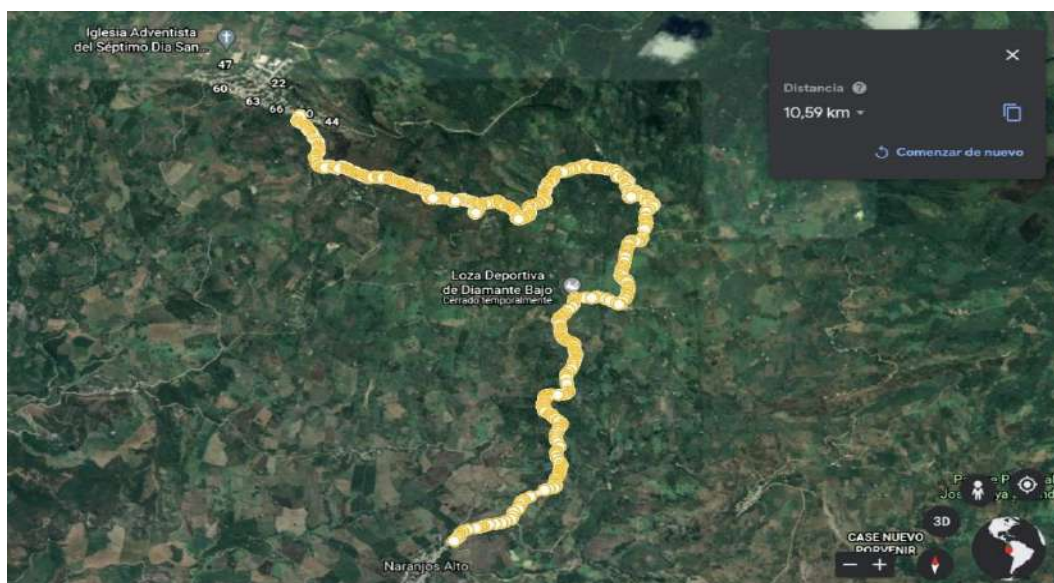
## Población

La población que en estudio está conformada por la subrasante de la carretera del Cruce Naranjos Alto-Cocaenrique, Diamante Bajo, Diamante Alto y San Juan de la Libertad.

## Muestra

Está conformada por las subrasantes de la carretera que une el cruce Naranjos Alto y Cocaenrique, hasta San Juan de la Libertad, en el distrito de Cajaruro

## Muestreo De Estudio



*Figura 6 Población en estudio*

Al desarrollar la investigación se siguieron los criterios señalados en el Manual de Carreteras, que especifica la cantidad de muestras a tomar en función de la categoría de vías a la que pertenece.

La carretera consta de 10.59 km, en los que realizará 10 calicatas según el Manual de, de las cuales, a base de los estudios de mecánica de suelos, se determinará a cuál o cuáles se realizará la estabilización con la adición de cenizas de cáscaras de arroz, donde se empleará distintos porcentajes, tales como, 5%, 10% 15% y 20%. La forma de exploración de suelo en esta tesis será mediante la excavación de calicatas.

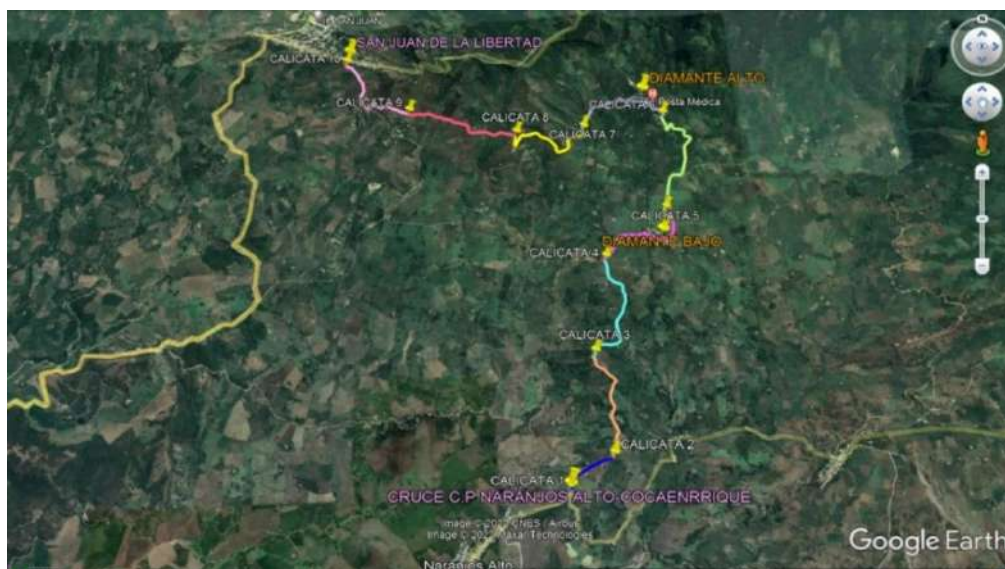


Figura 7 Imagen satelital de la ubicación de calicatas

### Operacionalización de Variables

#### Variable independiente:

- Cenizas de cáscaras de arroz

#### Variable dependiente:

- Estabilización subrasante

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO	UNIDAD
Independiente (X)	Cenizas de Cáscaras de Arroz (CCA)	% de CCA	CCA: 5%,10%,15 % y 20%	Balanza electrónica con aproximación de 0.1 g	%
Dependiente (Y)	Estabilización de Subrasante	Propiedades Físicas	Granulometría	Análisis Granulométrico por tamizado para las mezclas según MTC E 107	%
			Límite Líquido	Ensayo para determinar el Límite Líquido de	%

				los Suelos, MTC E 110	
			Límite Plástico	Ensayo para determinar el Límite Plástico, MTC E 111	Porcent aje %
			Contenido de Humedad	Ensayo de Contenido de Humedad según MTC E 108	Porcent aje %
		Propiedad es Mecánica s	Proctor modificado	Compactació n de Suelos en Laboratorio (PROCTOR MODIFICAD O), MTC E 115	Porcent aje % - g/cm <sup>3</sup>
			Capacidad de Soporte CBR	Ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de Suelos Compactado s en Laboratorio, MTC E 132	Porcent aje %

*Tabla 11 Operacionalización de Variables*

## **Diseño Metodológico**

### **Técnicas de recolección de datos**

Para este estudio se aplicará la técnica de observación directa durante las visitas a la zona de estudio, la compra de cenizas de cáscaras de arroz y la realización de ensayos de laboratorio según las normas vigentes.

### **Instrumentos de recopilación de datos**

Para extraer las muestras de suelo, se utilizó un equipo maquinaria (retroexcavadora), palana, sacos, wincha, pizarra, plumones, cámara fotográfica, entre otros.

Así también para la discusión e interpretación de los resultados, se utilizará hojas de cálculo, gráfico, organizadores, cuadros comparativos, etc. De manera que ayudarán a la recopilar datos y analizar los siguientes ensayos:

- Granulometría.
- Límite Líquido.
- Límite Plástico.
- Contenido de humedad.
- Proctor modificado.
- Capacidad de soporte del material (CBR)

### **Estrategia metodológica para demostración de la hipótesis**

Para la demostración de la hipótesis, los pasos que se realizarán serán los siguientes:

1. Recopilación de información bibliográfica del tema a investigar
2. Análisis de la información obtenida
3. Revisión de normas y criterios que estén alineadas a la investigación
4. Investigación de los ensayos a realizar
5. Obtención de las muestras para realizarse los ensayos respectivos
6. Realizar los ensayos de mecánica de suelos para determinar las propiedades del suelo
7. Obtención de los datos a partir de los estudios de mecánica de suelo natural y aplicando las CCA.
8. Comparar los resultados obtenidos del suelo natural y el suelo estabilizado con cenizas de cáscaras de arroz.

Después de revisar los antecedentes, se aprecia que el porcentaje de ceniza varía desde el 3% al 25% en peso, y empieza a fluir en la resistencia del suelo a partir del 3%, así mismo, el porcentaje máximo la vez desfavorable (empieza a disminuir su resistencia) se encuentra entre 15% a 25%. Teniendo en cuenta estos resultados, para este estudio fueron elegidas los siguientes porcentajes en peso: 5%, 10%, 15% y 20% de CCA, que será adicionado al suelo natural, así mismo, se desarrollarán los ensayos de granulometría, contenido de humedad, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR.

## Proceso Experimental

### Materiales Utilizados

- ✚ Suelo.
- ✚ Cenizas de Cáscara de Arroz.

### Ubicación Geográfica

- ✚ Departamento → Amazonas.
- ✚ Provincia → Utcubamba.
- ✚ Distrito → Cajaruro.

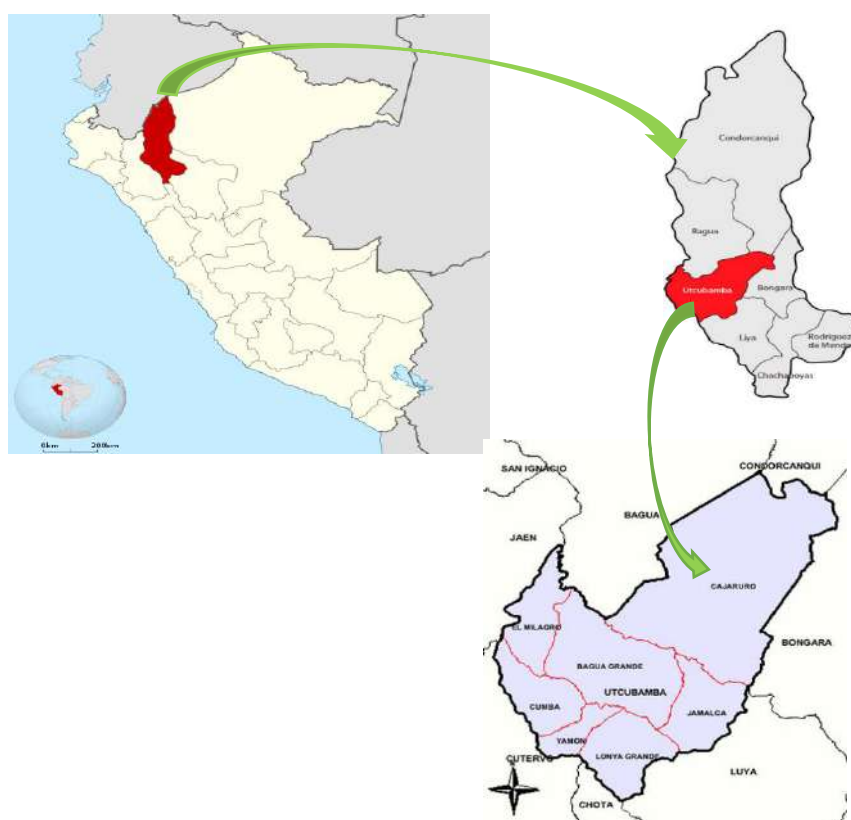


Figura 8 Ubicación Geográfica

Para dar inicio a la presente investigación, se realizó una visita preliminar a campo para identificar de forma visual el estado de la carretera, así mismo, se analizó la zona de estudio y se decidió realizar 10 calicatas, según el Manual de Carreteras:

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

Tabla 12 Número de Calicatas para Exploración de Suelos [1]

Las calicatas están ubicadas a lo largo de la trocha carrozable compuesta por 10.59 km, iniciando en el Cruce Naranjos Alto-Cocaenrique hasta el C.P San Juan de La Libertad.

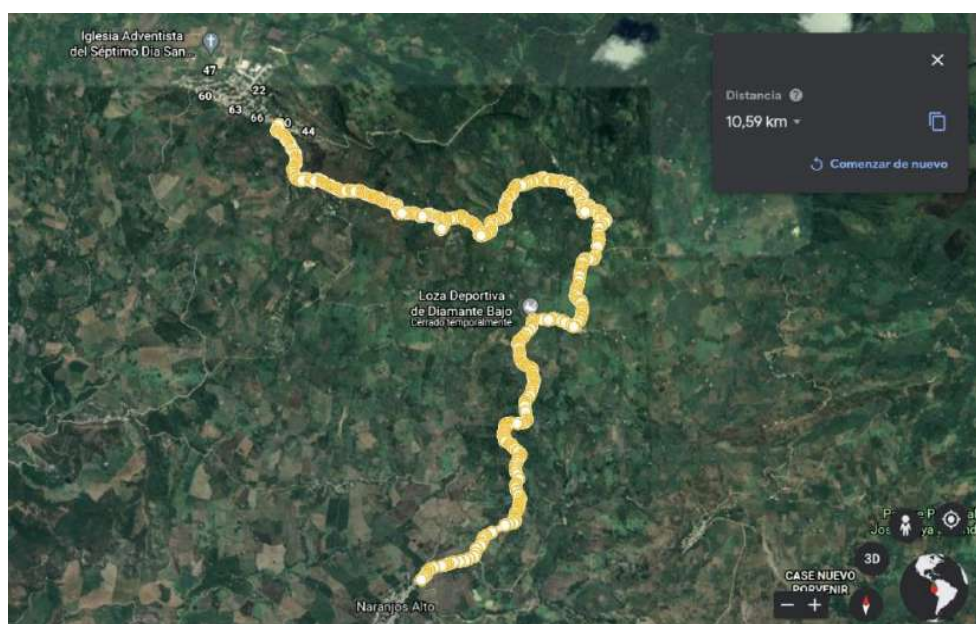
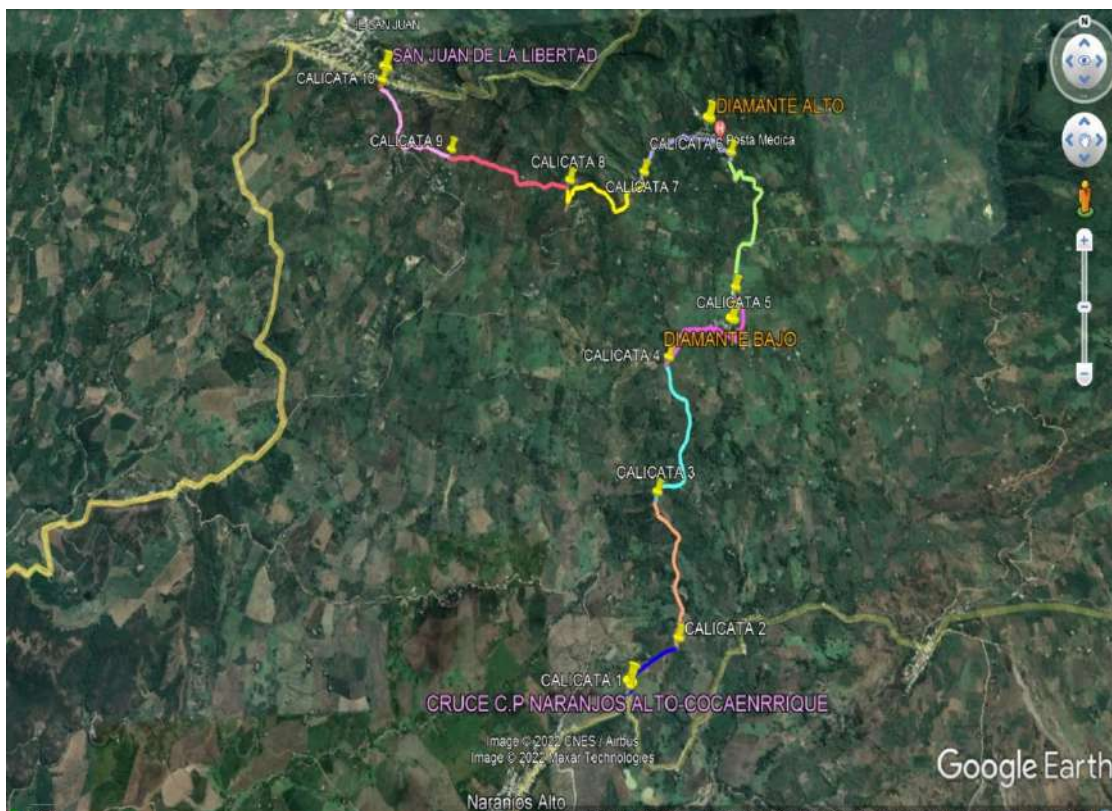


Figura 9 Carretera compuesta por 10.59 km

Posteriormente, se ejecutaron un total de 10 calicatas a cielo abierto, a una profundidad de 1.50 m, encontrándose un perfil estratigráfico compuesto por material de relleno, extendiéndose desde la superficie hasta 0.20m de profundidad, y a su vez, suelo arcilloso comprendido desde dicho nivel hasta fondo de excavación.

La excavación de las calicatas se realizó con maquinaria, a un costado del eje de la carretera, en un clima cálido y en un horario no muy transitado, donde su ubicación se presenta a continuación:



*Figura 10 Imagen satelital de la ubicación de las 10 calicatas*

Cabe recalcar que en ninguna calicata se encontró presencia de nivel freático, así mismo, por cada una se extrajo aproximadamente 25 kg de muestra de suelo, para luego ser trasladada en sacos a laboratorio.

Luego de extraer las 10 muestras, son llevadas al laboratorio, donde determinaremos el tipo de suelo que se encuentra en el área de estudio. (Ver Tabla 14)

### CALICATA 1



*Figura 11 Excavación de la calicata1*

### CALICATA 2



*Figura 12 Excavación de la calicata2*

**CALICATA 3**

*Figura 13 Excavación de la calicata3*

**CALICATA 4**

*Figura 14 Excavación de la calicata4*

### CALICATA 5



Figura 15 Excavación de la calicata 5

### CALICATA 6



Figura 16 Excavación de la calicata 6

### CALICATA 7



Figura 17 Excavación de la calicata 7

### CALICATA 8



Figura 18 Excavación de la calicata 8

### CALICATA 9



*Figura 19 Excavación de la calicata 9*

### CALICATA 10



*Figura 20 Excavación de la calicata 10*

Seguidamente, se elaboró el perfil estratigráfico por cada calicata, en que se detalla la profundidad de cada estrato, como también, las características de los mismos. Ver Tabla 14



*Figura 21 Análisis de las muestras para realizar el perfil estratigráfico*

#### Datos del perfil estratigráfico de las calicatas

CALICATA	PROFUNDIDAD	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	ASSHTO
1	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE ARENA ARCILLOSA LIMOSA DE COLOR MARRÓN OSCURO SIN NAPA FREÁTICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	SC	A-4(0)
2	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE ARENA ARCILLOSA LIMOSA DE COLOR ROJIZO SIN NAPA FREÁTICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	SC	A-4(1)
3	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-

	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE LIMO DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR NARANJA CON MANCHAS POMAS, SIN NAPA FREÁTICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	MH	A-7-5(18)
4	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE LIMO DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR AMARILLO CON MANCHAS NARANJAS, SIN NAPA FREÁTICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	MH	A-7-5(18)
5	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE GRAVA ARENOSA DE COLOR AMARILLO, SIN NAPA FREÁTICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	GC	A-2-4(0)
6	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR BEIGE, SIN NAPA FREÁTICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	CH	A-7-6(17)
7	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE ARENA LIMOSA DE COLOR CREMA, SIN NAPA FREÁTICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	SM	A-2-4(0)
8	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE ARENA LIMOSA DE COLOR MARRÓN OSCURO, SIN NAPA	M-02	SM	A-2-4(1)

		FREÁTICA NI DESPLAZAMIENTO			
9	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE GRAVA LIMOSA CON ARENA DE COLOR AMARILLENTO, SIN NAPA FREÁTICA NI DESPLAZAMIENTO	M-02	GM	A-1-b (0)
10	0 m - 0.20 m	MATERIA ORGÁNICA	M-01	-	-
	0.20 m - 1.50 m	SUELO COMPUESTO DE ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR NEGRO, SIN NAPA FREÁTICA NI DESPLAZAMIENTO	M-02	CH	A-7-6(17)

*Tabla 13 Perfiles estratigráficos de las calicatas*

## **Ensayos: Métodos y Procedimientos**

### **Ensayos Estandarizados**

En el Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos DG INGENIEROS S.A.C se llevó a cabo los ensayos para el suelo, los cuales fueron realizados de acuerdo al manual de ensayos de materiales para carreteras.

- Ensayo de contenido de humedad MTC E 108.
- Ensayo de Análisis Granulométrico: MTC E 107.
- Ensayo de Límites de Atterberg: MTC E 110.
- Ensayo Proctor Modificado: MTC E 115.
- Ensayo de CBR: MTC E 133.

El procedimiento para cada ensayo se hace solo con el suelo natural, de los cuales se determinará con cuales se trabajará para la combinación con CCA.

## Determinación del contenido de Humedad



Figura 22 Determinación del contenido de Humedad

## Granulometría por tamizado



Figura 23 Granulometría por tamizado

## Límites de Atterberg

### Límite líquido

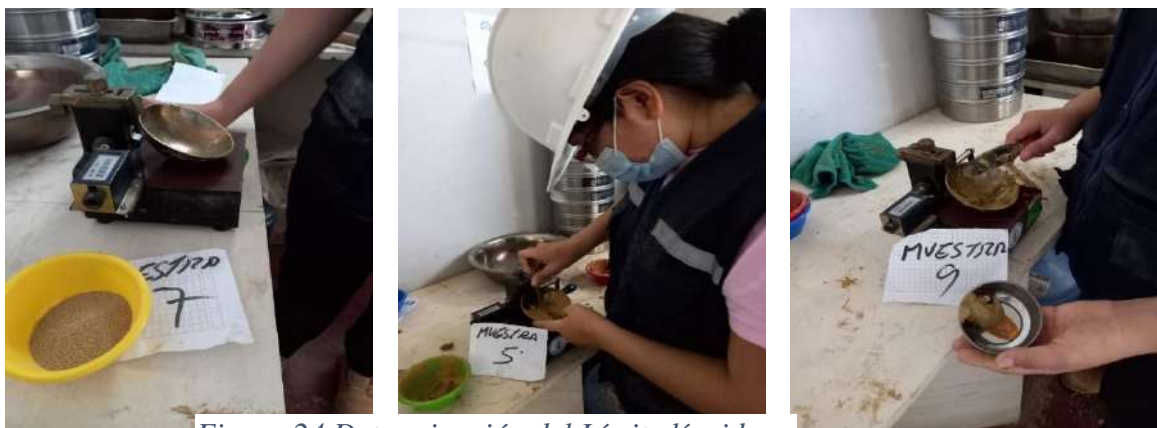


Figura 24 Determinación del Límite líquido



*Figura 25 Muestras en el horno*

### **Límite Plástico**



*Figura 26 Determinación del Límite Plástico*

### **Ensayo de Proctor Modificado**



*Figura 27 Ensayo de Proctor Modificado*

## Ensayo de CBR



*Figura 28 Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)*

### Resultados de los ensayos del suelo natural

CALICATAS	GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO			LÍMITES DE CONSISTENCIA			CLASIFICACION		HUMEDAD NATURAL (%)	PROCTOR		CBR (1")	
	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL	LP	IP	AASHTO	SUCS	%	M.D.S. (gr/cc)	O.G.H (%)	95%	100%
C-01	13.84	50.64	35.52	30.0	21.0	9.0	A-4(0)	SC	11.1	1.820	8.5	11.0	12.5
C-02	11.50	53.01	35.49	30.5	21.9	8.6	A-4(1)	SC	10.1	1.800	8.8	9.5	12.0
C-03	0.00	40.20	10.8	51.0	40.2	10.8	A-7-5(18)	MH	20.0	1.800	8.2	4.7	10.0
C-04	9.45	33.70	56.84	63.0	32.9	30.1	A-7-5(18)	MH	22.0	1.770	8.0	4.3	9.8
C-05	18.71	30.47	20.8	34.5	22.6	11.9	A-2-4(0)	GC	11.3	1.870	10.0	15.3	18.7
C-06	0.00	21.05	78.95	53.1	27.6	25.5	A-7-6(20)	CH	18.9	1.860	13.2	7.3	10.0
C-07	20.59	45.72	33.7	36.0	25.9	10.1	A-2-4(0)	SM	13.1	1.820	8.5	10.1	12.3
C-08	10.41	50.77	38.8	28.1	24.8	3.3	A-2-4(1)	SM	12.0	1.800	8.2	10.4	13.1
C-09	44.75	38.38	16.9	28.1	22.5	5.6	A-1-b(0)	GM	10.6	1.770	12.8	14.2	17.0
C-10	0.00	21.07	78.9	53.1	27.6	25.5	A-7-6(17)	MH	10.0	1.850	11.0	8.7	12.6

Tabla 14 Resumen de resultados de los ensayos del suelo natural

Basándose en los resultados de los ensayos de laboratorio, se determinó realizar la combinación del suelo natural con ceniza de cáscara de arroz para las muestras 2 (SC) y 4 (MH), realizando 4 muestras de cada una a una distancia de 1m.

Por ende, se regresó a campo para tomar 4 muestras de cada calicata indicada (2 y 4), y una vez extraídas las muestras del campo, se lleva al laboratorio para realizar los mismos ensayos que se hicieron para suelo natural pero ahora agregando CCA con los porcentajes de 5%, 10%, 15% y 20%.

## CALICATA 2



Figura 29 Excavación de las 4 calicatas (C-2)

**CALICATA 4**

*Figura 30 Excavación de las 4 calicatas (C-4)*



*Figura 31 Excavación de las 4 calicatas (C-4)*

Las CCA se recolectaron de la empresa. “Agroindustrial Molinera Chavo SAC”, ubicada en el distrito de Cajaruro, Bagua Grande, Amazonas.

Luego, se llevó al laboratorio para ser agregado a las muestras establecidas, pero antes se pasó por el tamiz N.º 16 ([Figura 32](#)), con la finalidad de eliminar la materia orgánica y los cristales de sílice.



*Figura 32 Tamizado de las CCA*

### Resultados de los ensayos físicos y químicos de las cenizas de cáscara de arroz

Se realizó los ensayos físicos y químicos de las CCA para determinar sus principales propiedades.

Estos ensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio de ensayo e investigación “SLab (Sistema de Servicios de Análisis Químicos S.A.C)”, ubicado en la ciudad de Lima; obteniendo como principal componente químico, la sílice en un 76.223 %, así también otros componentes físicos y químicos que se muestran a continuación:

Muestra	Parámetro	Unidad	Resultados
CCA	Gravedad específica	Sin unidad	0.65
	Humedad	%	2.07
	Peso específico	N/cc	6.37
	Ph (1:5)	Unid. pH	9.75

*Tabla 15 Ensayos fisicoquímicos de las CCA*

Para los ensayos de Fluorescencia de rayos X, se utilizó los siguientes equipos:

- SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos.
- XBarrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Muestra pulverizada pasante malla N°100.
- Límite de detección del equipo es 0.010%

Muestra	Composición química	Resultados (%)
CCA	Óxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	76.223 %
	Óxido de Calcio (CaO)	7.605 %
	Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	5.196 %
	Óxido de Magnesio (MgO)	2.389 %
	Óxido de Azufre (SO <sub>3</sub> )	1.894 %
	Óxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	1.147 %
	Óxido de Hierro ( Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.742 %
	Óxido de Aluminio ( Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.66 %
	Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	0.178 %
	Óxido de Manganeseo (MnO)	0.094 %
	Óxido de Zinc (ZnO)	0.072 %
	Pérdida por Calcinación	3.801 %

*Tabla 16 Composición Química de las CCA*

### Cálculo del porcentaje de cenizas de cáscara de arroz

Para calcular el porcentaje de cenizas de cáscara de arroz, se realiza a partir del contenido de humedad del suelo natural, como se muestra en los siguientes cálculos:

- ✓ Luego de tomar en cuenta el valor del contenido de humedad del suelo Natural de la calicata N.º 2 ( $W=10.1\%$ ), se halló la masa seca.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \qquad W_s = 25 - W_w$$

$$0.101 = \frac{W_w}{25 - W_w} \qquad W_s = 25 - 2.29$$

$$W_w = 2.29 \text{ kg} \qquad W_s = 22.71 \text{ kg}$$

- ✓ Para la M-1 con 5% de adición de CCA.

$$CCA = 5\%W_s$$

$$CCA = 0.05(22.71)$$

$$CCA = 1.14 \text{ kg}$$

- ✓ Para la M-2 con 10% de adición de CCA.

$$CCA = 10\%W_s$$

$$CCA = 0.10(22.71)$$

$$CCA = 2.27 \text{ kg}$$

- ✓ Para la M-3 con 15% de adición de CCA.

$$CCA = 15\%W_s$$

$$CCA = 0.15(22.71)$$

$$CCA = 3.41 \text{ kg}$$

- ✓ Para la M-4 con 20% de adición de CCA.

$$CCA = 20\%W_s$$

$$CCA = 0.20(22.71)$$

$$CCA = 4.54 \text{ kg}$$

- ✓ Luego de tomar en cuenta el valor del contenido de humedad del suelo Natural de la calicata N.º 4 ( $W=22\%$ ), se halló la masa seca

$$W = \frac{W_w}{W_s} \qquad W_s = 25 - W_w$$

$$0.22 = \frac{W_w}{25 - W_w} \qquad W_s = 25 - 4.51$$

$$W_w = 4.51 \text{ kg} \qquad W_s = 20.49 \text{ kg}$$

- ✓ Para la M-1 con 5% de adición de CCA.

$$CCA = 5\%W_s$$

$$CCA = 0.06(20.49)$$

$$CCA = 1.02 \text{ kg}$$

- ✓ Para la M-2 con 10% de adición de CCA.

$$CCA = 10\%W_s$$

$$CCA = 0.10(20.49)$$

$$CCA = 2.05 \text{ kg}$$

- ✓ Para la M-3 con 15% de adición de CCA.

$$CCA = 15\%W_s$$

$$CCA = 0.15(20.49)$$

$$CCA = 3.07 \text{ kg}$$

- ✓ Para la M-4 con 20% de adición de CCA.

$$CCA = 20\%W_s$$

$$CCA = 0.20(20.49)$$

$$CCA = 4.1 \text{ kg}$$

### Preparación de muestras con adición de CCA

Luego de hallar las masas de las adiciones de CCA, se procedió a pesar las CCA para agregar a las muestras de la calicata N°2 (M-1, M-2, M-3, M-4,) y de la calicata N°4 (M-1, M-2, M-3, M-4).



*Figura 33* Peso de las CCA para adicionar a las muestras de la calicata N°2



*Figura 34* Peso de las CCA para adicionar a las muestras de la calicata N°4

Posteriormente las muestras fueron preparadas con los porcentajes correspondientes y llevadas al laboratorio, donde se realizaron los ensayos a la M-1, M-2, M-3, M-4, de la calicata N°2 y N°4



*Figura 35 Preparación de las muestras (C-2) con los porcentajes correspondientes*



*Figura 36 Preparación de las muestras (C-4) con los porcentajes correspondientes*

Finalmente se realizó los mismos ensayos que al suelo natural (Contenido de Humedad, Granulometría por tamizado, Límites de Atterberg, Proctor Modificado, CBR).

### Evaluación técnica y económica

Para la evaluación técnica y económica se tuvo en cuenta diversas investigaciones, realizando una comparación de los materiales tradicionales, métodos y resultados obtenidos, que serán los datos necesarios en su aproximación al objeto de estudio de la presente investigación. A continuación, se muestra diversas investigaciones que serán de gran utilidad para la presente investigación:

ANTECEDENTES					
AUTORES	TITULO	ADITIVO	PORCENTAJE EN PESO UTILIZADOS	METODOLOGÍA	RESULTADOS
Wuelmer Antenor Mory Espinoza. 2020	“Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas”.	Cenizas de cáscara de arroz y cemento	5%, 10%, 15%	Se realizó la caracterización del suelo y las cenizas. Y también las pruebas de control del suelo y las mezclas.	Un 5% de CCA en el suelo arenoso, con una dosis de 4% de cemento, se logra la máxima capacidad de soporte. A 15%, el CBR de la mezcla disminuye respecto al 5% de ceniza, pero sigue siendo mayor al del suelo natural.
				Debido a la falta de cohesión del suelo, se usó un 4% de cemento como aglomerante, el cual se mantuvo constante en todas las mezclas.	
Emiliano Moreno Pérez	“Estabilización de Suelos Arcillosos con Residuos de la	Residuos de la construcción y demolición	12.5%, 25% y 50%	Se analizaron por distintas técnicas (DRX, MEB-EDS, XRF) 4	M(12.5%) no se formaron productos de reacción. M(25%) tiene la cantidad suficiente de

	construcción y demolición"			muestras de agregados reciclados provenientes de residuos de la construcción y demolición, 1 muestra de suelo arcilloso y 3 mezclas suelo – agua - agregado reciclado pulverizado	compuestos alcalinos para lograr el ataque químico de las arcillas y su posterior transformación. M(50%) se lograron las mejores micrografías
Aldo Daniel Vilchez Burga. 2019	“Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la subrasante en la vía de Evitamiento Jaén- Cajamarca”.	Cenizas de cáscara de arroz	3%, 5% y 10%	Mediante estudios experimentales se logra cambios favorables en las resistencia, humedad y densidad de la muestra esto se verá reflejado en los cambios de su CBR, índice de plasticidad y peso específico.	El aumento más notorio es en la mezcla con ceniza de cascara de arroz de 10%, el CBR para esta aumento de 3.8% a 12.4%, más de 3 veces su valor inicial
Llamoga Vásquez, Luz Yanet. 2016	“Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de	Cenizas de cáscara de arroz y cal	4%, 7%, 10%	Se realizó la caracterización del suelo natural, su plasticidad, expansión y capacidad portante (CBR); así como el suelo	El CBR se incrementó de 2.85% a 4.52% para un contenido de ceniza del 4%; de para un 7%, el CBR se incrementó de 2.85% a 7.8%; sin embargo para 10% , el

	cascarilla de arroz, Cajamarca"			combinado con ceniza de cascarilla de arroz en los porcentajes establecidos	CBR disminuyó del 2.85% a 2.00%
				Se determinó el contenido óptimo de cal	
Gomez Albitres, Daniel y Gonzáles Ríos, Yeng. 2020	"Mejoramiento del suelo utilizando cenizas de cáscara de arroz en la pavimentación AA. HH. Tahuantinsuyo, Nuevo Chimbote-Ancash"	Cenizas de cáscara de arroz	4%, 7%, 10%	Se realizó los ensayos correspondientes para determinar el tipo de suelo, contenido de humedad, granulometría, límite plástico, límite líquido, ensayos de CBR y proctor modificado.	Para el suelo natural el CBR fue de 11.7% y con la adición de CCA al 4%, 7% y 10%, se obtuvo un CBR en 14.90%, 18.00% y 20.70%, respectivamente
Julca Tarazona, Prudencio Faustino	"Análisis de suelos arcillosos con ceniza de hoja maíz y carbón molido para estabilización de subrasante, camino vecinal Áncash"	ceniza de hoja maíz y carbón molido	3%, 5.5% y 8%	En primera instancia se realiza el ensayo del suelo natural, así mismo con la mezcla de ceniza de hoja de maíz y con carbón molido, hasta alcanzar propiedades físicas mecánicas adecuadas.	Se determinó, C.B.R de 100% representa un incremento de 40.2%, 51%, 59.2, con respecto al suelo natural

Santiago Ernesto Quezada Osoria - 2017	"Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación"	concha pico de pato y concha de abanico trituradas	20%, 40%, 60% y 80%	Las conchas empleadas trituradas, obteniendo partículas de tamaños entre 4.75 mm y 0.075 mm. Se realizaron 4 mezclas con proporciones variables de concha para las 2 especies y se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas	El suelo natural, CBR = 2%. A partir del 20% para la concha de abanico (CBR = 10+) y de un 60% para la concha pico de pato (CBR = 15+), el suelo se consideraría apropiado
Hurtado Flores, Edwin Walter. 2020	Uso de cenizas de rastrojo de maíz en las propiedades físicamecánicas de suelos arcillosos en la carretera PasacanchaAndaymayo, Ancash	cenizas de rastrojo de maíz	14%,21% y 28%	Se evaluó los ensayos a suelo natural y con las cenizas de rastrojo de maíz, para la evaluación de sus propiedades físicas - mecánicas	El mejor CBR que logra obtener es con el 21% dando como resultado al 95% de CBR de 14.704% y de 100% CBR resultado de 14.33%.
<b>Investigación propia</b>		<b>Cenizas de cáscara de arroz</b>	<b>5%, 10%, 15% y 20%</b>	<b>Se realizó los ensayos correspondientes para determinar el tipo de suelo, contenido de humedad, granulometría, límite plástico, límite líquido,</b>	<b>El suelo natural, CBR = 12% Y 9.8%. Para la adición de 5%, 10% y 15% se obtuvo 13.5%, 15% y 17% (M2) y 12.95%, 13.3% y 14.2 (M4); sin embargo para el 20% el CBR disminuyó.</b>

			<b>ensayos de CBR y proctor modificado.</b>	
--	--	--	---	--

Una vez centrada toda la investigación, se realiza la evaluación del proyecto de investigación en donde se hace un análisis de sensibilidad para diferentes escenarios de variables importantes como el precio, costos de construcción, entre otros, obteniendo así un valor económico en cuanto el uso de las CCA.

Dentro de esta evaluación se detalla los siguientes cálculos:

### **Espesor de afirmado**

Para el cálculo del espesor de la capa de afirmado se eligió como representativa la siguiente ecuación del método AUSTROADS, que relaciona el CBR y la carga actuante sobre el afirmado:

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10}(N_{rep}/120)$$

Donde:

$e$  = espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = valor del CBR de la subrasante.

$N_{rep}$  = número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

EE = Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes

Para calcular de EE de 8.2 tn se usará la siguiente expresión por tipo de vehículos pesados considerados:

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}} = \sum (EE_{dia-carril} * Fca * 365)$$

Donde:

$Fca$  = Factor de crecimiento acumulado

365 = Número de días del año

$EE_{dia-carril}$  = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado

$$EE_{dia-carril} = IMD_{pi} * Fd * Fc * Fv_{pi} * F_{pi}$$

Donde:

$IMD_{pi}$  = Índice Medio Diario

$F_d$  = Factor Direccional

$F_c$  = Factor Carril de diseño

$F_{vpi}$  = Factor vehículo pesado

$F_{pi}$  = Factor de Presión de neumáticos

							Factor de camión	
C2	E1=	7	tn	EE=	1.265366749	EE	28.5127146	tn
	E2=	10	tn	EE=	2.211793566	EE		
C3	E1=	7	tn	EE=	1.265366749	EE	20.7128045	tn
	E2=	8	tn	EE=	1.260585019	EE		
	E3=	8				EE		

Considerando un camión C2 según el Manual de Carreteras, pesando el eje delantero (E1) 7 tn y el eje posterior simple (E2) 10 tn. Así también, un camión C3, donde el eje delantero (E1) es de 7 tn y los ejes posteriores (E2) 8 tn y (E3) 8 tn.

A continuación, se muestra las fórmulas para calcular EE para afirmados:

$$EE_{S1} = [P/6.6]^4$$

$$EE_{S2} = [P/8.2]^4$$

$$EE_{TA2} = [P/15.1]^4$$

Repeticiones diarias

C2	
Día 1	Transcurrió
1	25
2	38
3	26
4	33
5	42
6	21
7	18
Total	203
Repeticiones diarias	203/7
	29

C3	
Día 1	Transcurrió
1	27
2	48
3	32
4	29
5	36
6	24
7	12
Total	208
Repeticiones diarias	208/7
	29.71

## Factor Estacional

TRIMESTRE	DEMANDA	PROMEDIO	FACTOR ESTACIONAL
1	870	815	96%
2	990	943	111%
3	840	785	93%
4	720	850	100%
1	760	815	96%
2	896	943	111%
3	730	785	93%
4	980	850	100%
	848.25		100%

TIPO DE VEHÍCULO	EJES DE CARGA	FACTOR DE EQUIVALENCIA	REPETICIONES DIARIAS	FACTOR ESTACIONAL	EJES EQUIVALENTES
C2	7	1.2653667	29	1.11	40.7321556
	11	2.2117936	29	1.11	71.1976349
C3	7	1.2653667	29.71428571	1.11	41.7354107
	16	1.260585	29.71428571	1.11	41.5776956
					195.242897

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}} = \sum(EE_{dia-carril} * Fca * 365)$$

$$N_{rep} \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}} = 463213.77$$

Se sabe que el CBR para la muestra 2 y 4 es 14 y 11.5, respectivamente. Por ende, se procede a calcular el espesor del afirmado:

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10}(N_{rep}/120)$$

$$e = 0.20 \text{ m}$$

Tomando un espesor de 0.20

### **Metrados y Presupuesto**

Luego se realizó una comparación de costos, para ello se tomó un listado de partidas y se obtuvo el presupuesto para los proyectos con y sin adición de CCA. Teniendo en cuenta los expedientes técnicos de la OSCE, que es la entidad oficial del gobierno peruano encargada de todos los procesos de contratación que vinculen a empresas y particulares con los diversos elementos estatales, sus entidades autónomas, empresas estatales o empresas en las que el estado esté involucrado.

Así también, se tomó en cuenta los proyectos realizados en la municipalidad del distrito de Cajaruro.

En los siguientes cuadros se muestra los metrados y presupuesto que se realizó para comparar los costos del proyecto.



01.05.01	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA AFIRMADO	m3	1.00	3.00	10,059.00	0.15	1.30	5,884.52	<b>5,884.52</b>
<b>01.06</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>								
01.06.01	INSTALACIÓN DE POSTES KILOMÉTRICOS	und	3.00				1.00	3.00	<b>3.00</b>
01.06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	11.00				1.00	11.00	<b>11.00</b>
01.06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	6.00				1.00	6.00	<b>6.00</b>
01.06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00				1.00	2.00	<b>2.00</b>
<b>01.07</b>	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>								
01.07.01	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00				1.00	1.00	<b>1.00</b>
<b>01.08</b>	<b>VARIOS</b>								
01.08.01	ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE CANTERA PARA AFIRMADO	glb	1.00				1.00	1.00	<b>1.00</b>
<b>01.09</b>	<b>FLETE</b>								
01.09.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00				1.00	1.00	<b>1.00</b>
									<b>80,515.06</b>

*Tabla 17 Metrados del proyecto sin adición de CCA*

**Presupuesto para el proyecto sin adición de CCA**

Partida	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Total
<b>01</b>	<b>"MEJORAMIENTO DE TROCHA CARROZABLE CRUCE NARANJOS ALTO-COCAENRIQUE A SAN JUAN DE LA LIBERTAD"</b>				
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x2.40	und	1	S/.731.96	<b>S/.731.96</b>
01.01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1	S/. 19,800.00	<b>S/. 19,800.00</b>
01.01.03	TRAZO Y REPLANTEO (EN CARRETERAS)	km	11	S/.858.70	<b>S/. 9,093.63</b>
01.01.04	ALQUILER DE ALMACÉN DE OBRA	glb	11	S/. 2,500.00	<b>S/. 26,475.00</b>
<b>01.02</b>	<b>SEGURIDAD EN OBRA</b>				
01.02.01	CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	glb	1	S/. 1,000.00	<b>S/. 1,000.00</b>
01.02.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1	S/. 8,985.30	<b>S/. 8,985.30</b>
01.02.03	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVO	glb	1	S/. 1,135.22	<b>S/. 1,135.22</b>
01.02.04	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD EN OBRA	glb	1	S/.565.20	<b>S/.565.20</b>
<b>01.03</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE EL COVID-19</b>				
01.03.01	IMPLEMENTACIÓN DEL TÓPICO DE RESPUESTAS A COVID-19	glb	1	S/. 1,572.50	<b>S/. 1,572.50</b>
01.03.02	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN OBRA	mes	3	S/. 1,133.72	<b>S/. 3,401.16</b>
01.03.03	LAVADO Y DESINFECCIÓN DE MANOS OBLIGATORIO	mes	3	S/.114.20	<b>S/.342.60</b>
01.03.04	MEDIDAS PREVENTIVAS COLECTIVAS	glb	1	S/.502.00	<b>S/.502.00</b>
01.03.05	MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	mes	3	S/.780.00	<b>S/. 2,340.00</b>
<b>01.04</b>	<b>CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE</b>				
01.04.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	13,731	S/.7.71	<b>S/. 105,862.42</b>
01.04.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	13,731	S/.16.74	<b>S/. 229,849.16</b>
01.04.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUPERFICIE CON EQUIPO	m2	35,207	S/.2.00	<b>S/. 70,413.00</b>

01.04.04	MATERIAL AFIRMADO DE CANTERA P/ESTABILIZADO E=0.20m	m3	11,900	S/61.15	<b>S/. 727,672.59</b>
<b>01.05</b>	<b>TRANSPORTE</b>				
01.05.01	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA AFIRMADO	m3	5,885	S/20.90	<b>S/. 122,986.36</b>
<b>01.06</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				
01.06.01	INSTALACIÓN DE POSTES KILOMÉTRICOS	und	3	S/204.12	<b>S/. 612.36</b>
01.06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	11	S/689.59	<b>S/. 7,585.49</b>
01.06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	6	S/806.35	<b>S/. 4,838.10</b>
01.06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2	S/1,307.97	<b>S/. 2,615.94</b>
<b>01.07</b>	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				
01.07.01	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1	S/8,998.63	<b>S/. 8,998.63</b>
<b>01.08</b>	<b>VARIOS</b>				
01.08.01	ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE CANTERA PARA AFIRMADO	glb	1	S/350.00	<b>S/. 350.00</b>
<b>01.09</b>	<b>FLETE</b>				
01.09.01	FLETE TERRESTRE	glb	1	S/7,200.00	<b>S/. 7,200.00</b>
COSTO DIRECTO					<b>S/. 1,364,928.62</b>
GASTOS GENERALES					S/. 55,117.32
UTILIDAD (10%)					S/. 136,492.86
SUBTOTAL					S/. 1,556,538.81
IGV (18%)					<b>S/. 280,176.99</b>
TOTAL, DEL PRESUPUESTO EN EJECUCIÓN					<b>S/. 1,836,715.79</b>

*Tabla 18 Presupuesto del proyecto sin adición de CCA*

### Metrado para el proyecto con adición de CCA

Partida	Descripción	Unidad	N° Veces	DIMENSIONES			FACTOR	PARCIAL	Total
				Ancho	Largo	Alto			
<b>01</b>	<b>"MEJORAMIENTO DE TROCHA CARROZABLE CRUCE NARANJOS ALTO-COCAENRIQUE A SAN JUAN DE LA LIBERTAD"</b>								
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>								
01.01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x2.40	und	1				1.00	1.00	<b>1.00</b>
01.01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1				1.00	1.00	<b>1.00</b>
01.01.03	TRAZO Y REPLANTEO (EN CARRETERAS)	km	1		10.59		1.00	10.59	<b>10.59</b>
01.01.04	ALQUILER DE ALMACÉN DE OBRA	glb	1				1.00	10.59	<b>10.59</b>
<b>01.02</b>	<b>SEGURIDAD EN OBRA</b>								
01.02.01	CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	glb	1				1.00	1.00	<b>1.00</b>
01.02.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1				1.00	1.00	<b>1.00</b>
01.02.03	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVO	glb	1				1.00	1.00	<b>1.00</b>
01.02.04	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD EN OBRA	glb	1				1.00	1.00	<b>1.00</b>
<b>01.03</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE EL COVID-19</b>								
01.03.01	IMPLEMENTACIÓN DEL TÓPICO DE RESPUESTAS A COVID-19	glb	1.00				1.00	1.00	<b>1.00</b>
01.03.02	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN OBRA	mes	3.00				1.00	3.00	<b>3.00</b>
01.03.03	LAVADO Y DESINFECCIÓN DE MANOS OBLIGATORIO	mes	3.00				1.00	3.00	<b>3.00</b>
01.03.04	MEDIDAS PREVENTIVAS COLECTIVAS	glb	1.00				1.00	1.00	<b>1.00</b>
01.03.05	MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	mes	3.00				1.00	3.00	<b>3.00</b>
<b>01.04</b>	<b>CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE</b>								
01.04.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	1	3.50	10,059.00	0.30	1.30	13,730.54	<b>13,730.54</b>
01.04.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	1	3.50	10,059.00	0.30	1.30	13,730.54	<b>13,730.54</b>
01.04.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUPERFICIE CON EQUIPO	m2	1	3.50	10,059.00	0.20	1.00	35,206.50	<b>35,206.50</b>
01.04.04	MATERIAL AFIRMADO DE CANTERA P/ESTABILIZADO E=0.20m	m3	1	3.50	10,059.00	0.20	1.30	9,153.69	<b>9,153.69</b>

01.04.05	CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ	kg	1	81,477.90			1.00	81,477.90	<b>81,477.90</b>
01.04.06	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ	m3	2	0.53	81,477.90	0.20	1.00	8,555.18	<b>17,110.36</b>
<b>01.05</b>	<b>TRANSPORTE</b>								
01.05.01	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA AFIRMADO	m3	1.00	3.00	10,059.00	0.15	1.30	5,884.52	<b>5,884.52</b>
<b>01.06</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>								
01.06.01	INSTALACIÓN DE POSTES KILOMÉTRICOS	und	3.00				1.00	3.00	<b>3.00</b>
01.06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	11.00				1.00	11.00	<b>11.00</b>
01.06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	6.00				1.00	6.00	<b>6.00</b>
01.06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2.00				1.00	2.00	<b>2.00</b>
<b>01.07</b>	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>								
01.07.01	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00				1.00	1.00	<b>1.00</b>
<b>01.08</b>	<b>VARIOS</b>								
01.08.01	ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE CANTERA PARA AFIRMADO	glb	1.00				1.00	1.00	<b>1.00</b>
<b>01.09</b>	<b>FLETE</b>								
01.09.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00				1.00	1.00	<b>1.00</b>
									<b>176,357.21</b>

*Tabla 19 Metrado para el proyecto con adición de CCA*

**Presupuesto para el proyecto sin adición de CCA**

Partida	Descripción	Unidad	Metrado	Precio	Total
<b>01</b>	<b>"MEJORAMIENTO DE TROCHA CARROZABLE CRUCE NARANJOS ALTO-COCAENRIQUE A SAN JUAN DE LA LIBERTAD"</b>				
<b>01.01</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
01.01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x2.40	und	1	S/.731.96	<b>S/.731.96</b>
01.01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1	S/.19,800.00	<b>S/.19,800.00</b>
01.01.03	TRAZO Y REPLANTEO (EN CARRETERAS)	km	10.59	S/.858.70	<b>S/.9,093.63</b>
01.01.04	ALQUILER DE ALMACÉN DE OBRA	glb	11	S/.2,500.00	<b>S/.26,475.00</b>
<b>01.02</b>	<b>SEGURIDAD EN OBRA</b>				
01.02.01	CAPACITACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	glb	1	S/.1,000.00	<b>S/.1,000.00</b>
01.02.02	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	1	S/.8,985.30	<b>S/.8,985.30</b>
01.02.03	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVO	glb	1	S/.1,135.22	<b>S/.1,135.22</b>
01.02.04	SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD EN OBRA	glb	1	S/.565.20	<b>S/.565.20</b>
<b>01.03</b>	<b>MEDIDA DE PREVENCIÓN Y RESPUESTA ANTE EL COVID-19</b>				
01.03.01	IMPLEMENTACIÓN DEL TÓPICO DE RESPUESTAS A COVID-19	glb	1	S/.1,572.50	<b>S/.1,572.50</b>
01.03.02	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN EN OBRA	mes	3	S/.1,133.72	<b>S/.3,401.16</b>
01.03.03	LAVADO Y DESINFECCIÓN DE MANOS OBLIGATORIO	mes	3	S/.114.20	<b>S/.342.60</b>
01.03.04	MEDIDAS PREVENTIVAS COLECTIVAS	glb	1	S/.502.00	<b>S/.502.00</b>
01.03.05	MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL	mes	3	S/.780.00	<b>S/.2,340.00</b>
<b>01.04</b>	<b>CONFORMACIÓN DE SUBRASANTE</b>				
01.04.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE	m3	13,731	S/.7.71	<b>S/.105,862.42</b>
01.04.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m3	13,731	S/.16.74	<b>S/.229,849.16</b>
01.04.03	PERFILADO Y COMPACTADO DE SUPERFICIE CON EQUIPO	m2	7,041	S/.2.00	<b>S/.14,082.60</b>
01.04.04	MATERIAL AFIRMADO DE CANTERA P/ESTABILIZADO E=0.20m	m3	9,154	S/.61.15	<b>S/.559,748.14</b>

01.04.05	CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ	kg	81,478	S/.2.00	<b>S/.162,955.80</b>
01.04.06	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ	m3	8,555	S/.25.00	<b>S/.213,879.49</b>
<b>01.05</b>	<b>TRANSPORTE</b>				
01.05.01	CARGUÍO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA AFIRMADO	m3	5,885	S/.20.90	<b>S/.122,986.36</b>
<b>01.06</b>	<b>SEÑALIZACIÓN</b>				
01.06.01	INSTALACIÓN DE POSTES KILOMÉTRICOS	und	3	S/.204.12	<b>S/.612.36</b>
01.06.02	SEÑALES PREVENTIVAS	und	11	S/.689.59	<b>S/.7,585.49</b>
01.06.03	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	6	S/.806.35	<b>S/.4,838.10</b>
01.06.04	SEÑALES INFORMATIVAS	und	2	S/.1,307.97	<b>S/.2,615.94</b>
<b>01.07</b>	<b>MITIGACIÓN AMBIENTAL</b>				
01.07.01	MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1	S/.8,998.63	<b>S/.8,998.63</b>
<b>01.08</b>	<b>VARIOS</b>				
01.08.01	ANÁLISIS DE SELECCIÓN DE CANTERA PARA AFIRMADO	glb	1	S/.350.00	<b>S/.350.00</b>
<b>01.09</b>	<b>FLETE</b>				
01.09.01	FLETE TERRESTRE	glb	1	S/.7,200.00	<b>S/.7,200.00</b>
COSTO DIRECTO					<b>S/.1,517,509.07</b>
GASTOS GENERALES					S/.55,117.32
UTILIDAD (10%)					S/.151,750.91
SUBTOTAL					S/.1,724,377.30
IGV (18%)					<b>S/.310,387.91</b>
TOTAL, DEL PRESUPUESTO EN EJECUCIÓN					<b>S/.2,034,765.21</b>

*Tabla 20 Presupuesto para el proyecto con adición de CCA*

## Resultados y Discusión

Luego de realizar los ensayos correspondientes al suelo natural con adición de CCA con los porcentajes establecidos, se obtuvo los siguientes resultados:

### Análisis granulométrico por tamizado

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				
TIPO DE MUESTRA		CALICATA 2		
		% GRAVA	% ARENA	%FINOS
<b>S-100</b>	<b>0%</b>	11.5	53.01	35.49
<b>S-95 / 5-CCA</b>	<b>5%</b>	5.35	48.05	46.6
<b>S-90 / 10-CCA</b>	<b>10%</b>	5.09	46.08	48.83
<b>S-85 / 15-CCA</b>	<b>15%</b>	5.08	45.22	49.7
<b>S-80 / 20-CCA</b>	<b>20%</b>	1.65	48.93	49.43

*Tabla 21 Resultado del Análisis granulométrico por tamizado(C2)*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO				
TIPO DE MUESTRA		CALICATA 4		
		% GRAVA	% ARENA	%FINOS
<b>S-100</b>	<b>0%</b>	9.45	33.7	56.84
<b>S-95 / 5-CCA</b>	<b>5%</b>	3.33	35.79	60.88
<b>S-90 / 10-CCA</b>	<b>10%</b>	3.23	34.71	62.06
<b>S-85 / 15-CCA</b>	<b>15%</b>	3.11	33.36	63.53
<b>S-80 / 20-CCA</b>	<b>20%</b>	3.2	34.36	62.44

*Tabla 22 Resultado del Análisis granulométrico por tamizado(C2)*

La [Figura 37.](#) y [Figura 38.](#) muestran las gráficas que representa cada combinación (5%, 10%, 15% y 20%). Se puede observar que la clasificación del suelo no cambia considerablemente al agregarle la ceniza, en las muestras de la calicata N.º 2 y 4.

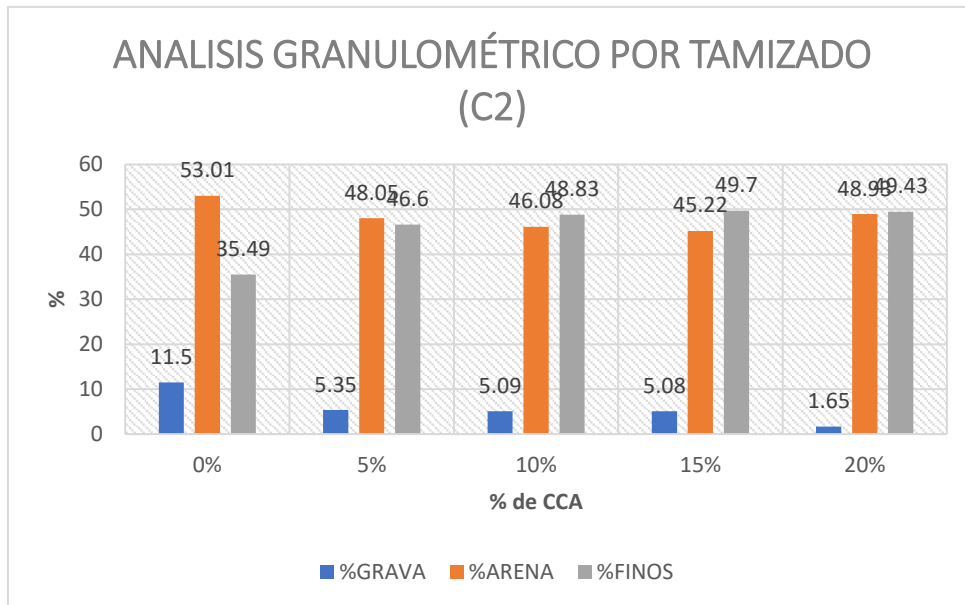


Figura 37 Representación gráfica del Análisis granulométrico por tamizado (C-4)

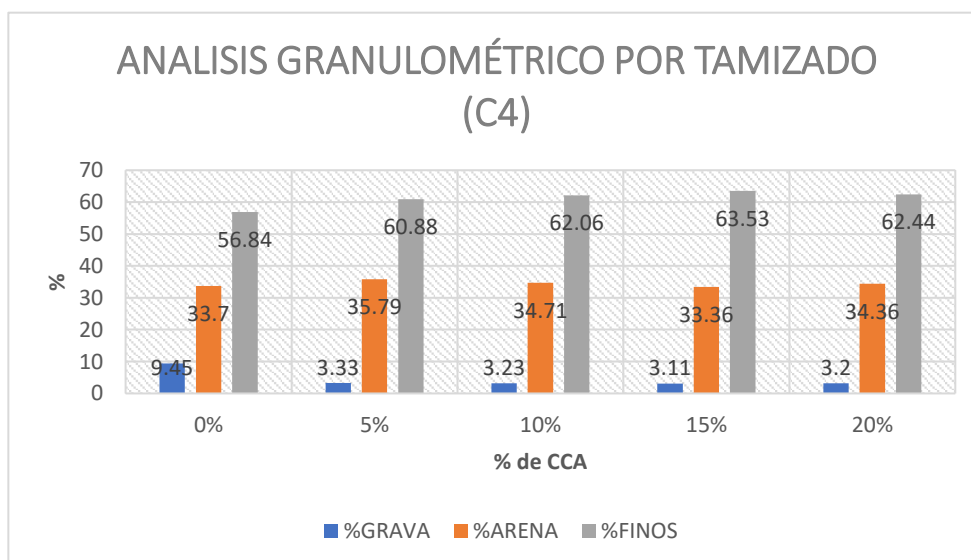


Figura 38 Representación gráfica del Análisis granulométrico por tamizado (C-2)

CLASIFICACIÓN DE SUELO (SUCS /ASSHTO)			
TIPO DE MUESTRA	CALICATA 2		
	SUCS		AASHTO
S-100	SC	ARENA ARCILLOSA	A-4(1)
S-95 / 5-CCA	SC	ARENA ARCILLOSA	A-4(1)
S-90 / 10-CCA	SC	ARENA ARCILLOSA	A-4(2)
S-85 / 15-CCA	SC	ARENA ARCILLOSA	A-4(2)
S-80 / 20-CCA	SC	ARENA ARCILLOSA	A-4(2)

Tabla 23 Resultado de la Clasificación de suelo (SUCS /ASSHTO) (C-2) (C-4)

CLASIFICACIÓN DE SUELO (SUCS /ASSHTO)			
TIPO DE MUESTRA	CALICATA 4		
	SUCS		AASHTO
S-100	M H	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD	A - 7 - 5 (18)
S-95 / 5-CCA	C H	ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD	A - 7 - 6(17)
S-90 / 10-CCA	M H	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD	A - 7 - 5 (19)
S-85 / 15-CCA	M H	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD	A - 7 - 5 (19)
S-80 / 20-CCA	M H	LIMO DE ALTA PLASTICIDAD	A - 7 - 5 (19)

Tabla 24 Resultado de la Clasificación de suelo (SUCS /ASSHTO) (C-4)

### Clasificación de Suelo (SUCS /ASSHTO)

Para cada combinación (5%, 10%, 15% y 20%), se puede observar que la clasificación del suelo no cambia al agregarle la ceniza, es decir, para las muestras de la calicata N°2, sigue siendo una arena arcillosa (SC) en el sistema SUCS y un suelo A-4(1) y A-4(2) en el sistema AASTHO; para las muestras de la calicata N°4, sigue siendo limo de alta plasticidad (MH) en el sistema SUCS y un suelo A-7-5(18) y A-7-5(19) en el sistema AASTHO.

### Límites de consistencia

Los resultados para la calicata N°2 y N°4 se detallan en la Tabla 28:

LÍMITES DE CONSISTENCIA (LL, LP, IP)							
TIPO DE MUESTRA		CALICATA 2			CALICATA 4		
		LL (%)	LP (%)	IP (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
S-100	0%	30.5	21.9	8.6	63	32.9	30.1
S-95 / 5-CCA	5%	28.7	19.3	9.4	60	29	31
S-90 / 10-CCA	10%	28.3	18.4	9.9	63.1	31.8	31.3
S-85 / 15-CCA	15%	28.2	18.5	9.7	63.5	32.1	31.4
S-80 / 20-CCA	20%	28	18.5	9.5	64	32.1	31.9

Tabla 25 Resultado de los Límites De Consistencia (LL, LP, IP) (C-2) (C-4)

Así mismo, se muestra los resultados en las siguientes gráficas:

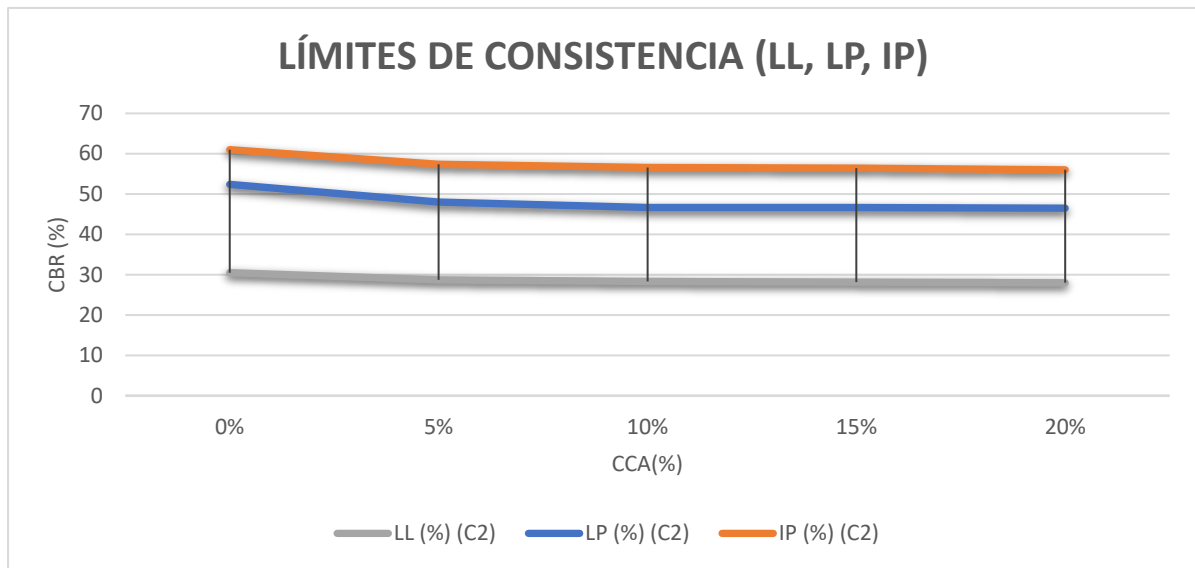


Figura 39 Representación gráfica de Límites De Consistencia (LL, LP, IP) (C-2)

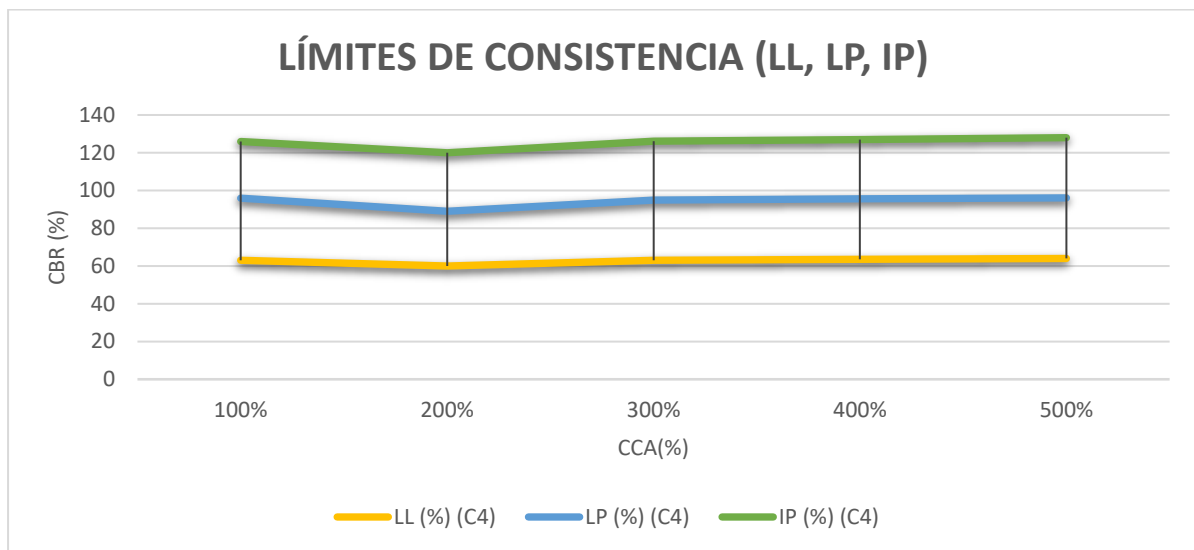


Figura 40 Representación gráfica de Límites De Consistencia (LL, LP, IP) (C-4)

### Proctor modificado

En la [Tabla 27](#), se indica un resumen de los resultados del ensayo con sus diferentes adiciones de CCA (5%, 10, 15% y 20%). Asimismo, se muestra que las combinaciones con mayor porcentaje de CCA aumentan considerablemente

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)					
TIPO DE MUESTRA		CALICATA 2		CALICATA 4	
		DSM (g./cm <sup>3</sup> )	OCH (%)	DSM (g./cm <sup>3</sup> )	OCH (%)
S-100	0%	1.8	8.8	1.77	8
S-95 / 5-CCA	5%	1.96	10.3	1.88	10
S-90 / 10-CCA	10%	1.96	10.8	1.92	10.4
S-85 / 15-CCA	15%	1.95	11	1.92	12.3
S-80 / 20-CCA	20%	1.94	11.1	1.95	11.2

Tabla 26 Resultados del Ensayo Proctor Modificado (C-2) (C-4)

Con los datos obtenidos en la tabla anterior, se realizó una representación gráfica (Figura 41) “Densidad seca Máxima vs Adición de CCA”.

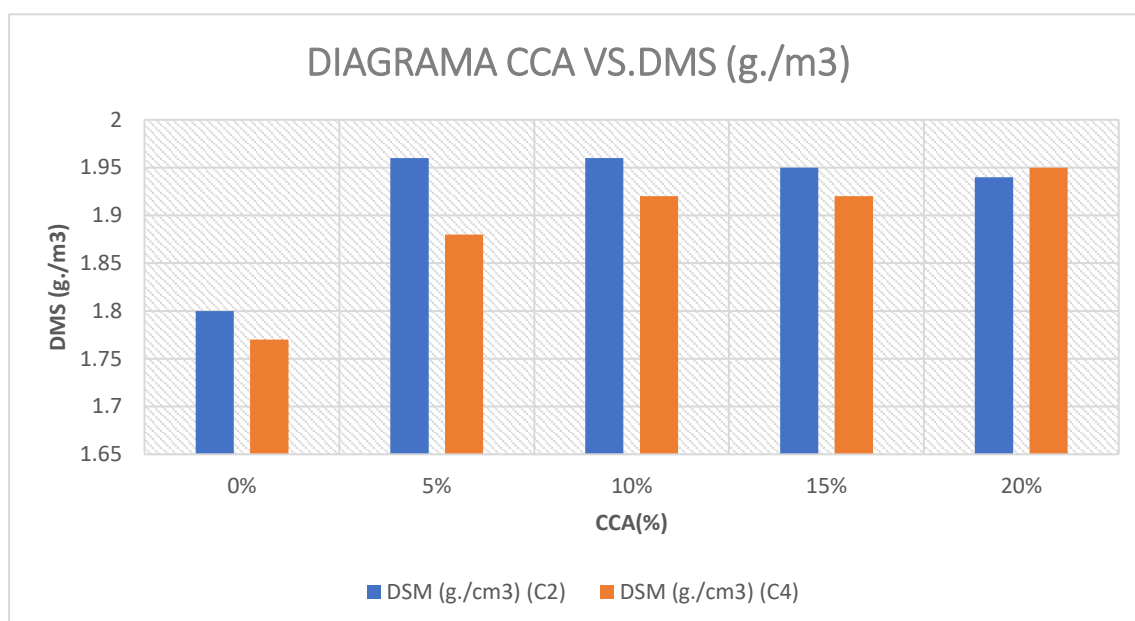
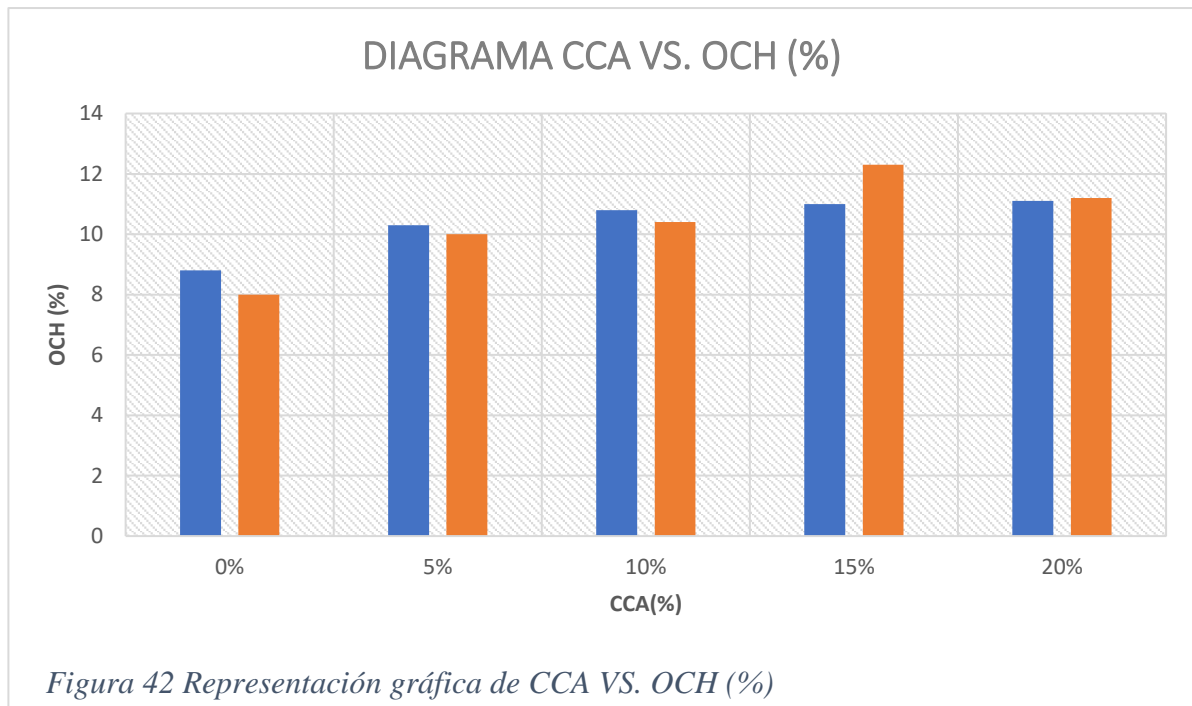


Figura 41 Representación gráfica de CCA VS. DMS

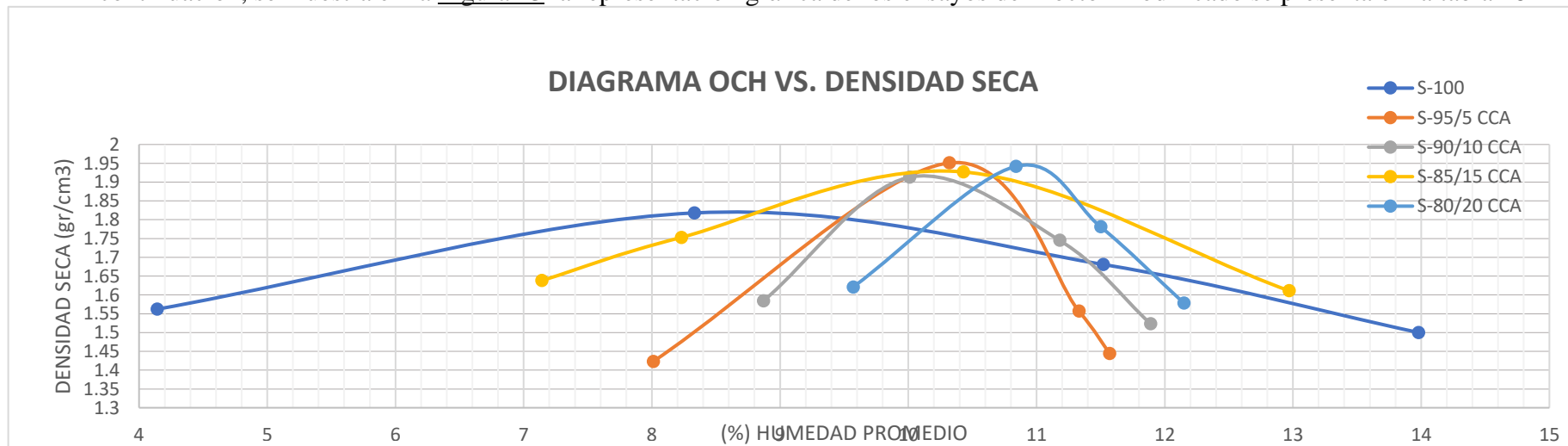


A continuación, se presenta la Tabla 28 donde se aprecia Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la Calicata N.º 2

*Tabla 27 Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la Calicata N.º 2*

C-2									
S-100		S-95/5 CCA		S-90/10 CCA		S-85/15 CCA		S-80/20 CCA	
Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )
4.14	1.562	8.01	1.423	8.87	1.584	7.14	1.638	9.57	1.621
8.33	1.818	10.32	1.951	10.01	1.913	8.23	1.753	10.84	1.942
11.52	1.681	11.33	1.557	11.18	1.745	10.43	1.927	11.5	1.781
13.98	1.5	11.57	1.444	11.89	1.523	12.97	1.611	12.15	1.578

A continuación, se muestra en la Figura 43 la representación gráfica de los ensayos de Proctor Modificado se presenta en la tabla 18



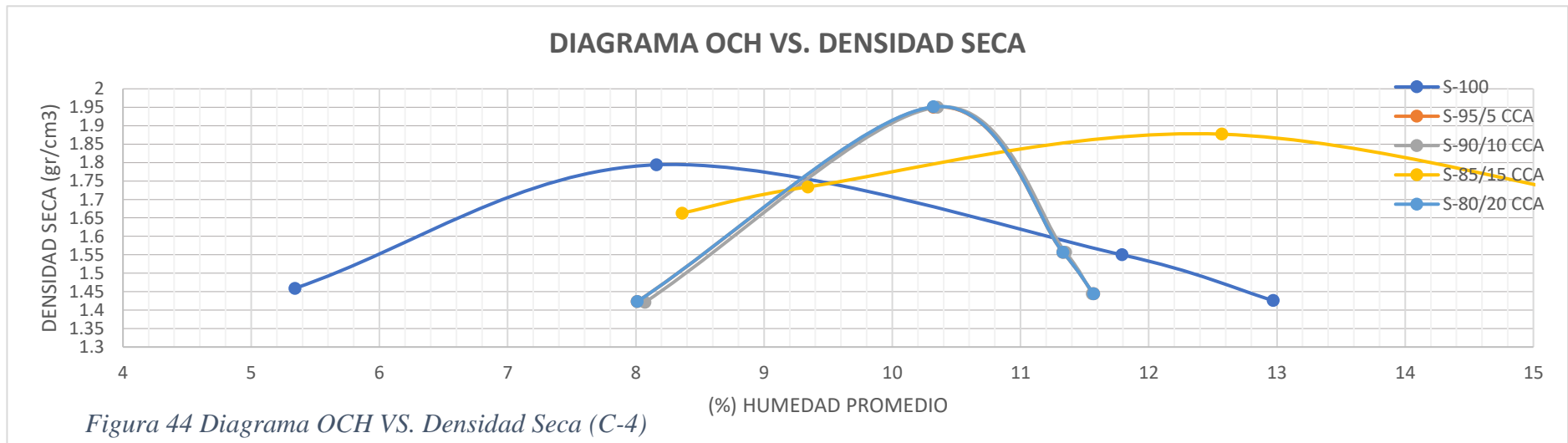
*Figura 43 Diagrama OCH VS. Densidad Seca (C-2)*

A continuación, se presenta la Tabla 29 donde se aprecia Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la Calicata N.º 4

C-4									
S-100		S-95/5 CCA		S-90/10 CCA		S-85/15 CCA		S-80/20 CCA	
Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	Promedio humedad (%)	Densidad suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )
5.34	1.459	8.01	1.423	8.07	1.421	8.36	1.663	8.01	1.423
8.16	1.794	10.32	1.95	10.35	1.95	9.34	1.734	10.32	1.951
11.79	1.55	11.33	1.557	11.35	1.557	12.57	1.877	11.33	1.557
12.97	1.426	11.57	1.444	11.56	1.444	16.36	1.643	11.57	1.444

Tabla 28 Resultados del ensayo de Proctor Modificado para la Calicata N.º 4

A continuación, se muestra en la Figura 44 la representación gráfica de los ensayos de Proctor Modificado se presenta en la tabla 19



En la Tabla 30 se muestra los valores de CBR al 95% y 100% que tiene el suelo natural, así como también con las combinaciones de CCA (5%, 10%, 15% y 20%). En el cual a mayor porcentaje de CCA, tiende a incrementar el valor de CBR.

<b>ENSAYO SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)</b>					
<b>TIPO DE MUESTRA</b>		<b>CALICATA 2</b>		<b>CALICATA 4</b>	
		<b>CBR 100%</b>	<b>CBR 95%</b>	<b>CBR 100%</b>	<b>CBR 95%</b>
<b>S-100</b>	<b>0%</b>	12	9.5	9.8	4.3
<b>S-95 / 5-CCA</b>	<b>5%</b>	13.5	10.4	12.9	10.5
<b>S-90 / 10-CCA</b>	<b>10%</b>	15	12.8	13.3	10.7
<b>S-85 / 15-CCA</b>	<b>15%</b>	17	14	14.2	11.5
<b>S-80 / 20-CCA</b>	<b>20%</b>	14	12.2	13.3	10.6

Tabla 29 Resultados del Ensayo Soporte De California (C.B.R)

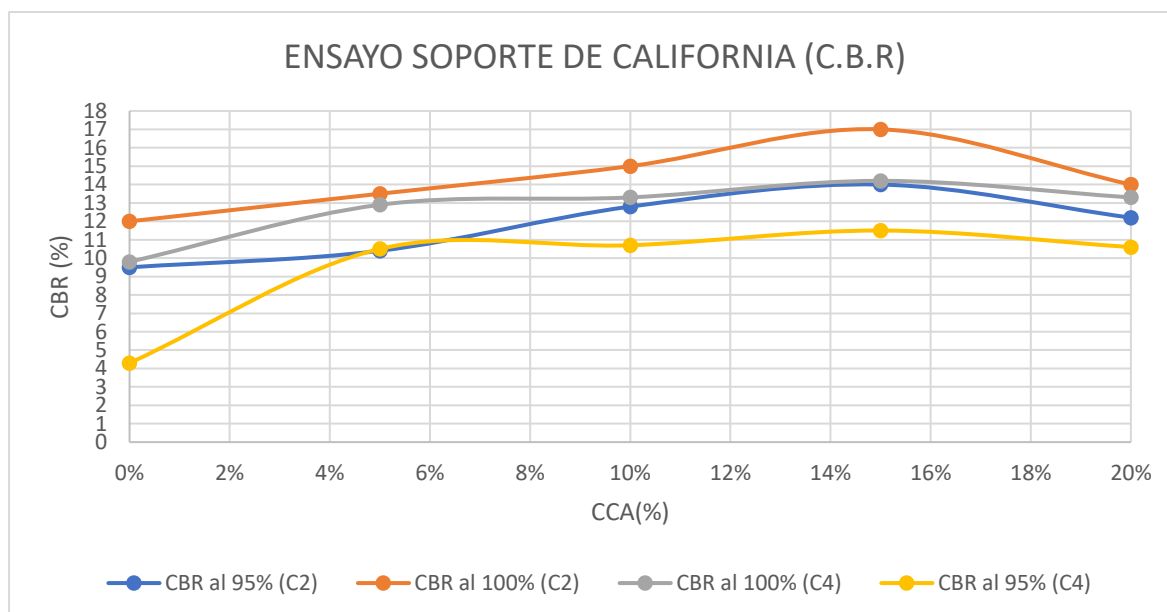
La Tabla 30 permite apreciar y clasificar según la MTC. de manera más clara la categoría de subrasante al 95% de compactación de D.S.M. que posee el suelo natural:

Para las muestras de la calicata N°2 su valor es 9.5%, se encuentra en una categoría de subrasante insuficiente, al agregar 5%,10%, 15% y 20% de CCA los valores resultan 10.4%, 12.8%, 14% y 12.2% respectivamente, la subrasante se encuentra en una categoría buena.

Para las muestras de la calicata N°4 su valor es de 4.3%, se encuentra en una categoría de subrasante insuficiente, al agregar 5%,10%, 15% y 20% de CCA los valores resultan a 10.5%, 10.7%, 11.5% y 10.6% respectivamente, la subrasante se encuentra en una categoría buena

La Tabla 30 permite apreciar la categoría de subrasante al 95% y 100% de compactación de D.S.M, para las muestras de las calicatas N°2 y N°4

A continuación, en la Figura 45, se grafica los resultados del ensayo de C.B.R



*Figura 45 Representación gráfica de los ensayos de Soporte De California (C.B.R)*

### Discusión

- En cuanto a la composición química de las CCA, Novoa y Becerra hacen mención en su investigación, que estas tienen las siguientes composiciones químicas: SiO<sub>2</sub> (94.3%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(0.75%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0.03%), entre otras composiciones (tabla N°10), indicando que el material está compuesto por un alto porcentaje de sílice, que al ser mezclado con el suelo creará una reacción puzolánica que mejorará sus propiedades físicas; mientras tanto, en la presente investigación existe concordancias con los resultados de los porcentajes químicos (tabla N°16), obteniendo después de los ensayos un porcentaje de sílice de 76.223%, por ende se considera un resultado favorable.
- Por otra parte, para identificar el tipo de suelo usando el sistema AASHTO, Gómez y Gonzales en su investigación, obtuvieron como resultado que el terreno intervenido está formado por arena mal graduada, A-3(0), por ende, sin presencia de límites de Atterberg.
- Por otro lado, la investigación realizada por Llamoga (2017), tuvo como resultado en el ensayo de granulometría (AASHTO), un suelo perteneciente a las arcillas de baja plasticidad (A-7) y tiene un 20.29% de contenido de humedad, además, se obtuvo un IP aproximadamente en un rango de 8.14% y 21.42%, es decir, se redujo en un 18.41% y 38.22% con el contenido de ceniza de 4% y 7% respectivamente. Mientras que, para

la presente investigación, se estudiaron las muestras de la calicata No 2 y No 4 y se tiene un suelo formado por arena arcillosa, A-4(1) y también se tiene un suelo formado por limo de alta plasticidad, A-7-5 (19), y además en los ensayos de límites de Atterberg, un IP de 9,4% , 9.9% , 9.7 , 9.5% (C2) y de 31% , 31.3% , 31.4 % , 31.9 % (C4), estos resultados aumentan ligeramente en cuanto al suelo natural (8.6% y 30.1%).

- Gómez y Gonzales en su investigación, determinaron las propiedades del suelo (físicas y mecánicas) al adicionar 4%, 7% y 10% de CCA, obtuvieron como resultado que al 4% un CBR de 14.90%, al 7% un CBR de 18.00% y 10% un CBR de 20.70%. Por ende, el CBR que obtuvo un porcentaje óptimo es al adicionar 10% de CCA, superando al CBR del terreno natural de 11,70%.
- Vílchez (2019), demuestra en sus resultados que después de aplicar CCA a la muestra de suelo, el CBR se incrementa, el aumento más notorio es en la mezcla con el 10%, donde el CBR aumentó de 3.8% a 12.4%, más de 3 veces su valor inicial. Llamoga (2017), en su tesis los valores máximos de CBR se lograron con un contenido del 4 % y 7% de ceniza; incrementándose el CBR de 2.85% a 4.52% para un 4% de ceniza y para el 7%, el CBR se incrementó de 2.85% a 7.8%; sin embargo, para un contenido del 10%, el CBR disminuyó del 2.85% a 2.00%. Los diferentes resultados muestran una concordancia con la presente investigación, donde se obtuvo, para las adiciones de CCA de 5%, 10% , 15% y 20%, para la calicata No 2 un CBR de 13.5%, 15%, 17%, y 14%, mostrando un aumento ligero en cuanto al CBR del suelo natural (9.5%), sin embargo al adicionar el 20 para la calicata N°4, mientras que para la calicata No 4 se obtuvo 12.9%, a 13.3%, a 14.2% y 13.3%, mostrando un aumento notorio con respecto al CBR del suelo natural (9.8%), sin embargo se puede observar que los porcentajes óptimos de CCA son los de 5%, 10% y 15%, pues en al 20% empieza a disminuir el CBR.

## Conclusiones

- De la clasificación de suelos por SUCS y ASSHTO, se obtiene para las muestras de la calicata N°2, una arena arcillosa A-4(1), y para las muestras de la calicata N°4, se obtiene un limo de alta plasticidad A-7-5(18).
- En el análisis granulométrico por tamizado, para las muestras de la calicata N.º 2 y N.º 4, el % de grava se reduce, el % de arena varía despreciablemente y en cuanto el % de finos, aumenta; es decir los resultados muestran una tendencia ligera.
- En los Límites de Consistencia, para las muestras de la calicata N.º 2, en el LL, prácticamente no varía (se reduce poco), el LP también se reduce, y el IP aumenta, es decir, el LP está reduciendo más rápido que el LL, por ende, el IP va en aumento, sin embargo, es ligera su variación; mientras que para la calicata N.º 4, el LL aumenta, el LP se reduce, y el IP aumenta. Esto quiere decir, que para la plasticidad hay una tendencia de incrementar el IP (rango del comportamiento plástico en función del contenido de humedad) con el incremento del % de las CCA para las muestras de ambas calicatas.
- Para determinar las propiedades mecánicas del suelo natural, fue mediante el ensayo de Proctor Modificado y CBR, obteniendo así de la calicata N°2, una DSM de 1.8 g/cm<sup>3</sup> y un CBR de 12%, y de la calicata N°4 se obtuvo una DSM de 1.77 g/cm<sup>3</sup> y un CBR de 9.8%.
- En los ensayos físicos y químicos realizados a las CCA, se encontró que éstas tienen un alto contenido de sílice (76.223%), por ende, mejora las propiedades del suelo.
- Las muestras de suelo con CCA en un 5%, 10%, 15% y 20% de adición, determinaron en sus propiedades mecánicas, de la calicata N°2 su DSM de 1.96 g/cm<sup>3</sup>, 1.96 g/cm<sup>3</sup>, 1.95 g/cm<sup>3</sup> y 1.94 g/cm<sup>3</sup> respectivamente y para la calicata N°4, 1.88 g/cm<sup>3</sup>, 1.92 g/cm<sup>3</sup>, 1.92 g/cm<sup>3</sup>, 1.95 g/cm<sup>3</sup>. Mientras que, en su CBR, se obtuvo para la calicata N°2 con 5%, 10%, 15% y 20% de ceniza, un valor de 13.5%, 15%, 17% y 14% respectivamente, y para la calicata N°4, un valor de 12.9%, 13.3%, 14.2%, 13.3% respectivamente.
- Las muestras de la calicata N°2, tiende a incrementar la DSM en suelo granular, independientemente de la cantidad de CCA que se le adicione.
- Las muestras de la calicata N°4, tiende a incrementar la DSM conforme se incrementa el porcentaje de CCA.

- El 5%, 10% y 15% de incorporación de CCA, se consideran porcentajes óptimos de adición, porque mejoró las propiedades mecánicas de la muestra de suelo en estado natural.
- En la evaluación técnica y económica, se obtiene que el proyecto tiene un mayor costo al agregar las CCA, por la compra y traslado de este; siendo el costo de S/. 2,034,765.21, mientras que sin agregar las CCA tiene un costo de S/ 1,836,715.79, es decir se tiene un aumento del 11%.

**Recomendaciones**

- Tomar adiciones de cenizas de cáscara de arroz mayores al 5% e investigar su comportamiento en distintos tipos de suelos usados en la base de un pavimento.
- Realizar un análisis físico químico de las cenizas de cáscara de arroz, para conocer las principales propiedades contenidas en este material.
- Al momento de realizar los procedimientos de los ensayos, se debe regir a las normas ASTM y MTC, con el fin de obtener resultados efectivos y más precisos.
- Realizar los diferentes tipos de ensayos establecidos en la normativa al suelo natural y con adición de CCA para conocer si estas aumentan o disminuyen la resistencia del suelo.
- Realizar la excavación de las calicatas en diferentes puntos de la carretera, como lo establece el manual de carreteras, para evaluar sus propiedades y variación de estas mismas antes de una adición para su mejoramiento del mismo.
- Innovar la investigación con la adición de otros residuos agrícolas que aportan la resistencia necesaria para mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo.

## Referencias

- [1] Ministerio de transportes y Comunicaciones, «Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos,» Perú, 2014.
- [2] J. López Barbarán, «Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante, en la localidad de Moyobamba – departamento de San Martín,» Lima, 2021.
- [3] E. Mondragón Pérez y S. L. Sevillano López, «Diseño de pavimento flexible utilizando ceniza de cascarilla de arroz para mejorar la estabilidad y flujo vial del Jr. Túpac Amaru - Morales,» Universidad Cesar Vallejos, Tarapoto, 2019.
- [4] W. A. M. Espinoza, «Efecto de la incorporación de las cenizas de cáscara de arroz en subrasantes arenosas,» Universidad de Piura, Piura, 2020.
- [5] A. D. V. Burga, «“Aplicación de ceniza de cascara de arroz para mejorar la estabilidad de la vía de Evitamiento Jaén- Cajamarca, 2019,» Lima, 2019.
- [6] O. C. Cajaleon Salas. y D. Y. Mondragon Diaz. , «Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018,» Lima, 2018.
- [7] L. Y. Llamoga Vásquez, «Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz , Cajamarca 2016,» Cajamarca, 2017.
- [8] . D. J. Gomez Albitres y Y. J. Gonzáles Ríos, «“Mejoramiento del suelo utilizando cenizas de cáscara de arroz en la pavimentación AA. HH. Tahuantinsuyo, Nuevo Chimbote-Ancash 2020,» Chimbote, 2020.
- [9] R. S. Requejo Carrillo, «Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza Sativa (arroz), pueblo joven Las Dunas – Lambayeque- Perú 2019,» Universidad Señor de Sipán, Chiclayo , 2020.
- [10] R. Zapata, «Tipos de suelos:caracterización de suelos arcillosos y limosos,» Santa Fe, Argentina, 2018.
- [11] E. U. d. O. Universidad Nacional de la Plata, «El suelo: un universo invisible.,» Buenos Aires, Argentina.
- [12] U. T. d. C. INACAP, «Propiedades Índices de los Suelos.,» Santiago de Chile, Chile.
- [13] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Manual de Ensayos de Materiales,» Perú, 2016.

- [14] J. A. Hernández Lara, D. R. Mejía Ramírez Y C. E. Zelaya Amaya, «propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la Universidad de el Salvador,» San Miguel, El Salvador, 2016.
- [15] S. E. Q. Osoria, «Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación,» Piura, 2017.
- [16] D. A. M. Trujillo, «Uso de la ceniza de cascarilla de arroz como reemplazo parcial del cemento en la fabricación de hormigones convencionales en el Ecuador,» Universidad San Francisco De Quito USFQ, Quito, 2017.
- [17] P. A. Clavería Vásquez, D. F. Triana Mendoza Y Y. A. Varon Ospina, «Caracterización del comportamiento geotécnico de los suelos de origen volcánico estabilizado con ceniza de arroz y bagazo de caña como material para subrasante,» Universidad Cooperativa De Colombia , Ibagué, 2018.
- [18] M. A. Novoa Galeano, L. D. Becerra León y . M. P. Vásquez Piñeros, «La ceniza de cascarilla de arroz y su efecto en adhesivos tipo mortero,» Bogotá, Colombia, 2016.
- [19] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, Lima, 2018.
- [20] G. Duque Escobar y C. Escobar P., «Geomecánica,» Universidad Nacional de Colombia, Colombia, 2016.
- [21] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «CE.020 Estabilización de Suelos y Taludes,» Perú, 2016.
- [22] Ministerio de Transportes Y Comunicaciones, Manual de Seguridad Vial, Lima, 2017.

## **Anexos**

## **ANEXO 1- ENSAYOS DE CAMPO**

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

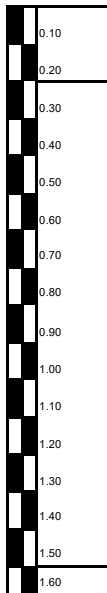
**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 1  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.30	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.40	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.50	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.60	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.70	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.80	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.90	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.00	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.10	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.30	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.40	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.50	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.60	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
Observaciones : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 2  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

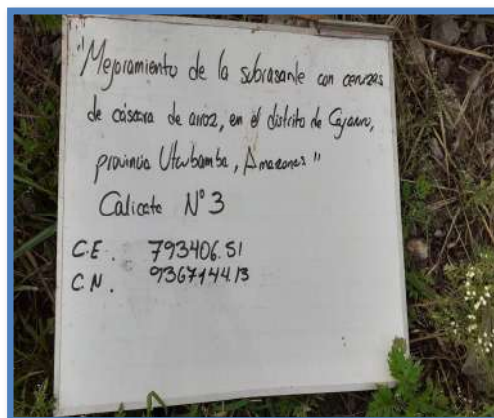
PROF. ( m )	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.20		SUELO COMPUESTO DE ARENA ARCILLOSA LIMOSA DE COLOR ROJIZO SIN NAPA FREATICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	SC	A-4(1)
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
Observaciones : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 3  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.20		SUELO COMPUESTO DE LIMO DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR NARANJA CON MANCHAS PLOMAS, SIN NAPA FREATICA NI DESLIZAMIENTO		MH	A-7-5(18)
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
Observaciones : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 4  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.30	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.40	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.50	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.60	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.70	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.80	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.90	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.00	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.10	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.30	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.40	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.50	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
1.60	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
Observaciones : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 5  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60	-	SUELO COMPUESTO DE GRAVA ARENOSA DE COLOR AMARILLO. SIN NAPA FREATICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	GC	A-2-4(0)
<b>Observaciones</b> : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 6  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60	/	SUELO COMPUESTO DE ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD DE COLOR GEIGE, SIN NAPA FREATICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	CH	A-7-6(17)
Observaciones : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

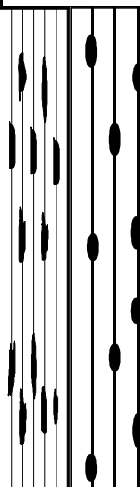
**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 7  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
<b>Observaciones</b> : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

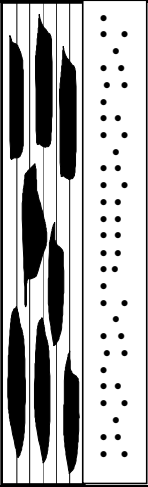
**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 8  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. ( m )	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60		SUELO COMPUESTO DE ARENA LIMOSA DE COLOR MARRON OSCURO, SIN NAPA FREATICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	SM	A-2-4(1)
<b>Observaciones</b> : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



**REGISTRO DE EXCAVACIÓN**


**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 9  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60		SUELO COMPUESTO DE GRAVA LIMOSA CON ARENA DE COLOR AMARILLENTO, SIN NAPA FREATICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	GM	A-1-b(0)
<b>Observaciones</b> : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



### REGISTRO DE EXCAVACIÓN

**SOLICITANTE** : Diana Lizbeth Gonzales Pérez  
**PROYECTO** : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021  
**UBICACIÓN** : CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**FECHA** : ABRIL DEL 2021  
**CALICATA** : C - 10  
**PROFUNDIDAD** : 0.20 - 1.50m

PROF. ( m )	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.10 0.20	-	MATERIA ORGANICA	M-01	-	-
0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60		SUELO COMPUESTO DE ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD CON ARENA DE COLOR NEGRO, SIN NAPA FREATICA NI DESLIZAMIENTO	M-02	CH	A-7-6(17)
Observaciones : Tipo de Excavación con maquinaria a cielo abierto ( calicata )					



**ANEXO 2- ENSAYOS DE LABORATORIO**

## **ANEXO 2.1- ENSAYOS DE SUELO NATURAL**



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE :** DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA :** ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA :** C-01  
**MUESTRA :** M-1

**PROFUNDIDAD :** 1.50m  
**TIPO DE SUELO :** SC

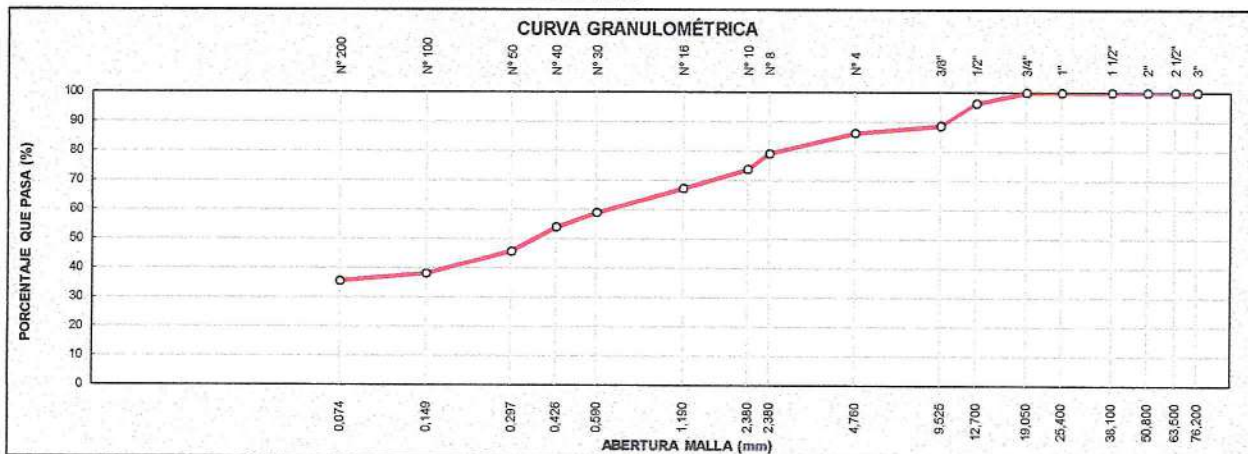
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	16.0	3.8	3.8	96.22
3/8"	9.53	32.00	7.56	11.34	88.66
N° 4	4.76	10.60	2.50	13.84	86.16
N° 8	2.38	29.80	7.04	20.88	79.12
N° 10	2.00	22.60	5.34	26.22	73.78
N° 16	1.19	28.00	6.61	32.83	67.17
N° 30	0.59	35.00	8.27	41.10	58.90
N° 40	0.43	21.00	4.96	46.06	53.94
N° 50	0.30	35.00	8.27	54.32	45.68
N° 100	0.15	32.00	7.56	61.88	38.12
N° 200	0.074	11.00	2.60	64.48	35.52
FONDO	-	150.40	35.52	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	423.4	% Grava =	13.84
Peso Lavado Seco (g)	273.0	% Arena =	50.64
Pérdida por Lavado (g)	150.4	% Finos =	35.52

$D_{10}$  (mm) = -0.66       $C_c$  = -0.02  
 $D_{30}$  (mm) = -0.09       $C_u$  = -1.01  
 $D_{60}$  (mm) = 0.67

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	30.0
	LP (%)	21.0
	IP (%)	9.0

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA
AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(0)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE :** DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA :** ABRIL DEL 2022

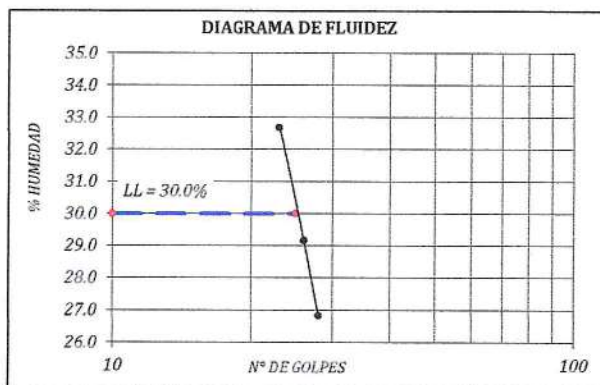
### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA :** C-01 **PROFUNDIDAD :** 1.50m

**MUESTRA :** M-1 **TIPO DE SUELO :** SC

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	33.6	35.5	35.3	-	22.2	23.3
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	30.2	32.0	32.0	-	21.7	23.0
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	19.7	-	20.1	20.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.7	29.2	26.8	-	31.3	10.7
NÚMERO DE GOLPES	23	26	28	-		



#### RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	30.0
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	21.0
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	9.0

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

CALICATA: C-01

PROFUNDIDAD : 1.50m

N° MUESTRA: M-1

TIPO DE SUELO : SC

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	96.22
3/8"	9.53	88.66
N° 4	4.76	86.16
N° 8	2.38	79.12
N° 10	2.00	73.78
N° 16	1.19	67.17
N° 30	0.59	58.90
N° 40	0.43	53.94
N° 50	0.30	45.68
N° 100	0.15	38.12
N° 200	0.074	35.52
FONDO	-	-
% Grava :		13.84
% Arena :		50.64
% Finos :		35.52
D <sub>10</sub> (mm):		-0.663
D <sub>30</sub> (mm):		-0.09
D <sub>60</sub> (mm):		0.67
Cc:		-0.02
Cu:		-1.01
LL (%)		30.0
LP (%)		21.0
IP (%)		9.0

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

SUCS (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA
--------------------	-----------------------

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(0) ARENA ARCILLOSA
----------------------	---------------------------

#### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

SUELO COMPUESTO DE ARENAS ARCILLOSAS DE COLOR MARRON OSCURO, DE PLASTICIDAD BAJA. NO SE ENCONTRÓ PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO O FALLA GEOLOGICA.

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"			
SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
DISTRITO: CAJARURO			
PROVINCIA: UTCUBAMBA		CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO	
REGION: AMAZONAS		CALICATA : C-1	
PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50m		CALICATA : C-1 MUESTRA: M-1	
NORMATIVA: MTC E 107			
FECHA: ABRIL DEL 2022			
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL			
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.			
PROCEDIMIENTO	Muestra N° 1	-	Muestra N° 2
Peso M.Humeda + Tara	1152.0	-	1032.0
Peso M. Seca + Tara	1067.0	-	942.0
Peso Cápsula	206.3	-	206.0
Peso de la Muestra seca	860.7	-	736.0
Peso del Agua	85.00	-	90.00
Humedad	0.0988	-	0.1223
% de Humedad Natural	9.88	-	12.23
% de Humedad Natural. Promedio	11.05		
DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO			
PROCEDIMIENTO	Muestra N° 1	-	Muestra N° 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio g/cm3	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTCE 115

Proyecto:

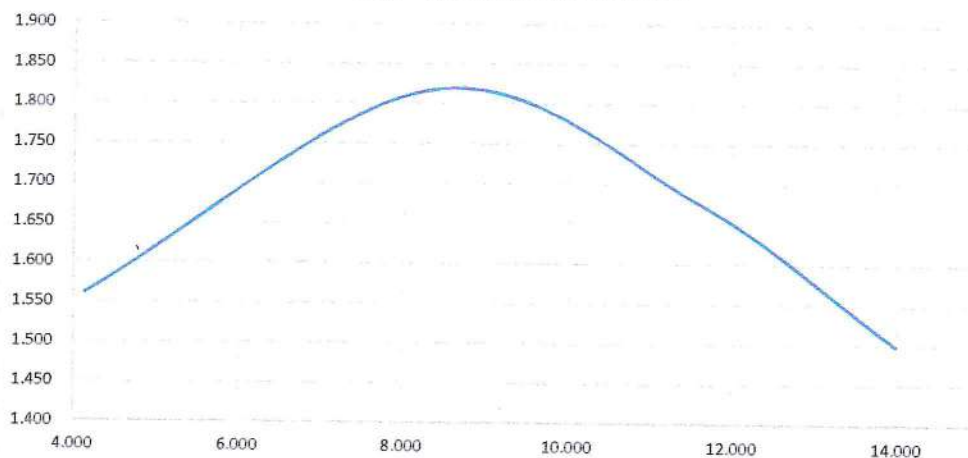
"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11478.70	12207.00	12005.80	11656.00
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00
Peso Suelo Húmedo (g.)	3456.70	4185.00	3983.80	3634.00
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.626	1.969	1.874	1.710

Número de Tarro	9	-	10	-	11	-	12	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.20	-	150.10	-	94.60	-	125.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.80	-	144.71	-	87.10	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.00	-
Peso del agua (g.)	1.40	-	5.39	-	7.50	-	13.00	-
Peso de suelo seco (g.)	33.80	-	64.71	-	65.10	-	93.00	-
Humedad (%)	4.14	-	8.33	-	11.52	-	13.98	-
Humedad promedio (%)	4.14		8.33		11.52		13.98	
Densidad Seca (g./cm3)	1.562		1.818		1.681		1.500	

### OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm <sup>3</sup> )	1.82
OCH (%)	8.5

DATOS DEL MOLDE		CAL C-01
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

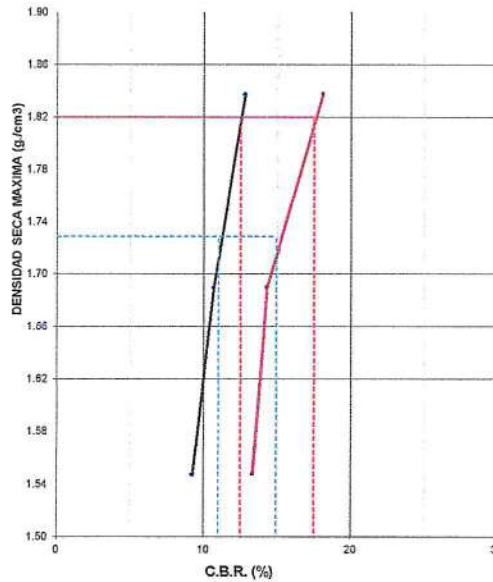
NTCE 132

COMPACTACIÓN	MOLDE-1		MOLDE-2		MOLDE-3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12426.30	-	12184.40	-	12042.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3899.30	-	3660.40	-	3498.00	-
Volúmen de la Muestra (cm³)	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm³)	1.840	-	1.727	-	1.649	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 399.127)						
Tara Nº	1		2		3	
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.20	-	432.50	-	359.80	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.90	-	425.39	-	344.40	-
Peso del Agua (g.)	0.30	-	7.11	-	15.40	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	110.00	-
Muestra Seca (g.)	229.90	-	325.39	-	234.40	-
Contenido de Humedad (%)	0.13	-	2.19	-	6.57	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.13	-	2.19	-	6.57	-
DENSIDAD SECA (g./cm³)	1.838	-	1.690	-	1.548	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pu/g)	Molde Nº 01		Molde Nº 02		Molde Nº 03	
			Carga (Kg)	kg/cm²	Carga (Kg)	kg/cm²	Carga (Kg)	kg/cm²
	0.64	0.025	22.0	1.1	18.0	0.93	10.0	0.52
	1.27	0.050	35.0	1.8	30.0	1.55	20.0	1.03
	1.91	0.075	71.0	3.7	50.0	2.58	39.0	2.02
	2.54	0.100	175.0	9.0	105.0	5.43	78.0	4.03
	3.81	0.125	255.0	13.2	220.0	11.37	180.0	9.30
	5.08	0.150	344.0	17.8	300.0	15.51	250.0	12.92
	6.35	0.200	450.0	23.3	390.0	20.57	344.0	17.78
	7.62	0.300	510.0	26.4	490.0	25.33	380.0	19.64
	12.7	0.400	615.0	31.0	520.0	26.88	440.0	22.74

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



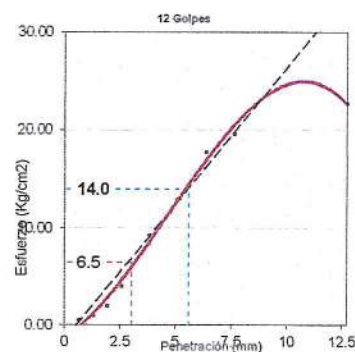
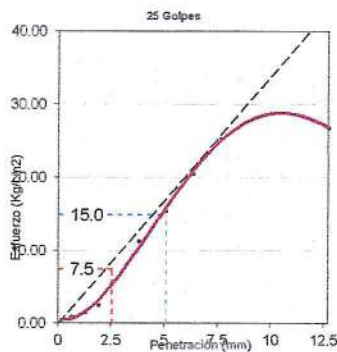
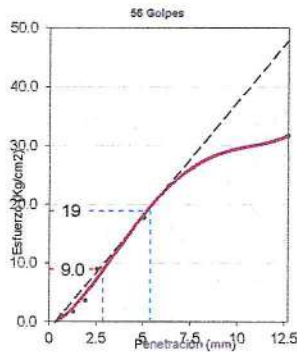
ÁREA DEL PISTÓN:	19.35	cm²	
CARGAS	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm²	
PATRON	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm²	
Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	12.79 (0.1")	10.66	9.24
	18.09 (0.2")	14.28	13.33

### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm³): 1.820  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 8.50  
 95 % DSM (g./cm³): 1.729

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	12.5 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	11.0 (%)
CAL C-01	





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : C-02  
**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : SC

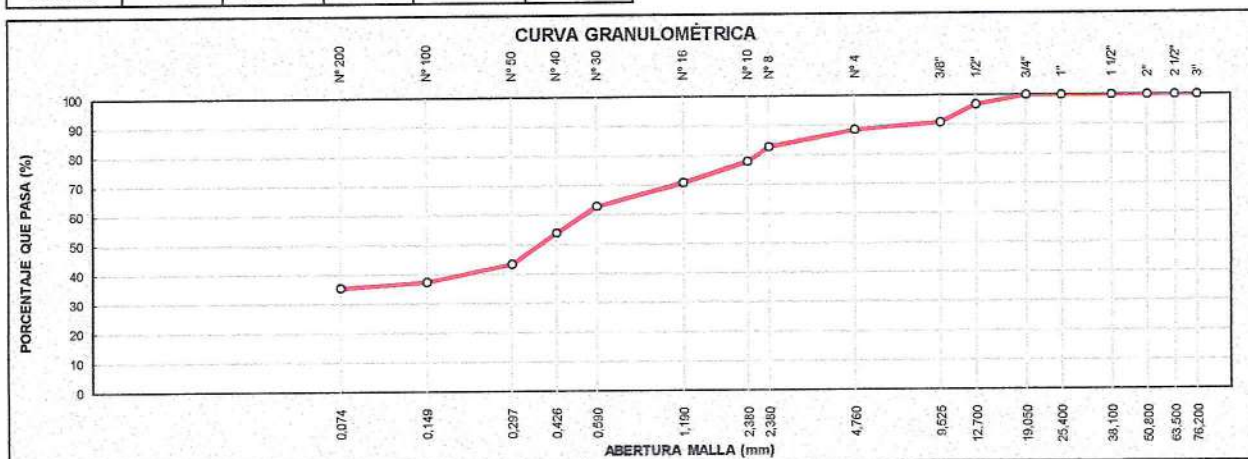
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	16.8	3.2	3.2	96.84
3/8"	9.53	32.00	6.02	9.17	90.83
N°4	4.76	12.40	2.33	11.50	88.50
N°8	2.38	30.00	5.64	17.14	82.86
N°10	2.00	26.00	4.89	22.03	77.97
N°16	1.19	38.00	7.14	29.17	70.83
N°30	0.59	42.00	7.89	37.07	62.93
N°40	0.43	48.00	9.02	46.09	53.91
N°50	0.30	56.00	10.53	56.62	43.38
N°100	0.15	32.00	6.02	62.63	37.37
N°200	0.074	10.00	1.88	64.51	35.49
FONDO	-	188.80	35.49	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	532.0	% Grava =	11.50
Peso Lavado Seco (g)	343.2	% Arena =	53.01
Pérdida por Lavado (g)	188.8	% Finos =	35.49

$D_{10}$  (mm) = -0.94       $C_c$  = -0.04  
 $D_{30}$  (mm) = -0.15       $C_u$  = -0.57  
 $D_{60}$  (mm) = 0.54

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	30.5
	LP (%)	21.9
	IP (%)	8.6

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA
AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(1)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE :** DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA :** ABRIL DEL 2022

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

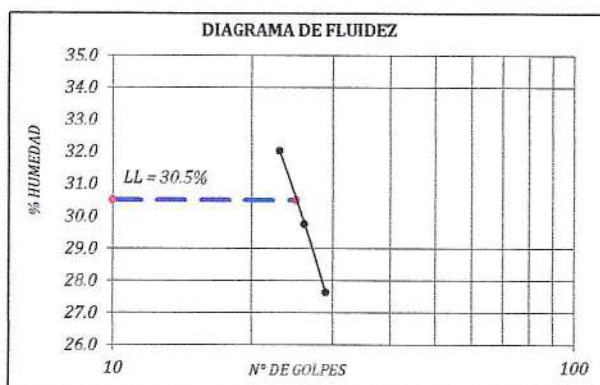
CALICATA : C-01

MUESTRA : M-1

PROFUNDIDAD : 1.50m

TIPO DE SUELO : SC

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	33.4	35.7	35.4	-	22.2	23.4
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	30.1	32.1	32.0	-	22.0	22.6
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	19.7	-	20.1	20.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.0	29.8	27.6	-	10.5	33.3
NÚMERO DE GOLPES	23	26	29	-		



#### RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	30.5
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	21.9
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	8.6

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

CALICATA: C-02  
N° MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD : 1.50m  
TIPO DE SUELO : SC

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	96.84
3/8"	9.53	90.83
N° 4	4.76	88.50
N° 8	2.38	82.86
N° 10	2.00	77.97
N° 16	1.19	70.83
N° 30	0.59	62.93
N° 40	0.43	53.91
N° 50	0.30	43.38
N° 100	0.15	37.37
N° 200	0.074	35.49
FONDO	-	-
% Grava :		11.50
% Arena :		53.01
% Finos :		35.49
D <sub>10</sub> (mm):		-0.943
D <sub>30</sub> (mm):		-0.15
D <sub>60</sub> (mm):		0.54
Cc :		-0.04
Cu :		-0.57
LL (%)		30.5
LP (%)		21.9
IP (%)		8.6

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

SUCS (ASTM D 2487) SC  
ARENA ARCILLOSA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

AASHTO (ASTM D 3282) A-4(1)  
ARENA ARCILLOSA

#### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

SUELO COMPUESTO DE ARENAS ARCILLOSAS DE COLOR ROJIZO, DE PLASTICIDAD BAJA. NO SE ENCONTRÓ PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO O FALLA GEOLOGICA.

<p>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</p>			
<p>SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez</p>			
<p>DISTRITO: CAJARURO</p>			
<p>PROVINCIA: UTCUBAMBA</p>		<p>CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO</p>	
<p>REGIÓN: AMAZONAS</p>		<p>CALICATA : C-2</p>	
<p>PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50m</p>		<p>CALICATA : C-2 MUESTRA: M-1</p>	
<p>NORMATIVA: MTC E 107</p>			
<p>FECHA: ABRIL DEL 2022</p>			
<p>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</p>			
<p>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</p>			
PROCEDIMIENTO	Muestra N° 1	-	Muestra N° 2
Peso M.Humeda + Tara	854.0	-	863.2
Peso M. Seca + Tara	778.8	-	786.3
Peso Cápsula	23.0	-	33.0
Peso de la Muestra seca	755.8	-	753.3
Peso del Agua	75.20	-	76.90
Humedad	0.0995	-	0.1021
% de Humedad Natural	9.95	-	10.21
% de Humedad Natural. Promedio	10.1		
<p>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</p>			
PROCEDIMIENTO	Muestra N° 1	-	Muestra N° 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTCE 115

Proyecto:

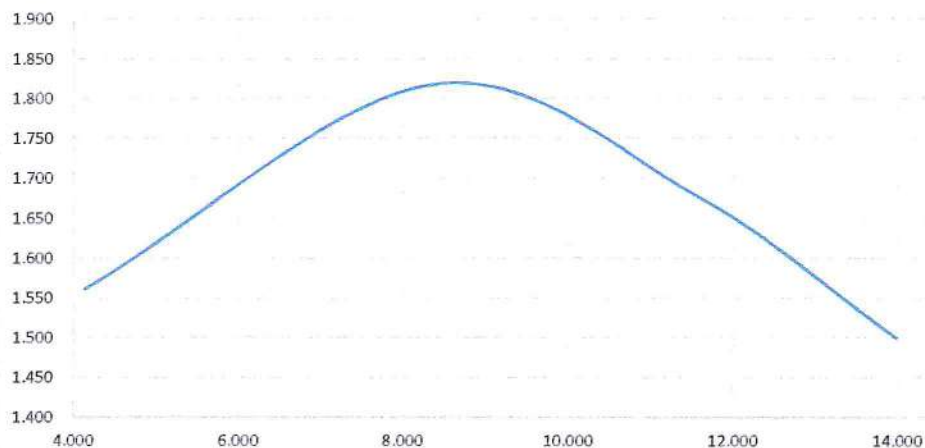
"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11478.70	12207.00	12005.80	11656.00
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00
Peso Suelo Húmedo (g.)	3456.70	4185.00	3983.80	3634.00
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.626	1.969	1.874	1.710

Número de Tarro	9	-	10	-	11	-	12	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.20	-	150.10	-	94.60	-	125.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.80	-	144.71	-	87.10	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.00	-
Peso del agua (g.)	1.40	-	5.39	-	7.50	-	13.00	-
Peso de suelo seco (g.)	33.80	-	64.71	-	65.10	-	93.00	-
Humedad (%)	4.14	-	8.33	-	11.52	-	13.98	-
Humedad promedio (%)	4.14	-	8.33	-	11.52	-	13.98	-
Densidad Seca (g./cm3)	1.562	-	1.818	-	1.681	-	1.500	-

### OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm <sup>3</sup> )	1.80
OCH (%)	8.8

DATOS DEL MOLDE		CAL C-02
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

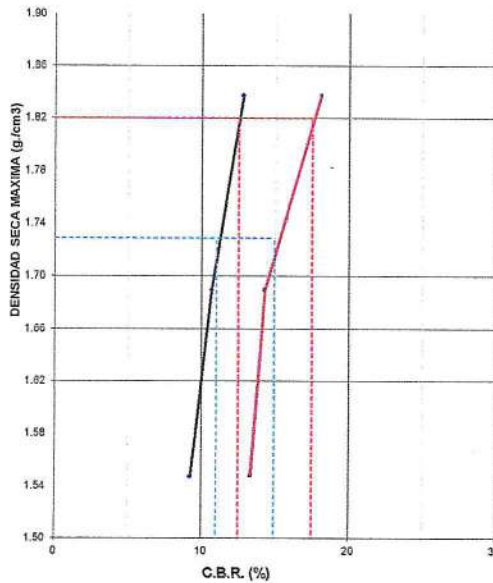
MTCE 132

COMPACTACIÓN	MOLDE-1		MOLDE-2		MOLDE-3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12426.30	-	12184.40	-	12042.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3899.30	-	3660.40	-	3498.00	-
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.840	-	1.727	-	1.649	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)								
Tara N°	1		2		3			
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.20	-	-	432.50	-	-	359.80	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.30	-	-	425.39	-	-	344.40	-
Peso del Agua (g.)	0.30	-	-	7.11	-	-	15.40	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	-	100.00	-	-	110.00	-
Muestra Seca (g.)	229.30	-	-	325.39	-	-	234.40	-
Contenido de Humedad (%)	0.13	-	-	2.19	-	-	6.57	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.13		2.19		6.57			
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.838		1.690		1.548			

ENSAYO CARGA - PENETRACION	PENETRACION (mm)	(puñg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
			0.64	0.025	22.0	1.1	18.0	0.93
1.27	0.050	35.0	1.8	30.0	1.55	20.0	1.03	
1.91	0.075	71.0	3.7	50.0	2.58	39.0	2.02	
2.54	0.100	175.0	9.0	105.0	5.43	78.0	4.03	
3.81	0.125	255.0	13.2	220.0	11.37	160.0	9.30	
5.08	0.150	344.0	17.8	300.0	15.51	250.0	12.92	
6.35	0.200	450.0	23.3	398.0	20.57	344.0	17.78	
7.62	0.300	510.0	26.4	490.0	25.33	380.0	19.64	
12.7	0.400	615.0	31.8	520.0	26.88	440.0	22.74	

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



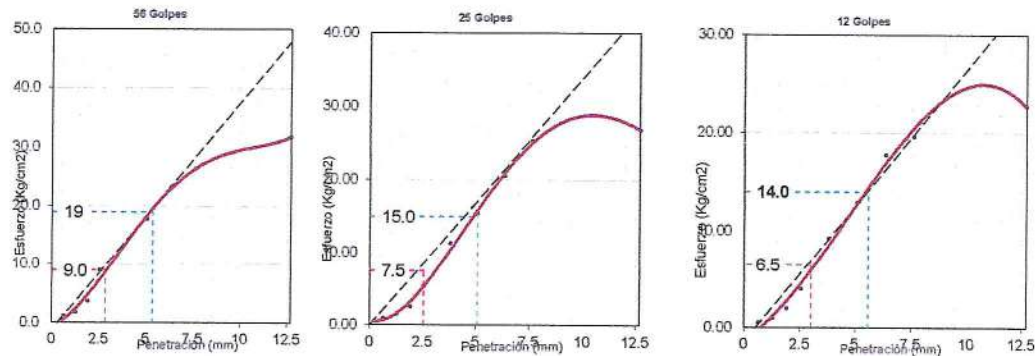
ÁREA DEL PISTON: 19.35 cm <sup>2</sup>		
CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm <sup>2</sup>
	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm <sup>2</sup>
Nº GOLPES	56	25
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	12.79
	5.08mm (0.2")	18.09

### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.820  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 8.50  
 95 % DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.729

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	12.0 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	9.5 (%)
CAL C-02	





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACION** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : C-03  
**MUESTRA** : M-1

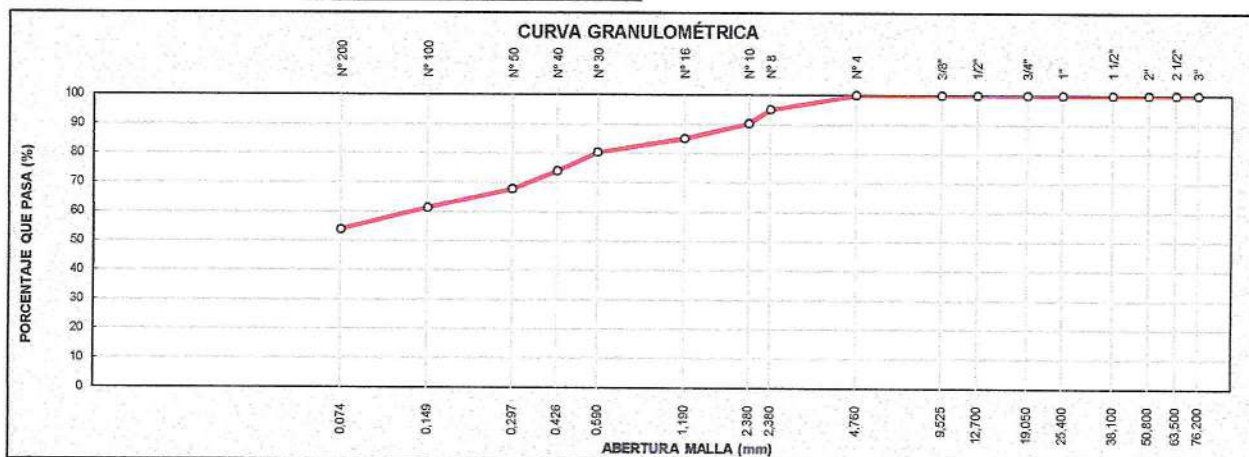
**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : MH

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	-	-	-	100.00
N° 4	4.76	-	-	-	100.00
N° 8	2.38	26.20	4.80	4.80	95.20
N° 10	2.00	26.50	4.85	9.65	90.35
N° 16	1.19	28.20	5.16	14.82	85.18
N° 30	0.59	26.20	4.80	19.62	80.38
N° 40	0.43	35.00	6.41	26.03	73.97
N° 50	0.30	33.00	6.04	32.07	67.93
N° 100	0.15	35.00	6.41	38.48	61.52
N° 200	0.074	41.00	7.51	45.99	54.01
FONDO	-	294.90	54.01	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	546.0	% Grava =	0.00
Peso Lavado Seco (g)	251.1	% Arena =	45.99
Pérdida por Lavado (g)	294.9	% Finos =	54.01
D <sub>10</sub> (mm) =	-0.37	Cc =	-0.56
D <sub>30</sub> (mm) =	-0.17	Cu =	-0.37
D <sub>60</sub> (mm) =	0.13		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	51.0
	LP (%)	40.2
	IP (%)	10.8

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2487)	MH LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
AASHTO (ASTM D 3282)	A-7-5(18)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

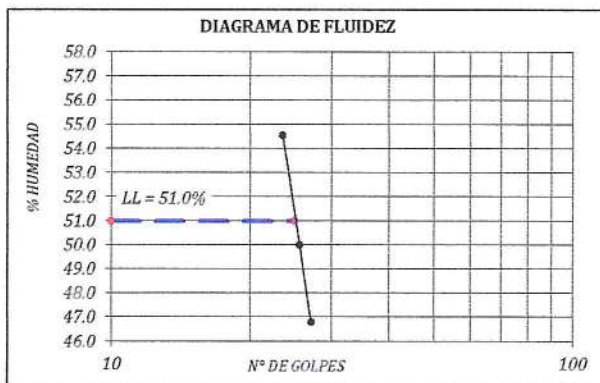
### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : C-03 **PROFUNDIDAD** : 1.50m

**MUESTRA** : M-1 **TIPO DE SUELO** : MH

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	35.2	35.7	36.0	-	22.3	23.2
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	29.8	30.4	30.9	-	21.7	22.3
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.9	19.8	20.0	-	20.1	20.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	54.5	50.0	46.8	-	37.5	42.9
NÚMERO DE GOLPES	24	26	27	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	51
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	40.2
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	10.8

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.G

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACION** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

CALICATA: C-03

N° MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD : 1.50m

TIPO DE SUELO : MH

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	100.00
N° 4	4.76	100.00
N° 8	2.38	95.20
N° 10	2.00	90.35
N° 16	1.19	85.18
N° 30	0.59	50.26
N° 40	0.43	36.90
N° 50	0.30	36.00
N° 100	0.15	61.52
N° 200	0.074	54.01
FONDO	-	-
% Grava :		0.00
% Arena :		45.99
% Finos :		54.01
D <sub>10</sub> (mm):		-0.366
D <sub>30</sub> (mm):		-0.17
D <sub>60</sub> (mm):		0.13
Cc:		-0.56
Cu:		-0.37
LL (%)		51.0
LP (%)		40.2
IP (%)		10.8

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
SUCS (ASTM D 2487)	MH LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
AASHTO (ASTM D 3282)	A-7-5(18) SUELO LIMOSO DE ALTA PLASTICIDAD

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
SUELO CONFORMADO POR LIMOS INOGANICOS DE PLASTICIDAD ELEVADA Y HUMEDAD ELEVADA, DE COLOR NARANJA CON MANCHAS PLOMAS, SIN PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA

<p>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</p>			
<p>SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez</p>			
<p>DISTRITO: CAJARURO</p>			
<p>PROVINCIA: UTCUBAMBA</p>		<p>CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO</p>	
<p>REGION: AMAZONAS</p>		<p>CALICATA : C-3</p>	
<p>PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50M</p>		<p>CALICATA : C-3 MUESTRA: M-1</p>	
<p>NORMATIVA: MTC E 107</p>		<p>CALICATA : C-3 MUESTRA: M-1</p>	
<p>FECHA: ABRIL DEL 2022</p>			
<p>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</p>			
<p>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</p>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	1247.0	-	1365.0
Peso M. Seca + Tara	1064.7	-	1189.7
Peso Cápsula	236.4	-	205.6
Peso de la Muestra seca	828.3	-	984.1
Peso del Agua	182.30	-	175.30
Humedad	0.2201	-	0.1781
% de Humedad Natural	22.01	-	17.81
% de Humedad Natural. Promedio	20		
<p>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</p>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTCE 115

Proyecto:

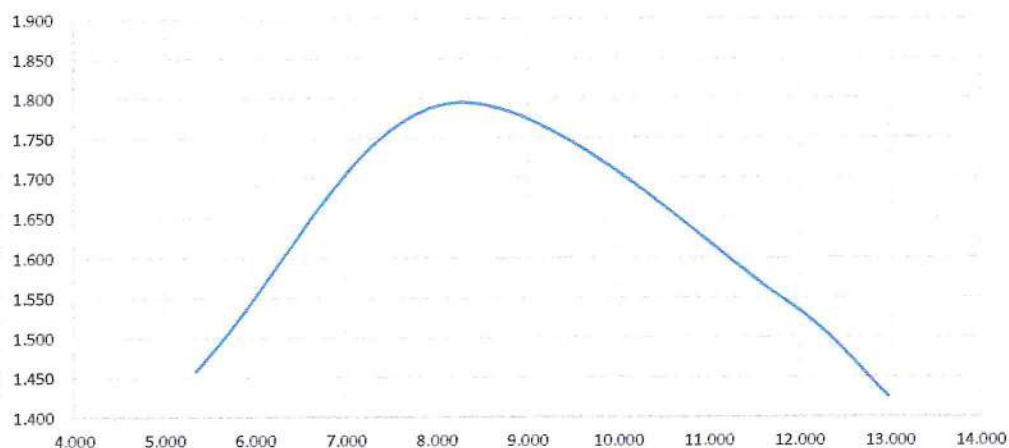
"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11288.70	12147.00	11705.80	11446.00
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00
Peso Suelo Húmedo (g.)	3266.70	4125.00	3683.80	3424.00
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.537	1.941	1.733	1.611

Número de Tarro	15	-	22	-	25	-	45	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.50	-	150.00	-	95.00	-	124.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	1.80	-	5.28	-	7.70	-	12.00	-
Peso de suelo seco (g.)	33.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	5.34	-	8.16	-	11.79	-	12.97	-
Humedad promedio (%)	5.34		8.16		11.79		12.97	
Densidad Seca (g./cm3)	1.459		1.794		1.550		1.426	

### OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm³)	1.80
OCH (%)	8.2

DATOS DEL MOLDE		CALC-03
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

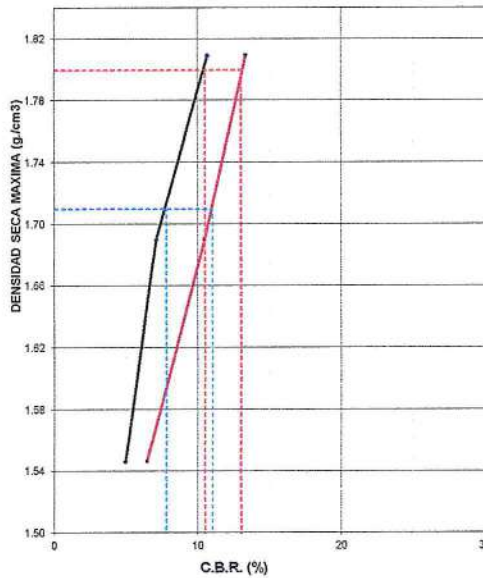
MTCE 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12386.30	-	12221.40	-	12096.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3859.30	-	3697.40	-	3552.00	-
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.821	-	1.744	-	1.675	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)								
Tara N°	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.40	-	-	432.79	-	-	360.80	-
Muestra seca + Tara (g.)	328.90	-	-	422.39	-	-	341.40	-
Peso del Agua (g.)	1.50	-	-	10.31	-	-	19.40	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	-	100.00	-	-	108.00	-
Muestra Seca (g.)	228.90	-	-	322.39	-	-	233.40	-
Contenido de Humedad (%)	0.66	-	-	3.20	-	-	8.31	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.66	-	-	3.20	-	-	8.31	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.809	-	-	1.690	-	-	1.546	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
			0.64	0.025	20.0	1.0	15.0	0.78
1.27	0.050	40.0	2.1	20.0	1.03	14.5	0.75	
1.91	0.075	68.0	3.5	35.6	1.84	20.6	1.06	
2.54	0.100	89.6	4.6	87.5	4.52	54.2	2.80	
3.81	0.125	157.4	8.1	110.6	5.72	78.6	4.06	
5.08	0.150	253.0	13.1	165.2	8.54	115.4	5.97	
6.35	0.200	365.2	18.9	215.0	11.11	165.0	8.53	
7.62	0.300	412.0	21.3	290.4	15.01	187.0	9.67	
12.7	0.400	428.4	22.1	310.0	16.02	205.0	10.60	

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



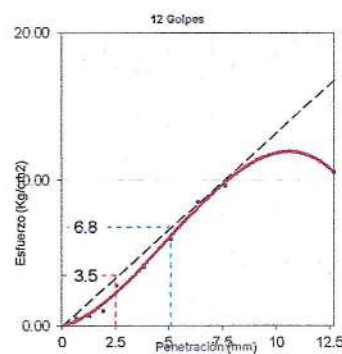
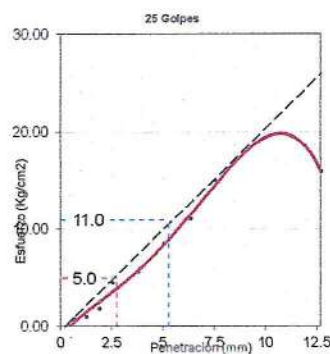
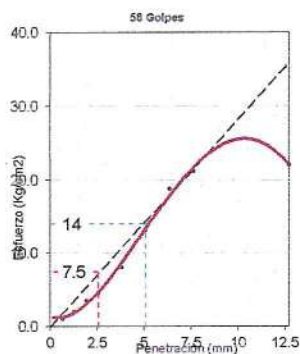
ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm <sup>2</sup>		
CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm <sup>2</sup>
	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm <sup>2</sup>
Nº GOLPES	56	25
C.B.R. (%)	10.66	7.11
	13.33	10.47
	6.47	6.47

### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.800  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 8.20  
 95 % DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.710

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	10.0 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	4.7 (%)
CAL C-03	





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : C-04  
**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : MH

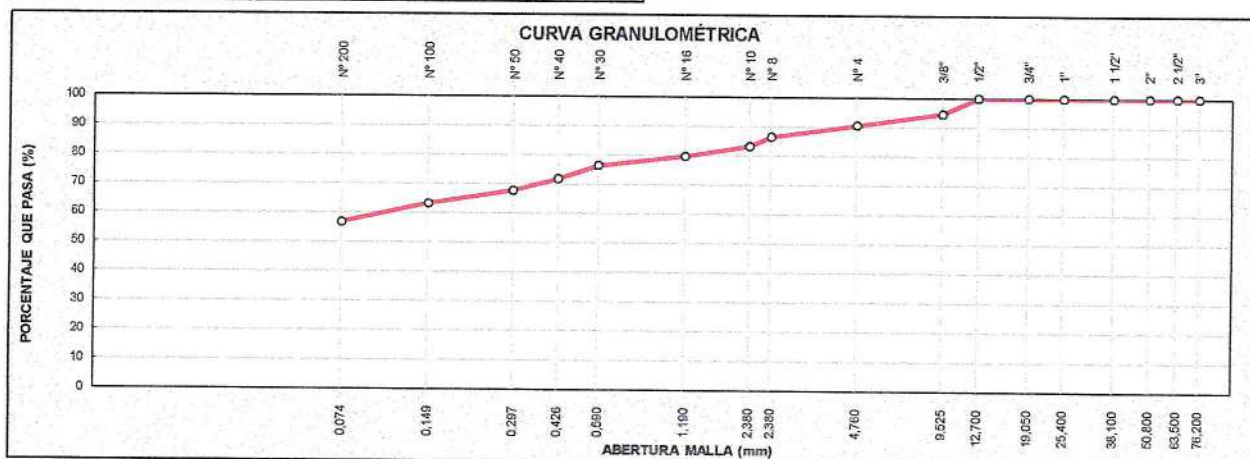
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	43.20	5.43	5.43	94.57
N° 4	4.76	32.00	4.02	9.45	90.55
N° 8	2.38	32.00	4.02	13.48	86.52
N° 10	2.00	26.50	3.33	16.81	83.19
N° 16	1.19	28.20	3.54	20.35	79.65
N° 30	0.59	26.20	3.29	23.65	76.35
N° 40	0.43	36.20	4.55	28.20	71.80
N° 50	0.30	33.00	4.15	32.34	67.66
N° 100	0.15	35.00	4.40	36.74	63.26
N° 200	0.074	51.00	6.41	43.16	56.84
FONDO	-	452.20	56.84	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	795.5	% Grava =	9.45
Peso Lavado Seco (g)	343.3	% Arena =	33.70
Pérdida por Lavado (g)	452.2	% Finos =	56.84

$D_{10}$  (mm) = -0.47       $C_c$  = -1.10  
 $D_{30}$  (mm) = -0.24       $C_u$  = -0.23  
 $D_{60}$  (mm) = 0.11

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	63.0
	LP (%)	32.9
	IP (%)	30.1

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS (ASTM D 2487)</b>	<b>MH</b> LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
<b>AASHTO (ASTM D 3282)</b>	<b>A-7-5(18)</b>



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

CALICATA: C-04

PROFUNDIDAD : 1.50m

N° MUESTRA: M-1

TIPO DE SUELO : MH

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	94.57
N° 4	4.76	90.55
N° 8	2.38	86.52
N° 10	2.00	83.19
N° 16	1.19	79.65
N° 30	0.59	50.26
N° 40	0.43	36.90
N° 50	0.30	36.00
N° 100	0.15	63.26
N° 200	0.074	56.84
FONDO	-	-
% Grava :		9.45
% Arena :		33.70
% Finos :		56.84
D <sub>10</sub> (mm):		-0.474
D <sub>30</sub> (mm):		-0.24
D <sub>50</sub> (mm):		0.11
Cc :		-1.10
Cu :		-0.23
LL (%)		63.0
LP (%)		32.9
IP (%)		30.1

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

SUCS (ASTM D 2487) MH  
LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

AASHTO (ASTM D 3282) A-7-5(18)  
SUELO LIMOSO DE ALTA PLASTICIDAD

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

SUELO CONFORMADO POR LIMOS INOGANICOS DE PLASTICIDAD ELEVADA Y HUMEDAD ELEVADA, DE AMARILLO CON MANCHAS NARANJAS, SIN PRESENCIA DE NAPA FREÁTICA

<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</b>			
<b>SOLICITANTE:</b> Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
<b>DISTRITO:</b> CAJARURO			
<b>PROVINCIA:</b> UTCUBAMBA		<b>CLASIFICACIÓN:</b> SUCS Y AASHTO	
<b>REGION:</b> AMAZONAS		<b>CALICATA : C- 4</b>	
<b>PROFUNDIDAD:</b> 0.20 - 1.50M		<b>CALICATA : C- 4 MUESTRA: M-1</b>	
<b>NORMATIVA:</b> MTC E 107			
<b>FECHA:</b> ABRIL DEL 2022			
<b>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</b>			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Muestra N° 1</b>	-	<b>Muestra N° 2</b>
Peso M.Humeda + Tara	915.0	-	895.0
Peso M. Seca + Tara	790.8	-	772.0
Peso Cápsula	231.1	-	232.5
Peso de la Muestra seca	559.7	-	539.5
Peso del Agua	124.20	-	123.00
Humedad	0.2219	-	0.2280
% de Humedad Natural	22.19	-	22.80
% de Humedad Natural. Promedio	22		
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Muestra N° 1</b>	-	<b>Muestra N° 2</b>
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

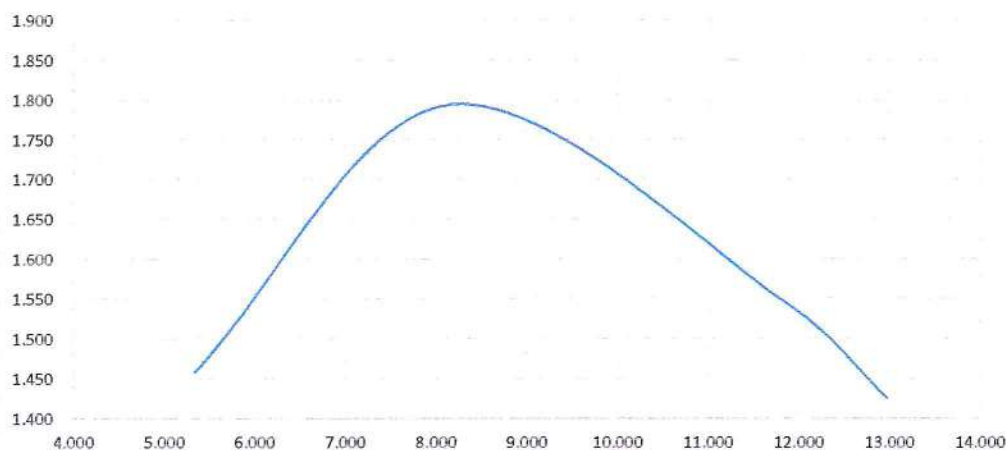
MTC E 115

Proyecto:

"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11288.50	12147.10	11705.74	11446.11				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3266.50	4125.10	3683.74	3424.11				
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.537	1.941	1.733	1.611				
Número de Tarro	15	-	22	-	25	-	45	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.50	-	150.00	-	95.00	-	124.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	1.80	-	5.28	-	7.70	-	12.00	-
Peso de suelo seco (g.)	33.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	5.34	-	8.16	-	11.79	-	12.97	-
Humedad promedio (%)	5.34	-	8.16	-	11.79	-	12.97	-
Densidad Seca (g./cm3)	1.459	-	1.794	-	1.550	-	1.426	-

### OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm <sup>3</sup> )	1.77
OCH (%)	8.0

DATOS DEL MOLDE		CALC-04
Nº:	1	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

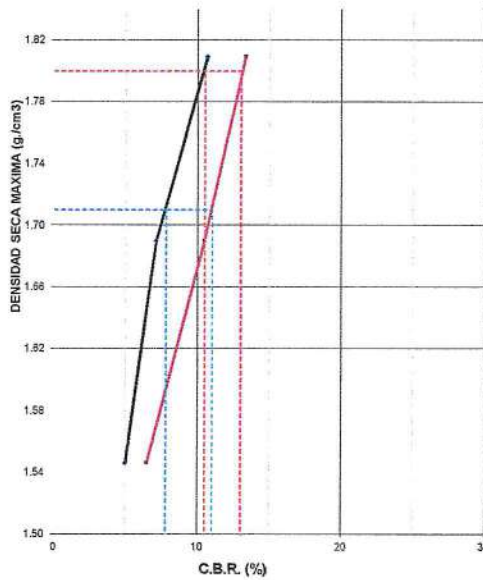
MTCE 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12386.32	-	12221.41	-	12096.03	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3859.32	-	3697.41	-	3552.03	-
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.821	-	1.744	-	1.675	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)									
Tara N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.40	-	-	432.70	-	-	360.80	-	-
Muestra seca + Tara (g.)	328.90	-	-	422.39	-	-	341.40	-	-
Peso del Agua (g.)	1.50	-	-	10.31	-	-	19.40	-	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	-	100.00	-	-	108.00	-	-
Muestra Seca (g.)	228.90	-	-	322.39	-	-	233.40	-	-
Contenido de Humedad (%)	0.66	-	-	3.20	-	-	8.31	-	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.66	-	-	3.20	-	-	8.31	-	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.809	-	-	1.690	-	-	1.546	-	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
			0.64	0.025	20.0	1.0	15.0	0.78
1.27	0.050	40.0	2.1	20.0	1.03	14.5	0.75	
1.91	0.075	69.0	3.5	35.6	1.84	20.6	1.06	
2.54	0.100	89.6	4.6	87.5	4.52	54.2	2.80	
3.81	0.125	157.4	8.1	110.6	5.72	78.6	4.06	
5.08	0.150	253.0	13.1	165.2	8.54	115.4	5.97	
6.35	0.200	365.2	18.9	215.0	11.11	165.0	8.53	
7.62	0.300	412.0	21.3	290.4	15.01	187.0	9.67	
12.7	0.400	428.4	22.1	310.0	16.02	205.0	10.60	

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm <sup>2</sup>				
CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm <sup>2</sup>	
	(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm <sup>2</sup>	
Nº GOLPES		56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	10.66	7.11	4.97
	5.08mm (0.2")	13.33	10.47	6.47

#### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

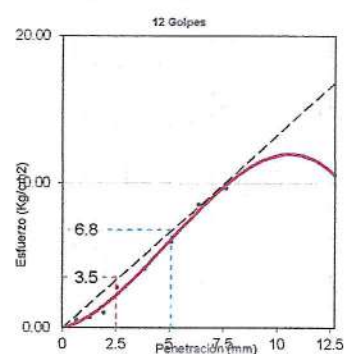
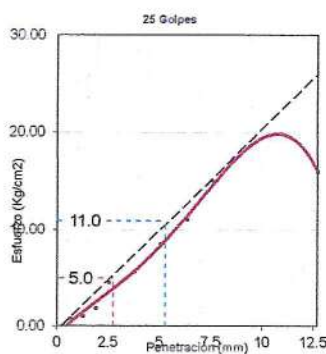
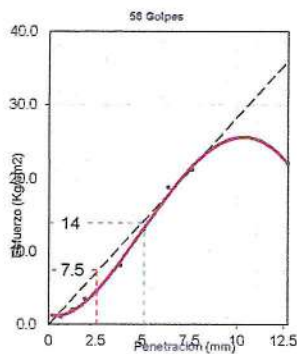
DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.800  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 8.20  
 95 % DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.710

#### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM: 9.8 (%)

VALOR CBR AL 95% DSM: 4.3 (%)

CAL C-04





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA** : C-05  
**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : GC

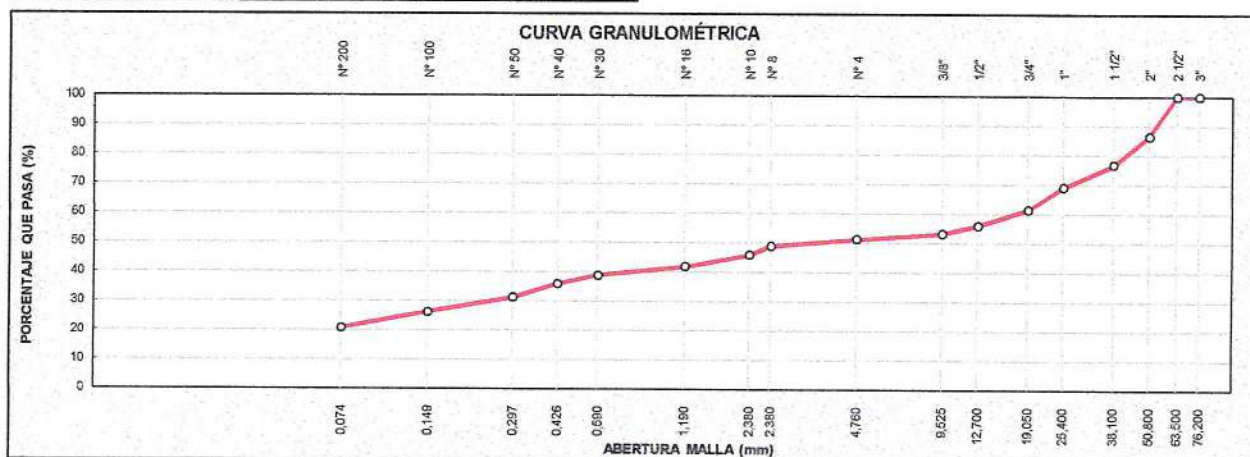
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	177.7	13.5	13.5	86.46
1 1/2"	38.10	127.8	9.7	23.3	76.72
1"	25.40	101.4	7.7	31.0	68.99
3/4"	19.05	99.5	7.6	38.6	61.41
1/2"	12.70	71.4	5.4	44.0	55.96
3/8"	9.53	36.10	2.75	46.79	53.21
N° 4	4.76	25.60	1.95	48.74	51.26
N° 8	2.38	31.20	2.38	51.12	48.88
N° 10	2.00	40.70	3.10	54.22	45.78
N° 16	1.19	52.10	3.97	58.19	41.81
N° 30	0.59	40.20	3.06	61.25	38.75
N° 40	0.43	36.90	2.81	64.07	35.93
N° 50	0.30	62.30	4.75	68.81	31.19
N° 100	0.15	65.00	4.95	73.77	26.23
N° 200	0.074	71.40	5.44	79.21	20.79
FONDO	-	272.80	20.79	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	1312.1	% Grava =	48.74
Peso Lavado Seco (g)	1039.3	% Arena =	30.47
Pérdida por Lavado (g)	272.8	% Finos =	20.79

$D_{10}$  (mm) = -0.07       $C_c$  = -0.05  
 $D_{30}$  (mm) = 0.26       $C_u$  = -232.98  
 $D_{60}$  (mm) = 17.41

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	34.5
	LP (%)	22.6
	IP (%)	11.9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2487)	GC GRAVA ARCILLOSA
AASHTO (ASTM D 3282)	A-2-4(0)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

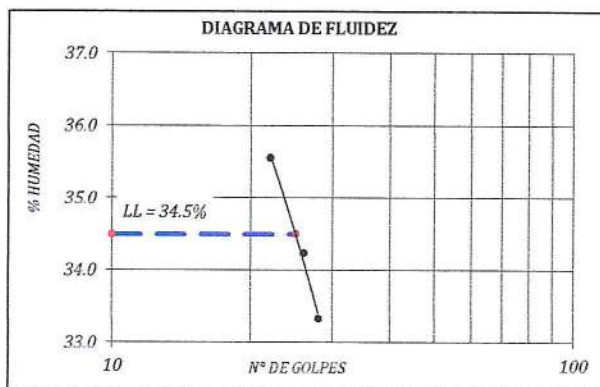
### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : C-05  
**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : GC

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	32.2	32.2	32.9	-	22.4	22.1
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	29.0	29.0	29.6	-	22.0	21.6
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	20.0	19.8	19.7	-	19.8	19.6
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	35.6	34.2	33.3	-	19.6	25.5
NÚMERO DE GOLPES	22	26	28	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	34.5
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	22.6
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	11.9

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

CALICATA: C-05  
N° MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD : 1.50m  
TIPO DE SUELO : GC

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	90.26
1"	25.40	82.53
3/4"	19.05	74.95
1/2"	12.70	69.51
3/8"	9.53	66.76
N° 4	4.76	64.80
N° 8	2.38	62.43
N° 10	2.00	59.32
N° 16	1.19	55.35
N° 30	0.59	52.29
N° 40	0.43	49.48
N° 50	0.30	44.73
N° 100	0.15	39.78
N° 200	0.074	34.33
FONDO	-	13.54
% Grava :		35.20
% Arena :		30.47
% Finos :		34.33
D <sub>10</sub> (mm):	-0.261	
D <sub>30</sub> (mm):	0.01	
D <sub>50</sub> (mm):	2.08	
Cc:	0.00	
Cu:	-7.97	
LL (%)	34.5	
LP (%)	22.6	
IP (%)	11.9	

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

SUCS (ASTM D 2487)	GC GRAVA ARCILLOSA
--------------------	-----------------------

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

AASHTO (ASTM D 3282)	A-2-4(0) GRAVA ARCILLOSA
----------------------	-----------------------------

#### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

SUELO CONFORMADO POR GRAVAS ARCILLOSAS DE COLOR AMARILLO, CON HUMEDAD MEDIANA, NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO. SUELO DE PLASTICIDAD MEDIANA.

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"			
SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
DISTRITO: CAJARURO			
PROVINCIA: UTCUBAMBA		CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO	
REGION: AMAZONAS		CALICATA : C-5	
PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50M			
NORMATIVA: MTC E 107		CALICATA : C-5 MUESTRA: M-1	
FECHA: ABRIL DEL 2022			
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL			
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	1653.3	-	1645.2
Peso M. Seca + Tara	1505.0	-	1494.5
Peso Cápsula	156.0	-	190.3
Peso de la Muestra seca	1349.0	-	1304.2
Peso del Agua	148.30	-	150.70
Humedad	0.1099	-	0.1155
% de Humedad Natural	10.99	-	11.55
% de Humedad Natural. Promedio	11.3		
DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

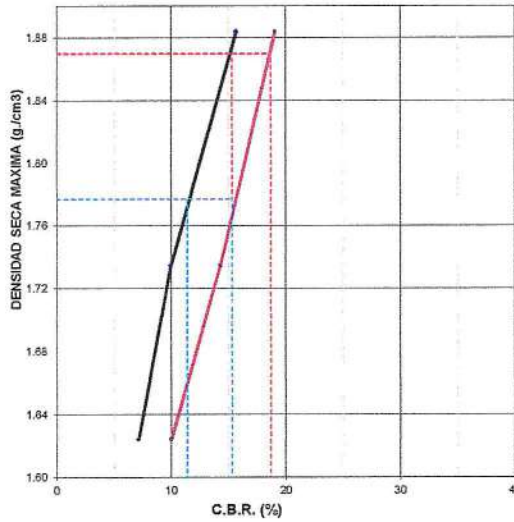
DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTCE 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3					
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO				
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12					
Muestra húmeda + Molde (g.)	12562.80	-	12254.40	-	12111.00	-				
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8525.00	-	8544.00	-				
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4035.80	-	3729.40	-	3567.00	-				
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-				
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.904	-	1.759	-	1.682	-				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)</b>										
Tara Nº	7	-	12	-	25	-				
Muestra húmeda + Tara (g.)	331.80	-	426.90	-	353.70	-				
Muestra seca + Tara (g.)	329.30	-	422.30	-	345.20	-				
Peso del Agua (g.)	2.50	-	4.60	-	8.50	-				
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	105.00	-				
Muestra Seca (g.)	229.30	-	322.30	-	240.20	-				
Contenido de Humedad (%)	1.09	-	1.43	-	3.54	-				
Cont. Humedad Prom. (%)	1.09	-	1.43	-	3.54	-				
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.884	-	1.734	-	1.624	-				
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde Nº 01		Molde Nº 02		Molde Nº 03			
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>		
			0.64	0.025	39.0	2.0	22.0	1.14	10.2	0.53
			1.27	0.050	98.0	5.1	35.0	1.81	20.0	1.03
			1.91	0.075	115.0	5.9	88.0	4.55	40.8	2.11
			2.54	0.100	187.0	9.7	120.0	6.20	70.0	3.62
			3.81	0.125	250.0	12.9	201.4	10.41	120.5	6.23
			5.08	0.150	365.0	18.9	277.5	14.34	180.7	9.34
			6.35	0.200	512.0	26.5	336.5	17.39	230.7	11.93
			7.62	0.300	578.5	29.9	410.4	21.21	302.0	15.61
12.7	0.400	612.5	31.7	451.4	23.33	370.4	19.15			

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



ÁREA DEL PISTON: 19.35 cm <sup>2</sup>				
CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm <sup>2</sup>	
	(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm <sup>2</sup>	
Nº GOLPES		56	25	12
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	15.63	9.95	7.11
	5.08mm (0.2")	19.04	14.28	10.00

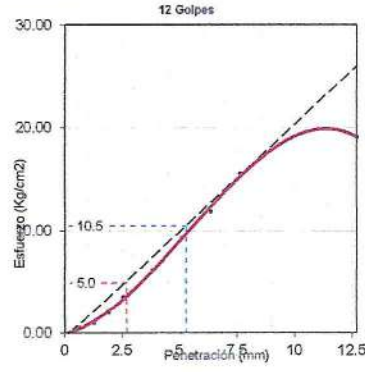
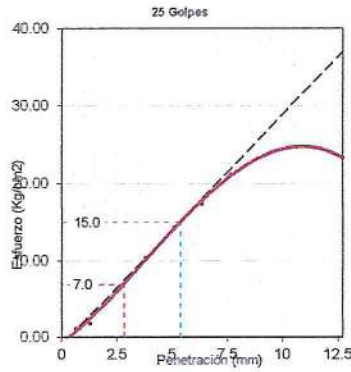
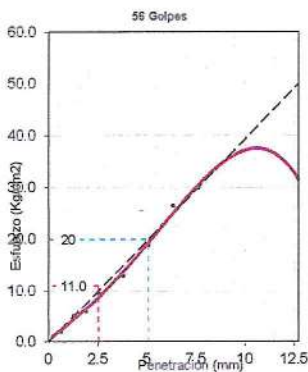
### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.870  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 10.00  
 95 % DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.777

CALICATA-05  
 RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

**VALOR CBR AL 100% DSM: 18.7 (%)**

**VALOR CBR AL 95% DSM: 15.3 (%)**





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA** : C-06  
**MUESTRA** : M-1

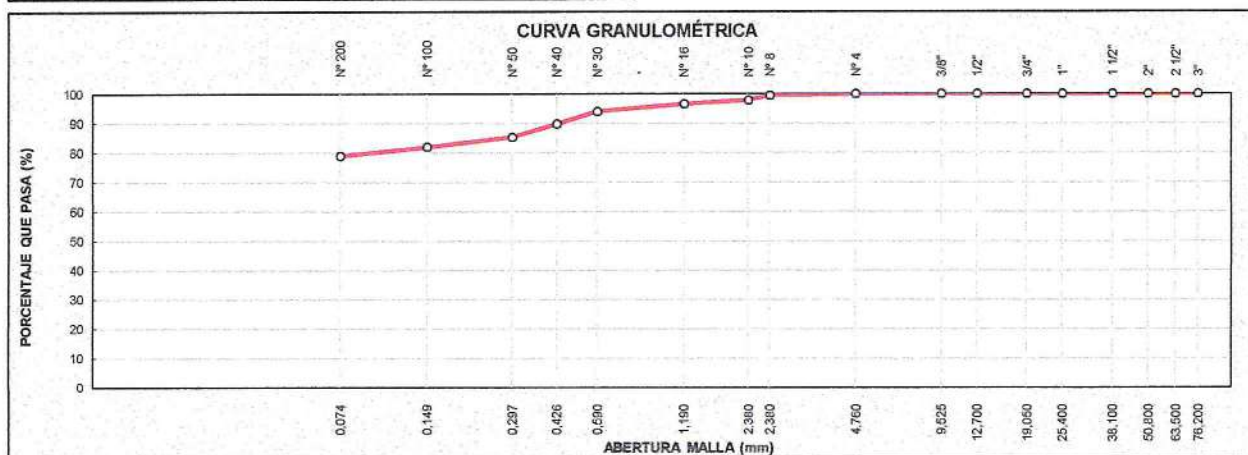
**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : CH

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	-	-	-	100.00
N° 4	4.76	-	-	-	100.00
N° 8	2.38	5.90	0.49	0.49	99.51
N° 10	2.00	20.30	1.68	2.16	97.84
N° 16	1.19	14.90	1.23	3.39	96.61
N° 30	0.59	30.80	2.54	5.94	94.06
N° 40	0.43	52.40	4.33	10.26	89.74
N° 50	0.30	53.60	4.43	14.69	85.31
N° 100	0.15	40.10	3.31	18.00	82.00
N° 200	0.074	36.90	3.05	21.05	78.95
FONDO	-	956.30	78.95	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	1211.2	% Grava =	0.00
Peso Lavado Seco (g)	254.9	% Arena =	21.05
Pérdida por Lavado (g)	956.3	% Finos =	78.95
D <sub>10</sub> (mm)	-1.62	Cc =	2.01
D <sub>30</sub> (mm)	-1.13	Cu =	0.24
D <sub>60</sub> (mm)	-0.39		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	53.1
	LP (%)	27.6
	IP (%)	25.5

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2487)	CH ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
AASHTO (ASTM D 3282)	A-7-6(17)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE :** DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA :** ABRIL DEL 2022

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

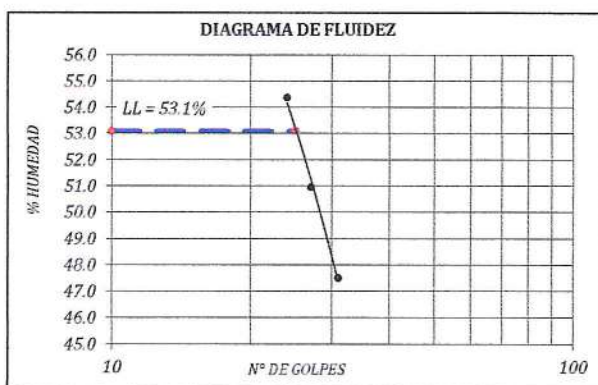
CALICATA : C-06

PROFUNDIDAD : 1.50m

MUESTRA : M-1

TIPO DE SUELO : CL

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	35.8	35.8	31.8	-	23.0	24.1
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	30.2	30.4	28.0	-	22.3	23.2
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.9	19.8	20.0	-	19.9	20.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	54.4	50.9	47.5	-	27.1	28.1
NÚMERO DE GOLPES	24	27	31	-		



#### RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	53.1
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	27.6
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	25.5

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-06  
**N° MUESTRA:** M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : CH

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	100.00
N° 4	4.76	100.00
N° 8	2.38	99.51
N° 10	2.00	97.84
N° 16	1.19	96.61
N° 30	0.59	94.06
N° 40	0.43	89.74
N° 50	0.30	85.31
N° 100	0.15	82.00
N° 200	0.074	78.95
FONDO	-	-
% Grava :		0.00
% Arena :		21.05
% Finos :		78.95
D <sub>10</sub> (mm):		-1.624
D <sub>30</sub> (mm):		-1.13
D <sub>60</sub> (mm):		-0.39
Cc :		2.01
Cu :		0.24
LL (%)		53.1
LP (%)		27.6
IP (%)		25.5

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

**SUCS (ASTM D 2487)** : CH  
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

**AASHTO (ASTM D 3282)** : A-7-6(20)  
ARCILLA DE ELEVADA PLASTICIDAD

#### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

SUELO COMPUESTO DE ARCILLAS INORGANICAS DE ELEVADA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD ELEVADA DE COLOR GEIGE. NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA.

<p>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</p>			
<p>SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez</p>			
<p>DISTRITO: CAJARURO</p>			
<p>PROVINCIA: UTCUBAMBA</p>		<p>CLASIFICACIÓN: SUCS AASHTO</p>	
<p>REGIÓN: AMAZONAS</p>		<p>CALICATA : C-6</p>	
<p>PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50M</p>		<p>CALICATA : C-6 MUESTRA: M-1</p>	
<p>NORMATIVA: MTC E 107</p>		<p>MUESTRA: M-1</p>	
<p>FECHA: ABRIL DEL 2022</p>			
<p>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</p>			
<p>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</p>			
PROCEDIMIENTO	Muestra N° 1	-	Muestra N° 2
Peso M.Humeda + Tara	798.0	-	789.0
Peso M. Seca + Tara	687.0	-	675.0
Peso Cápsula	80.5	-	90.2
Peso de la Muestra seca	606.5	-	584.8
Peso del Agua	111.00	-	114.00
Humedad	0.1830	-	0.1949
% de Humedad Natural	18.30	-	19.49
% de Humedad Natural. Promedio	18.9		
<p>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</p>			
PROCEDIMIENTO	Muestra N° 1	-	Muestra N° 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

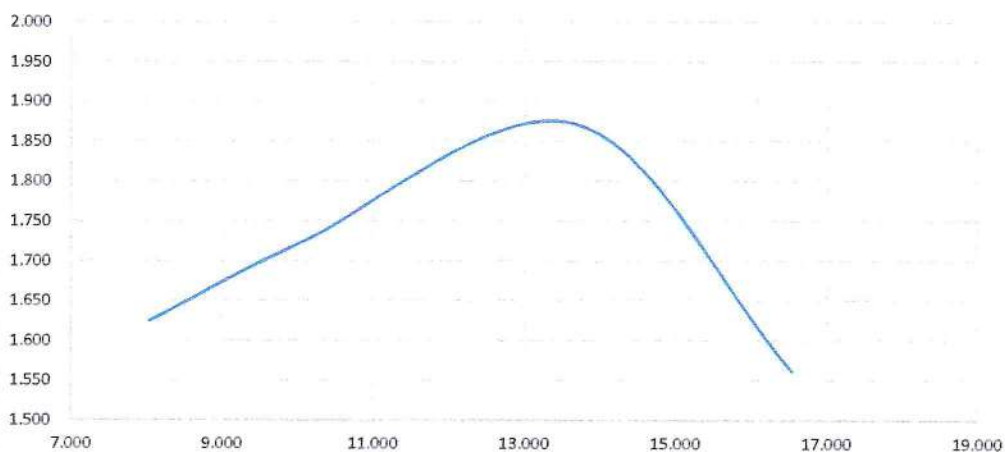
MTCE 115

Proyecto:

**"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"**

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11752.80	12054.80	12544.40	11891.24				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3730.80	4032.80	4522.40	3869.24				
Volúmen del molde (cm <sup>3</sup> )	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
Densidad Suelo húmedo (g./cm <sup>3</sup> )	1.755	1.897	2.128	1.820				
Número de Tarro	134	-	136	-	137.1	-	138.2	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.30	-	152.20	-	96.10	-	127.30	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.60	-	145.60	-	87.20	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	2.70	-	6.60	-	8.90	-	15.30	-
Peso de suelo seco (g.)	33.60	-	65.60	-	65.20	-	92.50	-
Humedad (%)	8.04	-	10.06	-	13.65	-	16.54	-
Humedad promedio (%)	8.04		10.06		13.65		16.54	
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.625		1.724		1.872		1.562	

### OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm <sup>3</sup> )	1.86
OCH (%)	13.2

DATOS DEL MOLDE		CALICATA C-06
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm <sup>3</sup> ):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

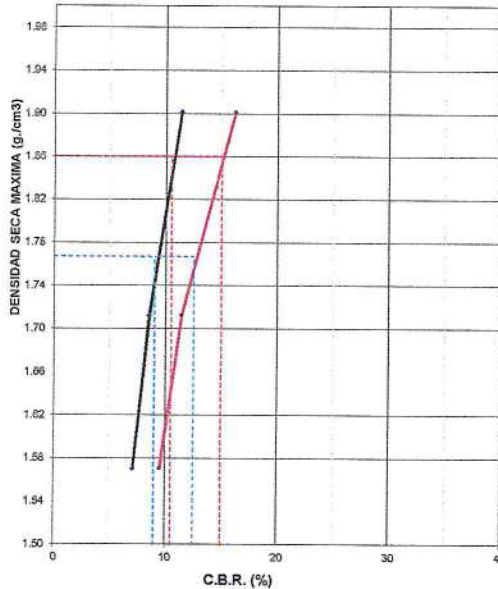
MTC B 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12582.80	-	12184.40	-	11951.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8525.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4055.80	-	3659.40	-	3407.00	-
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.914	-	1.726	-	1.606	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)							
Tara N°	7		12		25		
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.80	-	424.90	-	350.70	-	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.30	-	422.30	-	345.20	-	-
Peso del Agua (g.)	1.50	-	2.60	-	5.50	-	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	104.00	-	-
Muestra Seca (g.)	229.30	-	322.30	-	241.20	-	-
Contenido de Humedad (%)	0.65	-	0.81	-	2.28	-	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.65	-	0.81	-	2.28	-	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.901	-	1.712	-	1.571	-	-

ENSAYO CARGA - PENETRACION	PENETRACION (mm)	P (µg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
			0.54	0.025	30.0	1.6	20.0	1.03
1.27	0.050	54.0	2.8	38.0	1.96	16.0	0.83	
1.91	0.075	87.6	4.5	67.0	3.46	35.0	1.81	
2.54	0.100	150.2	7.8	110.5	5.71	88.0	4.55	
3.81	0.125	220.1	11.4	175.4	9.07	120.0	6.20	
5.08	0.150	305.2	15.8	230.6	11.92	175.2	9.06	
6.35	0.200	389.0	20.1	286.0	14.78	230.6	11.92	
7.62	0.300	450.0	23.3	340.0	17.58	287.6	14.87	
12.7	0.400	526.0	27.2	414.0	21.40	327.1	16.91	

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



ÁREA DEL PISTON: 19.35 cm <sup>2</sup>		
CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm <sup>2</sup>
	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm <sup>2</sup>

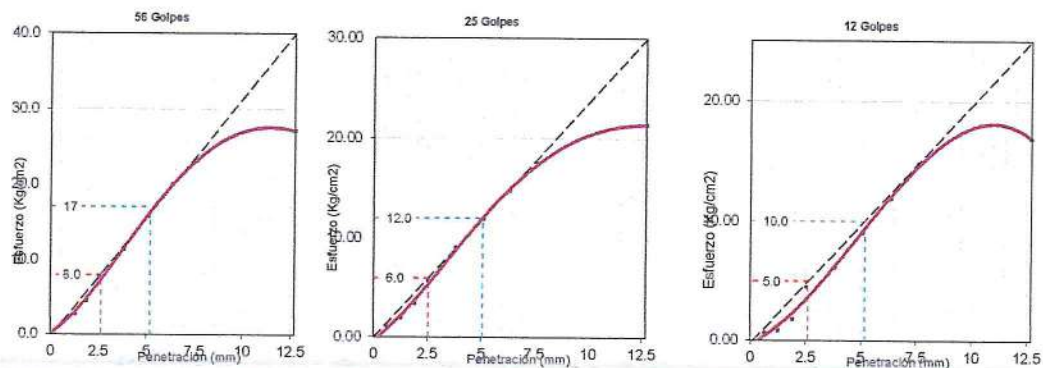
Nº GOLPES				
	56	25	12	
C.B.R. (%)	(2.54mm (0.1")	11.37	8.53	7.11
	(5.08mm (0.2")	16.19	11.43	9.52

### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.860  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 13.20  
 95% DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.767

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	10.0 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	7.3 (%)
CALICATA C-06	





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACION :** DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE :** DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA :** ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA :** C-07  
**MUESTRA :** M-1

**PROFUNDIDAD :** 1.50m  
**TIPO DE SUELO :** SM

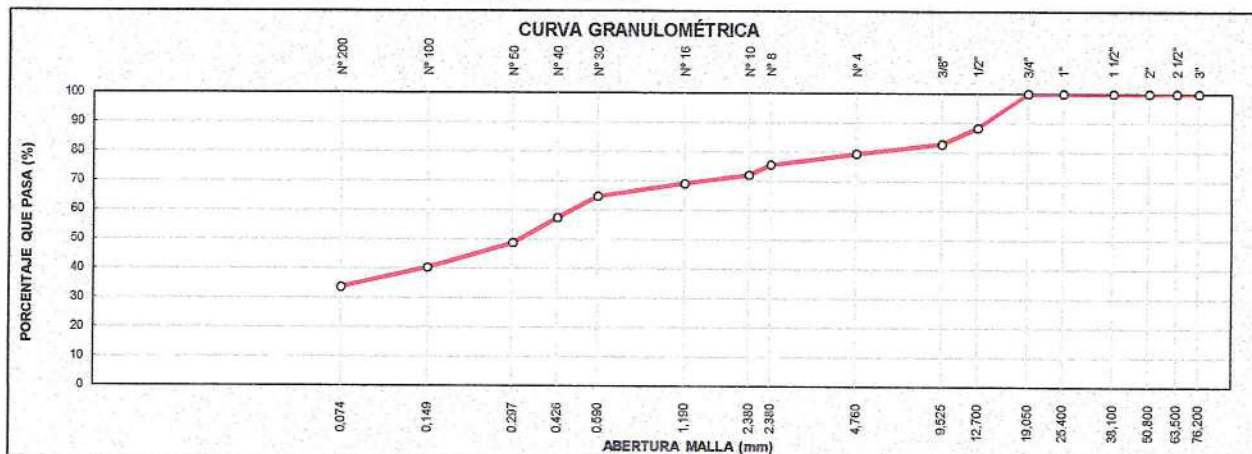
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	88.7	11.7	11.7	88.31
3/8"	9.53	42.30	5.58	17.27	82.73
N° 4	4.76	25.20	3.32	20.59	79.41
N° 8	2.38	29.00	3.82	24.41	75.59
N° 10	2.00	26.40	3.48	27.89	72.11
N° 16	1.19	22.40	2.95	30.84	69.16
N° 30	0.59	33.60	4.43	35.27	64.73
N° 40	0.43	56.20	7.41	42.68	57.32
N° 50	0.30	65.20	8.59	51.27	48.73
N° 100	0.15	63.40	8.36	59.63	40.37
N° 200	0.074	50.70	6.68	66.31	33.69
FONDO	-	255.60	33.69	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	758.7	% Grava =	20.59
Peso Lavado Seco (g)	503.1	% Arena =	45.72
Pérdida por Lavado (g)	255.6	% Finos =	33.69

$D_{10}$  (mm) = -0.19       $C_c$  = -0.01  
 $D_{30}$  (mm) = 0.03       $C_u$  = -2.53  
 $D_{60}$  (mm) = 0.49

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	36.0
	LP (%)	25.9
	IP (%)	10.1

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2487)	SM ARENA LIMOSA
AASHTO (ASTM D 3282)	A-2-4(0)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

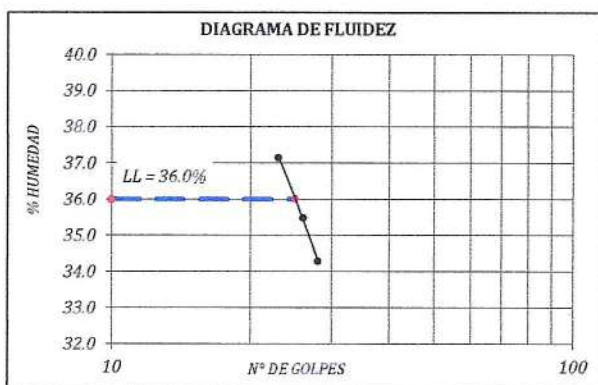
### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : C-07 **PROFUNDIDAD** : 1.50m

**MUESTRA** : M-1 **TIPO DE SUELO** : SM

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	34.2	34.9	34.1	-	22.8	23.1
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	30.3	31.0	30.5	-	22.2	22.4
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	20.0	-	19.8	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	37.1	35.5	34.3	-	25.0	26.8
NÚMERO DE GOLPES	23	26	28	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	36.0
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	25.9
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	10.1

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-07  
**N° MUESTRA:** M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : SM

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	88.31
3/8"	9.53	82.73
N° 4	4.76	79.41
N° 8	2.38	75.59
N° 10	2.00	72.11
N° 16	1.19	69.16
N° 30	0.59	64.73
N° 40	0.43	57.32
N° 50	0.30	48.73
N° 100	0.15	40.37
N° 200	0.074	33.69
FONDO	-	-
% Grava :		20.59
% Arena :		45.72
% Finos :		33.69
D <sub>10</sub> (mm):		-0.192
D <sub>30</sub> (mm):		0.03
D <sub>60</sub> (mm):		0.49
Cc:		-0.01
Cu:		-2.53
LL (%)		36.0
LP (%)		25.9
IP (%)		10.1

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

**SUCS (ASTM D 2487)** : **SM**  
**ARENA LIMOSA**

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

**AASHTO (ASTM D 3282)** : **A-2-4(0)**  
**ARENA LIMOSA**

#### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

**SUELO CONFORMADO POR ARENAS LIMOSAS DE COLOR CREMA, CON HUMEDAD MEDIA, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA, NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.**

<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</b>			
<b>SOLICITANTE:</b> Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
<b>DISTRITO:</b> CAJARURO		<b>CLASIFICACIÓN:</b> SUCS Y AASHTO	
<b>PROVINCIA:</b> UTCUBAMBA		<b>CALICATA:</b> C-7	
<b>REGION:</b> AMAZONAS			
<b>PROFUNDIDAD:</b> 0.20 -1.50M			
<b>NORMATIVA:</b> MTC E 107		<b>CALICATA:</b> C-7 <b>MUESTRA:</b> M-1	
<b>FECHA:</b> ABRIL DEL 2022			
<b>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</b>			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Muestra Nº 1</b>	-	<b>Muestra Nº 2</b>
Peso M.Humeda + Tara	1254.3	-	1211.3
Peso M. Seca + Tara	1124.3	-	1108.9
Peso Cápsula	233.1	-	230.5
Peso de la Muestra seca	891.2	-	878.4
Peso del Agua	130.00	-	102.40
Humedad	0.1459	-	0.1166
% de Humedad Natural	14.59	-	11.66
% de Humedad Natural, Promedio	13.1		
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Muestra Nº 1</b>	-	<b>Muestra Nº 2</b>
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTCE 115

Proyecto:

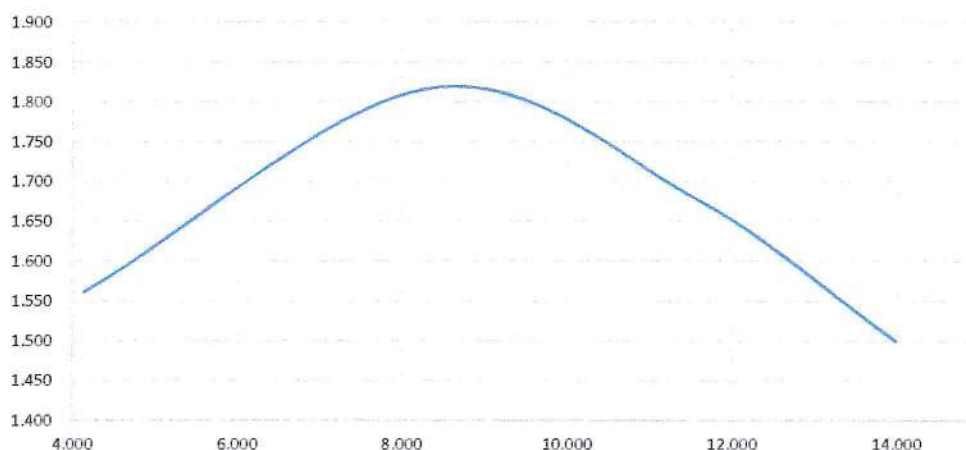
"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11478.70	12207.00	12005.80	11656.00
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00
Peso Suelo Húmedo (g.)	3456.70	4185.00	3983.80	3634.00
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.626	1.969	1.874	1.710

Número de Tarro	9	-	10	-	11	-	12	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.20	-	150.10	-	94.60	-	125.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.80	-	144.71	-	87.10	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.00	-
Peso del agua (g.)	1.40	-	5.39	-	7.50	-	13.00	-
Peso de suelo seco (g.)	33.80	-	64.71	-	65.10	-	93.00	-
Humedad (%)	4.14	-	8.33	-	11.52	-	13.98	-
Humedad promedio (%)	4.14		8.33		11.52		13.98	
Densidad Seca (g./cm3)	1.562		1.818		1.681		1.500	

### OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm³)	1.82
OCH (%)	8.5

DATOS DEL MOLDE		CALICATA C-07
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

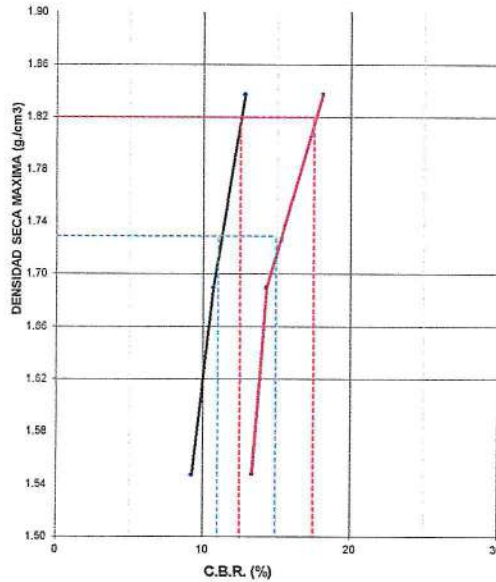
NTCE 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12426.30	-	12184.40	-	12042.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3899.30	-	3660.40	-	3498.00	-
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.840	-	1.727	-	1.649	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)							
Tara Nº	1		2		3		
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.20	-	432.50	-	359.80	-	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.90	-	425.39	-	344.40	-	-
Peso del Agua (g.)	0.30	-	7.11	-	15.40	-	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	110.00	-	-
Muestra Seca (g.)	229.90	-	325.39	-	234.40	-	-
Contenido de Humedad (%)	0.13	-	2.19	-	6.57	-	-
Cont. Humedad Prom.(%)	0.13	-	2.19	-	6.57	-	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.838	-	1.690	-	1.548	-	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde Nº 01		Molde Nº 02		Molde Nº 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
	0.64	0.025	22.0	1.1	19.0	0.93	10.0	0.52
	1.27	0.050	35.0	1.8	30.0	1.55	20.0	1.03
	1.91	0.075	71.0	3.7	50.0	2.58	39.0	2.02
	2.54	0.100	175.0	9.0	105.0	5.43	78.0	4.03
	3.81	0.125	255.0	13.2	220.0	11.37	180.0	9.30
	5.08	0.150	344.0	17.8	300.0	15.51	250.0	12.92
	6.35	0.200	450.0	23.3	396.0	20.57	344.0	17.78
	7.62	0.300	510.0	26.4	490.0	25.33	380.0	19.64
	12.7	0.400	615.0	31.8	520.0	26.88	440.0	22.74

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



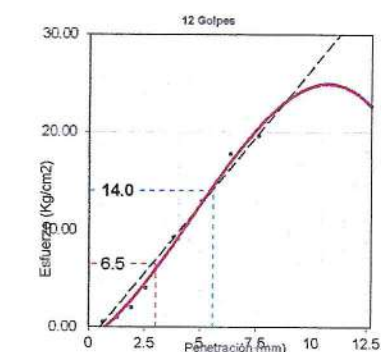
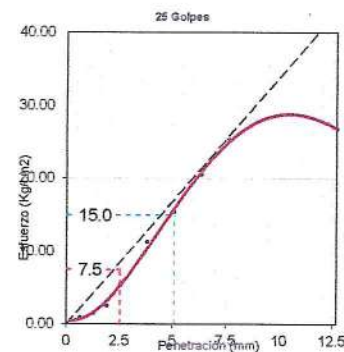
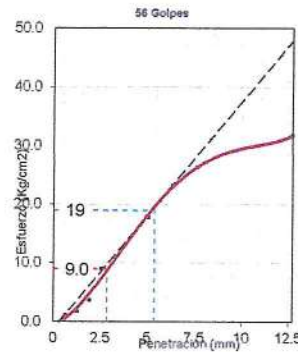
ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm <sup>2</sup>			
CARGAS	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm <sup>2</sup>
PATRON	(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm <sup>2</sup>
<b>Nº GOLPES</b>			
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	12.79	10.66
	5.08mm (0.2")	18.09	14.28
			13.33

### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.820  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 8.50  
 95 % DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.729

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	12.3 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	10.1 (%)
CALICATA C-07	





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA** : C-08

**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

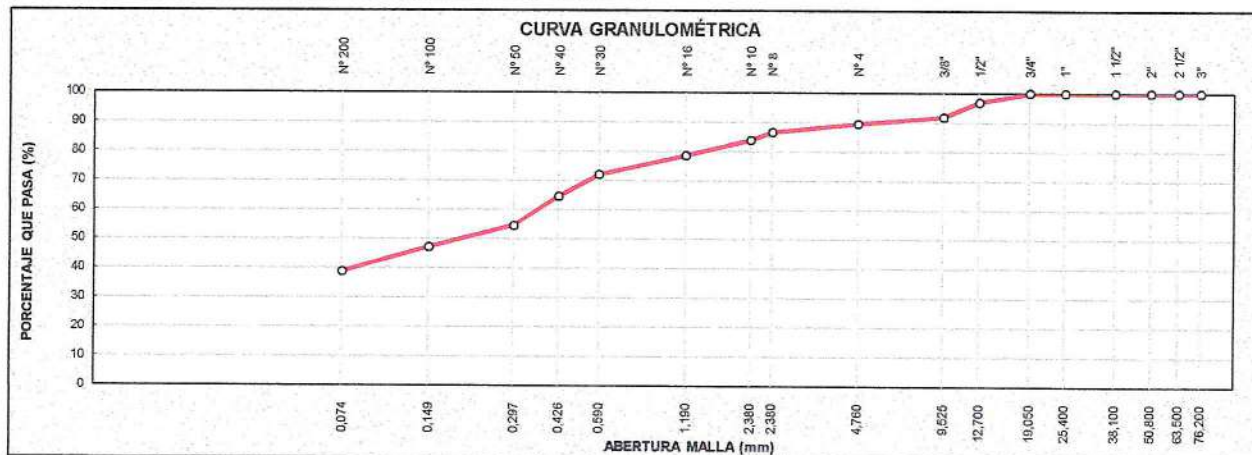
**TIPO DE SUELO** : SM

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	21.0	3.1	3.1	96.95
3/8"	9.53	35.20	5.12	8.17	91.83
N° 4	4.76	15.40	2.24	10.41	89.59
N° 8	2.38	20.10	2.92	13.34	86.66
N° 10	2.00	18.70	2.72	16.06	83.94
N° 16	1.19	36.80	5.35	21.41	78.59
N° 30	0.59	44.20	6.43	27.84	72.16
N° 40	0.43	52.30	7.61	35.44	64.56
N° 50	0.30	68.70	9.99	45.43	54.57
N° 100	0.15	50.70	7.37	52.81	47.19
N° 200	0.074	57.60	8.38	61.18	38.82
FONDO	-	266.90	38.82	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	687.6	% Grava =	10.41
Peso Lavado Seco (g)	420.7	% Arena =	50.77
Pérdida por Lavado (g)	266.9	% Finos =	38.82
D <sub>10</sub> (mm)=	-0.18	Cc =	0.00
D <sub>30</sub> (mm)=	0.00	Cu =	-2.00
D <sub>60</sub> (mm)=	0.37		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	28.1
	LP (%)	24.8
	IP (%)	3.3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2487)	SM ARENA LIMOSA
AASHTO (ASTM D 3282)	A-2-4(1)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE :** DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

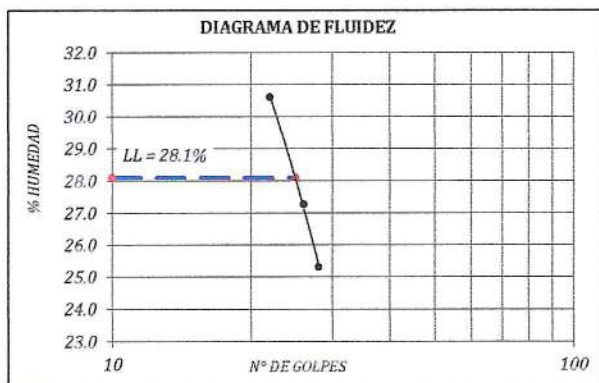
**FECHA ENTREGA :** ABRIL DEL 2022

### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA :** C-08 **PROFUNDIDAD :** 1.50m  
**MUESTRA :** M-1 **TIPO DE SUELO :** SM

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	32.8	32.6	29.8	-	22.3	21.7
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	29.8	29.9	27.8	-	21.8	21.4
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	20.0	20.0	19.9	-	19.9	19.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.6	27.3	25.3	-	26.3	23.2
NÚMERO DE GOLPES	22	26	28	-		



#### RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	28.1
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	24.8
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	3.3

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

CALICATA: C-08

PROFUNDIDAD : 1.50m

N° MUESTRA: M-1

TIPO DE SUELO : SM

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	96.95
3/8"	9.53	91.83
N° 4	4.76	89.59
N° 8	2.38	86.66
N° 10	2.00	83.94
N° 16	1.19	78.59
N° 30	0.59	72.16
N° 40	0.43	64.56
N° 50	0.30	54.57
N° 100	0.15	47.19
N° 200	0.074	38.82
FONDO	-	-
% Grava:		10.41
% Arena:		50.77
% Finos :		38.82
D <sub>10</sub> (mm):		-0.104
D <sub>30</sub> (mm):		0.00
D <sub>60</sub> (mm):		0.37
Cc:		0.00
Cu:		-2.00
LL (%)		28.1
LP (%)		24.8
IP (%)		3.3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

SUCS (ASTM D 2487) : SM  
ARENA LIMOSA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

AASHTO (ASTM D 3282) : A-2-4(1)  
ARENA LIMOSA

#### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

SUELO CONFORMADO POR ARENAS LIMOSAS DE COLOR MARRON OSCURO, CON PLASTICIDAD BAJA, DE HUMEDAD ELEVADA. NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"			
SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
DISTRITO: CAJARURO		CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO	
PROVINCIA: UTCUBAMBA		CALICATA: C-8	
REGION: AMAZONAS			
PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50M			
NORMATIVA: MTC E 107		CALICATA: C-8 MUESTRA: M-1	
FECHA: ABRIL DEL 2022			
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL			
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	1135	-	1165.0
Peso M. Seca + Tara	1035.0	-	1063.8
Peso Cápsula	220.0	-	220.0
Peso de la Muestra seca	815.0	-	843.8
Peso del Agua	100.00	-	101.20
Humedad	0.1227	-	0.1199
% de Humedad Natural	12.27	-	11.99
% de Humedad Natural, Promedio	12		
DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

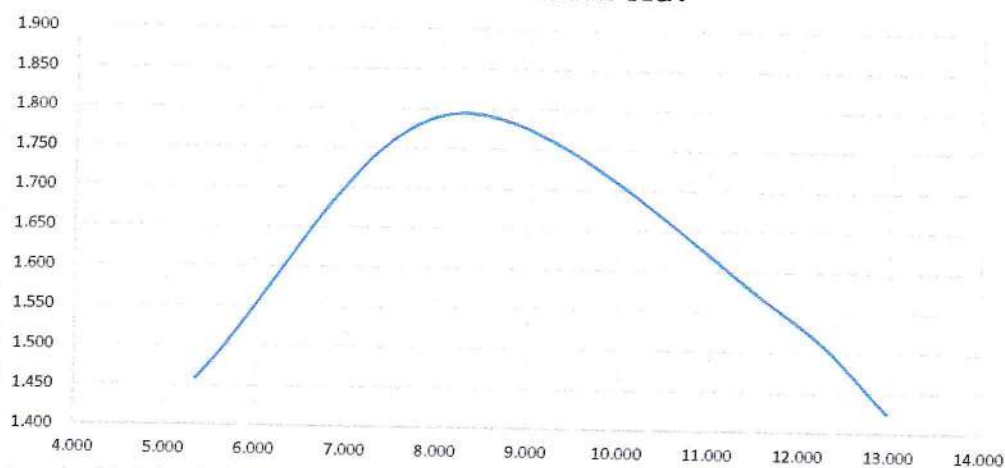
MTCE 115

Proyecto:

"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11288.70	12147.00	11705.80	11446.00				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3266.70	4125.00	3683.80	3424.00				
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.537	1.941	1.733	1.611				
Número de Tarro	15	-	22	-	25	-	45	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.50	-	150.00	-	95.00	-	124.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	1.80	-	5.28	-	7.70	-	12.00	-
Peso de suelo seco (g.)	33.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	5.34	-	8.16	-	11.79	-	12.97	-
Humedad promedio (%)	5.34		8.16		11.79		12.97	
Densidad Seca (g./cm3)	1.459		1.794		1.550		1.426	

OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm <sup>3</sup> )	1.80
OCH (%)	8.2

DATOS DEL MOLDE		CALICATA C-08
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTCE 132

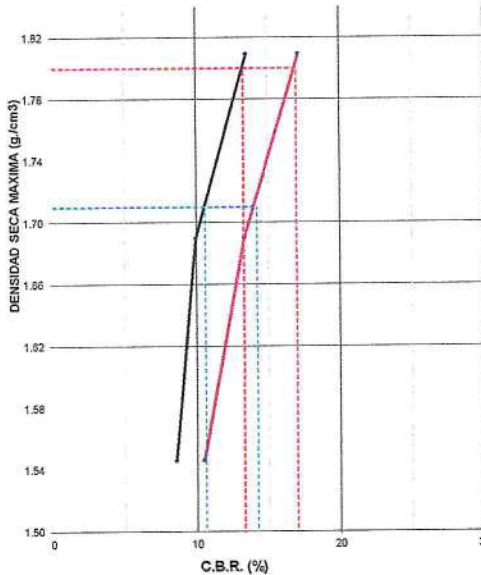
COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12386.30	-	12221.40	-	12096.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3859.30	-	3697.40	-	3552.00	-
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.821	-	1.744	-	1.675	-

### CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)

Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.40	432.70	360.80
Muestra seca + Tara (g.)	328.90	422.39	341.40
Peso del Agua (g.)	1.50	10.31	19.40
Peso de la Tara (g.)	100.00	100.00	108.00
Muestra Seca (g.)	228.90	322.39	233.40
Contenido de Humedad (%)	0.66	3.20	8.31
Cont. Humedad Prom. (%)	0.66	3.20	8.31
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.809	1.690	1.546

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	[pu]g	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
			0.64	0.025	20.0	1.0	15.0	0.78
1.27	0.050	40.0	2.1	30.2	1.56	18.2	0.94	
1.91	0.075	60.0	3.5	45.2	2.34	30.5	1.58	
2.54	0.100	110.1	5.7	80.6	4.17	60.8	3.14	
3.81	0.125	200.1	10.3	150.2	7.76	90.8	4.69	
5.08	0.150	330.5	17.1	256.3	13.25	160.5	8.30	
6.35	0.200	440.2	22.8	340.7	17.61	255.3	13.20	
7.62	0.300	523.0	27.0	410.2	21.20	314.2	16.24	
12.7	0.400	604.2	31.2	504.2	26.06	405.7	20.97	

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm<sup>2</sup>

CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	(5.08 mm) (0.2")
	70 kg/cm <sup>2</sup>	105 kg/cm <sup>2</sup>

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	13.50	9.95	8.53
	17.14	13.33	10.47

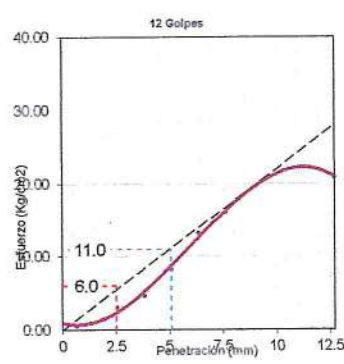
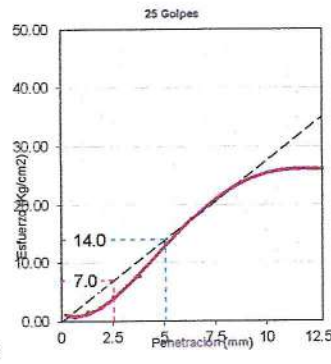
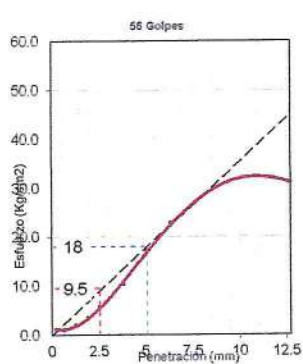
### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.800  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 8.00  
 95 % DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.710

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	13.1 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	10.4 (%)

CALICATA C-08





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : C-09  
**MUESTRA** : M-1

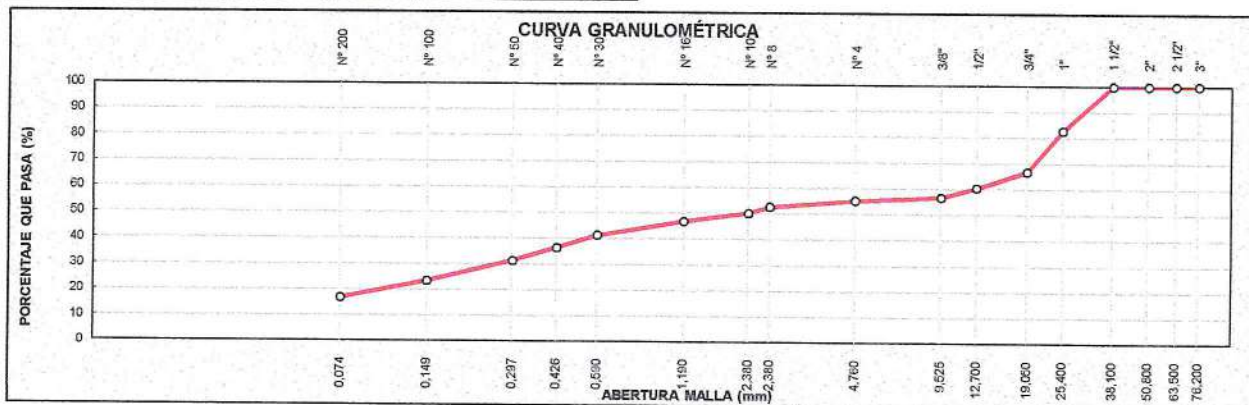
**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : GM

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	131.1	17.2	17.2	82.83
3/4"	19.05	122.4	16.0	33.2	66.80
1/2"	12.70	48.7	6.4	39.6	60.42
3/8"	9.53	28.40	3.72	43.30	56.70
N° 4	4.76	11.10	1.45	44.75	55.25
N° 8	2.38	20.30	2.66	47.41	52.59
N° 10	2.00	17.90	2.34	49.76	50.24
N° 16	1.19	25.40	3.33	53.08	46.92
N° 30	0.59	42.10	5.51	58.60	41.40
N° 40	0.43	37.80	4.95	63.55	36.45
N° 50	0.30	38.70	5.07	68.62	31.38
N° 100	0.15	60.80	7.96	76.58	23.42
N° 200	0.074	50.00	6.55	83.13	16.87
FONDO	-	128.80	16.87	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	763.5	% Grava =	44.75
Peso Lavado Seco (g)	634.7	% Arena =	38.38
Pérdida por Lavado (g)	128.8	% Finos =	16.87
D <sub>10</sub> (mm)	0.00	Cc =	-1.28
D <sub>30</sub> (mm)	0.27	Cu =	-2640.05
D <sub>60</sub> (mm)	12.34		

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	28.1
	LP (%)	22.5
	IP (%)	5.6

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
SUCS (ASTM D 2487)	GM GRAVA LIMOSA
AASHTO (ASTM D 3282)	A-1-b(0)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE :** DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA :** ABRIL DEL 2022

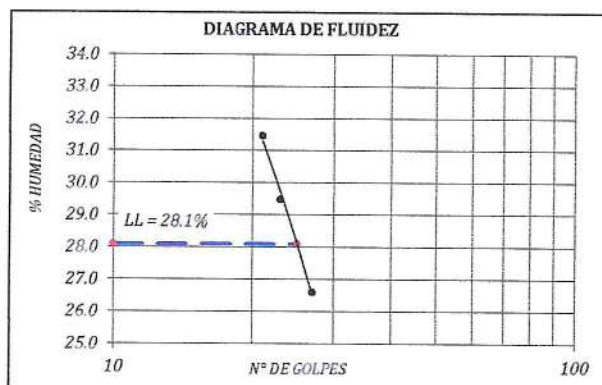
### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA :** C-09  
**MUESTRA :** M-1

**PROFUNDIDAD :** 1.50m  
**TIPO DE SUELO :** GM

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	31.7	32.4	33.5	-	22.6	23.1
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	28.9	29.6	30.6	-	22.1	22.5
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	20.0	20.1	19.7	-	19.9	19.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.5	29.5	26.6	-	22.7	22.2
NÚMERO DE GOLPES	21	23	27	-		



#### RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	28.1
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	22.5
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	5.6

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO :** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN :** DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE :** DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA :** ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-09  
**N° MUESTRA:** M-1

**PROFUNDIDAD :** 1.50m  
**TIPO DE SUELO :** GM

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	82.83
3/4"	19.05	66.80
1/2"	12.70	60.42
3/8"	9.53	56.70
N° 4	4.76	55.25
N° 8	2.38	52.59
N° 10	2.00	50.24
N° 16	1.19	46.92
N° 30	0.59	41.40
N° 40	0.43	36.45
N° 50	0.30	31.38
N° 100	0.15	23.42
N° 200	0.074	16.87
FONDO	-	-
% Grava :		44.75
% Arena :		38.38
% Finos :		16.87
D <sub>10</sub> (mm):		-0.005
D <sub>30</sub> (mm):		0.27
D <sub>60</sub> (mm):		12.34
Cc :		-1.28
Cu :		-2640.05
LL (%)		28.1
LP (%)		22.5
IP (%)		5.6

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

SUCS (ASTM D 2487)	GM GRAVA LIMOSA
--------------------	--------------------

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

AASHTO (ASTM D 3282)	A-1-b(0) GRAVA LIMOSA
----------------------	--------------------------

#### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

SUELO CONFORMADO DE GRAVAS LIMOSAS DE COLOR AMARILLENTO, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.

<p>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</p>			
<p>SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez</p>			
<p>DISTRITO: CAJARURO</p>		<p>CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO</p>	
<p>PROVINCIA: UTCUBAMBA</p>		<p>CALICATA: C-09</p>	
<p>REGION: AMAZONAS</p>		<p>MUESTRA: M-1</p>	
<p>PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.70M</p>		<p>CALICATA: C-09</p>	
<p>NORMATIVA: MTC E 107</p>		<p>MUESTRA: M-1</p>	
<p>FECHA: ABRIL DEL 2022</p>			
<p>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</p>			
<p>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</p>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	1102.0	-	1625.0
Peso M. Seca + Tara	996.0	-	1522.4
Peso Cápsula	205.3	-	205.4
Peso de la Muestra seca	790.7	-	1317.0
Peso del Agua	106.00	-	102.60
Humedad	0.1341	-	0.0779
% de Humedad Natural	13.41	-	7.79
% de Humedad Natural. Promedio	10.6		
<p>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</p>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volumenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

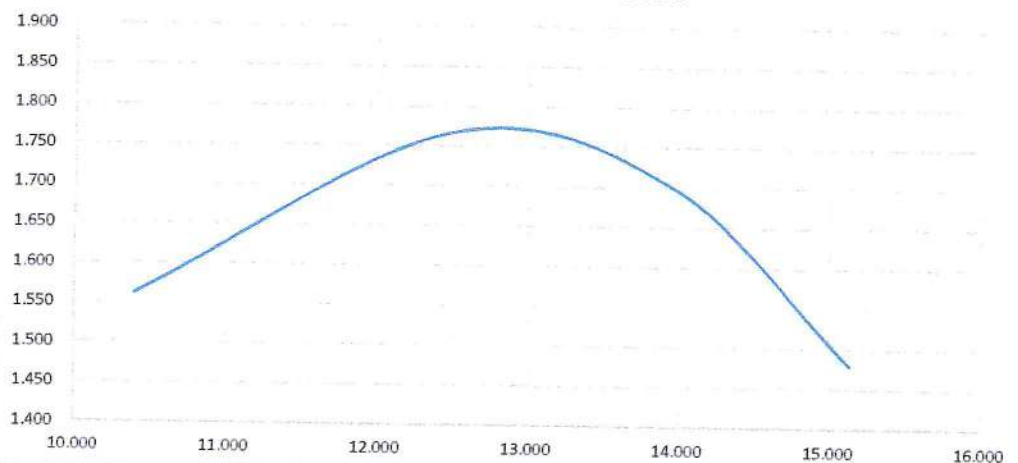
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11688.10	12246.00	12145.10	11644.00				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3666.10	4224.00	4123.10	3622.00				
Volúmen del molde (cm <sup>3</sup> )	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
Densidad Suelo húmedo (g./cm <sup>3</sup> )	1.725	1.987	1.940	1.704				
Número de Tarro	56	-	44	-	17	-	70	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.10	-	152.80	-	96.40	-	126.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	50.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	3.40	-	8.08	-	9.10	-	14.00	-
Peso de suelo seco (g.)	32.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	10.40	-	12.48	-	13.94	-	15.14	-
Humedad promedio (%)	10.40	-	12.48	-	13.94	-	15.14	-
Densidad Seca (g./cm <sup>3</sup> )	1.562	-	1.767	-	1.703	-	1.480	-

### OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm <sup>3</sup> )	1.77
OCH (%)	12.8

DATOS DEL MOLDE		CALICATA C-09
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm <sup>3</sup> ):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

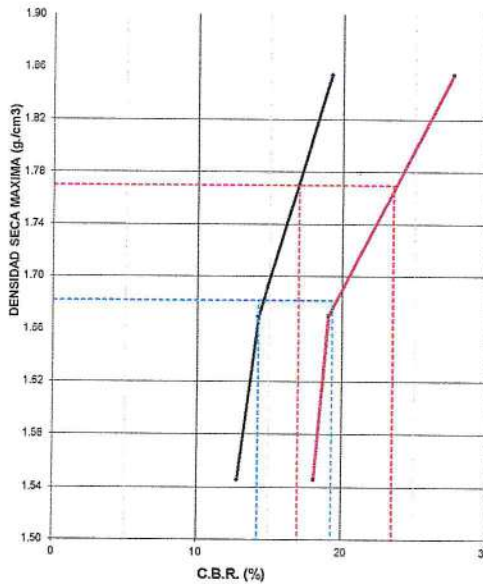
MTCE 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12482.30	-	12122.40	-	11969.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3955.30	-	3598.40	-	3425.00	-
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.866	-	1.697	-	1.615	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)									
Tara N°	1		2		3				
Muestra húmeda + Tara (g.)	391.40	-	-	427.70	-	-	351.60	-	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.90	-	-	422.39	-	-	341.40	-	-
Peso del Agua (g.)	1.50	-	-	5.31	-	-	10.40	-	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	-	100.00	-	-	108.00	-	-
Muestra Seca (g.)	229.90	-	-	322.39	-	-	233.40	-	-
Contenido de Humedad (%)	0.65	-	-	1.65	-	-	4.46	-	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.65	-	-	1.65	-	-	4.46	-	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.854	-	-	1.670	-	-	1.546	-	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
			0.64	0.025	40.0	2.1	35.0	1.81
1.27	0.050	78.0	4.0	65.0	3.36	45.0	2.33	
1.91	0.075	110.0	5.7	88.0	4.55	60.0	3.10	
2.54	0.100	260.0	13.4	125.0	6.46	101.7	5.26	
3.81	0.125	430.0	22.2	341.0	17.63	241.0	12.46	
5.08	0.150	500.0	25.8	386.0	19.95	325.0	16.80	
6.35	0.200	605.0	31.3	487.5	25.20	405.2	20.95	
7.62	0.300	720.0	37.2	610.0	31.53	506.3	30.31	
12.7	0.400	750.0	38.8	615.0	31.79	590.0	30.50	

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.

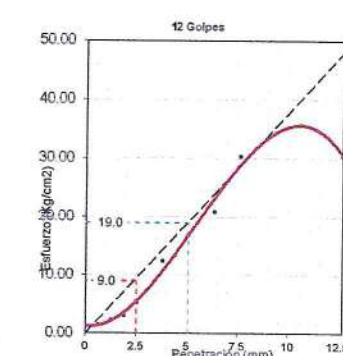
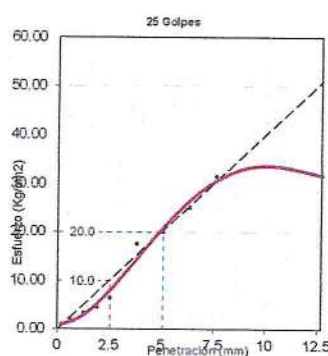
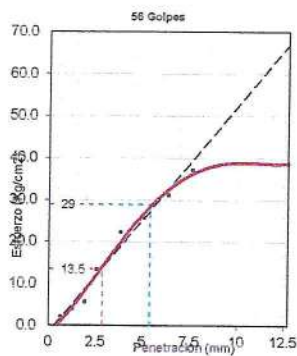


ÁREA DEL PISTÓN:	19.35	cm <sup>2</sup>		
CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm <sup>2</sup>		
	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm <sup>2</sup>		
Nº GOLPES	56	25	12	
C.B.R. (%)	(2.54mm (0.1"))	19.19	14.21	12.79
	(5.08mm (0.2"))	27.61	19.04	18.09

**RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:**  
 DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm<sup>3</sup>): 1.770  
 HUMEDAD OPTIMA (%): 12.80  
 95 % DSM (g./cm<sup>3</sup>): 1.682

#### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	17.0 (%)
VALOR CBR AL 95% DSM:	14.2 (%)
CALICATA C-09	





# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : C-10  
**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : CL

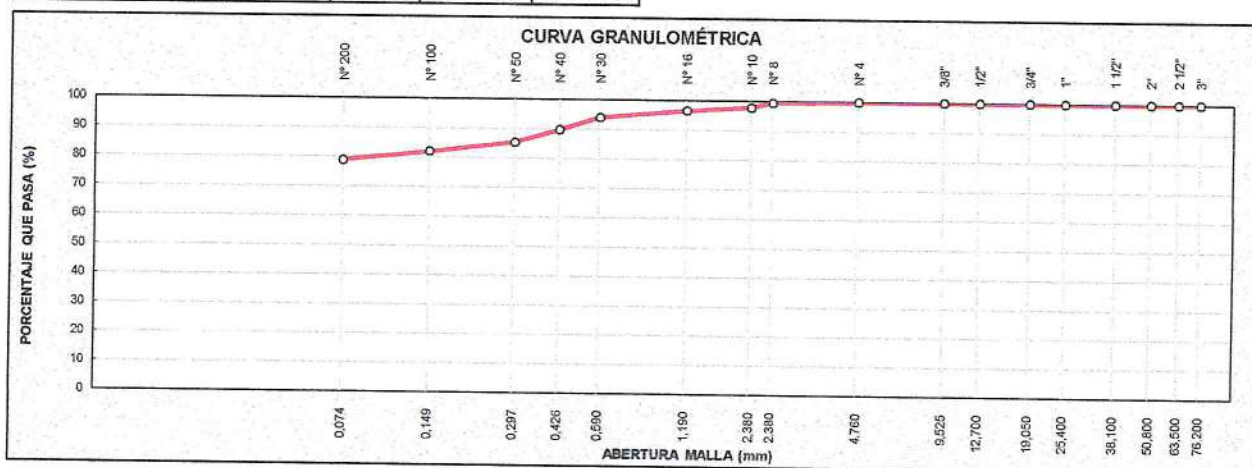
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	-	-	-	100.00
N° 4	4.76	-	-	-	100.00
N° 8	2.38	5.90	0.49	0.49	99.51
N° 10	2.00	20.30	1.68	2.17	97.83
N° 16	1.19	14.90	1.23	3.40	96.60
N° 30	0.59	30.80	2.55	5.94	94.06
N° 40	0.43	52.40	4.33	10.27	89.73
N° 50	0.30	53.60	4.43	14.70	85.30
N° 100	0.15	40.10	3.31	18.02	81.98
N° 200	0.074	36.90	3.05	21.07	78.93
FONDO	-	955.10	78.93	100.00	-

Peso Inicial Seco (g)	1210.0	% Grava =	0.00
Peso Lavado Seco (g)	254.9	% Arena =	21.07
Pérdida por Lavado (g)	955.1	% Finos =	78.93

$D_{10}$  (mm) = -1.62       $C_c$  = 2.01  
 $D_{30}$  (mm) = -1.13       $C_u$  = 0.24  
 $D_{60}$  (mm) = -0.39

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	53.1
	LP (%)	27.6
	IP (%)	25.5

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS (ASTM D 2487)</b>	<b>CH</b> ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
<b>AASHTO (ASTM D 3282)</b>	<b>A-7-6(17)</b>



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

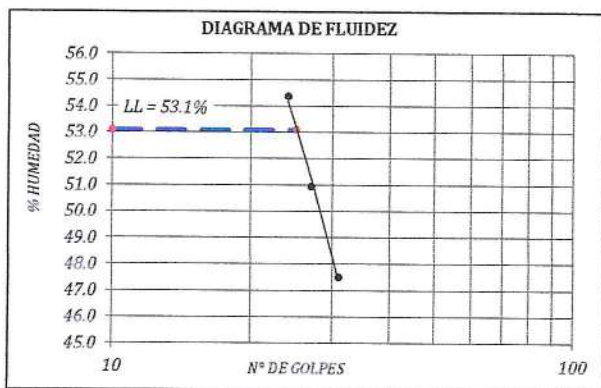
### LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : C-10  
**MUESTRA** : M-1

**PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**TIPO DE SUELO** : CL

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	35.8	35.8	31.8	-	23.0	24.1
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	30.2	30.4	28.0	-	22.3	23.2
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.9	19.8	20.0	-	19.9	20.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	54.4	50.9	47.5	-	27.1	28.1
NÚMERO DE GOLPES	24	27	31	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	53.1
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	27.6
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	25.5

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0041 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : ABRIL DEL 2022

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

CALICATA: C-10  
N° MUESTRA: M-1

PROFUNDIDAD : 1.50m  
TIPO DE SUELO : CH

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	100.00
N° 4	4.76	100.00
N° 8	2.38	99.51
N° 10	2.00	97.83
N° 16	1.19	96.60
N° 30	0.59	94.06
N° 40	0.43	89.73
N° 50	0.30	85.30
N° 100	0.15	81.98
N° 200	0.074	78.93
FONDO	-	-
% Grava :		0.00
% Arena :		21.07
% Finos :		78.93
D <sub>10</sub> (mm):		-1.621
D <sub>30</sub> (mm):		-1.13
D <sub>60</sub> (mm):		-0.39
C <sub>c</sub> :		2.01
C <sub>u</sub> :		0.24
LL (%)		53.1
LP (%)		27.6
IP (%)		25.5

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)

SUCS (ASTM D 2487) : CH  
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

#### CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)

AASHTO (ASTM D 3282) : A-7-6(17)  
ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

#### DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

SUELO COMPUESTO DE ARCILLAS INORGANICAS DE ELEVADA PLASTICIDAD, CON HUMEDAD ELEVADA DE COLOR NEGRO. NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA.

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"			
SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
DISTRITO: CAJARURO			
PROVINCIA: UTCUBAMBA		CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO	
REGION: AMAZONAS		CALICATA : C-10	
PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50M		CALICATA : C-10 MUESTRA: M-1	
NORMATIVA: MTC E 107			
FECHA: ABRIL DEL 2022			
PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL			
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	1065.0	-	1345.0
Peso M. Seca + Tara	948.2	-	1180.0
Peso Cápsula	205.4	-	204.6
Peso de la Muestra seca	742.8	-	975.4
Peso del Agua	116.80	-	185.00
Humedad	0.1572	-	0.1692
% de Humedad Natural	15.72	-	16.92
% de Humedad Natural. Promedio	16.3		
DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volumenes	-	-	-
Peso especifico del Material	-	-	-
Peso especifico del Agua	-	-	-
Peso especifico del Material	-	-	-
Peso especifico del Material, Promedio	-		



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

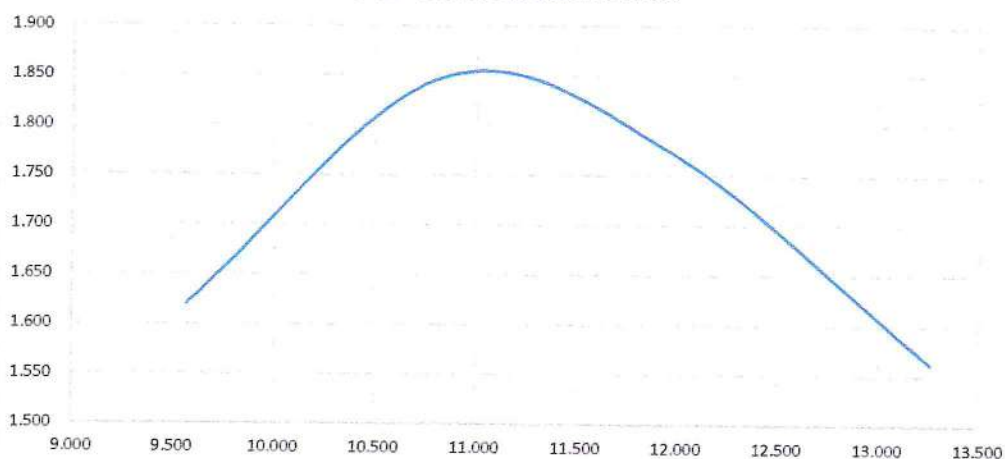
MTCE 115

Proyecto:

"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARRONZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11797.10	12376.00	12244.10	11784.00				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3775.10	4354.00	4222.10	3762.00				
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
Densidad Suelo húmedo (g./cm3)	1.776	2.048	1.986	1.770				
Número de Tarro	90	-	91	-	92	-	93	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.50	-	151.60	-	95.00	-	122.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	50.40	-	144.60	-	87.20	-	110.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	3.10	-	7.00	-	7.80	-	12.00	-
Peso de suelo seco (g.)	32.40	-	64.60	-	65.20	-	90.50	-
Humedad (%)	9.57	-	10.84	-	11.96	-	13.26	-
Humedad promedio (%)	9.57		10.84		11.96		13.26	
Densidad Seca (g./cm3)	1.621		1.848		1.774		1.563	

### OCH - MÁX. DENSIDAD SECA



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
DSM (g./cm³)	1.85
OCH (%)	11.0

DATOS DEL MOLDE		CALICATA C-10
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO PAVIMENTOS

DG INGENIEROS S.A.C

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

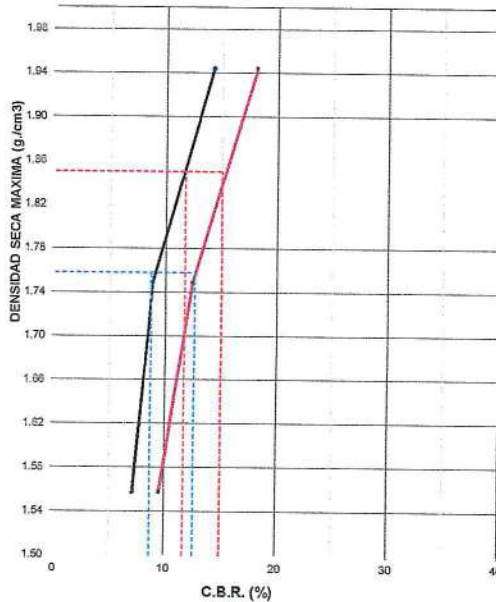
MTCE 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12672.30	-	12285.40	-	11990.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8525.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4145.30	-	3760.40	-	3446.00	-
Volumen de la Muestra (cm³)	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm³)	1.956	-	1.774	-	1.625	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)						
Tara N°	7	-	12	-	25	-
Muestra húmeda + Tara (g.)	331.10	-	425.90	-	351.40	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.70	-	422.30	-	341.30	-
Peso del Agua (g.)	1.40	-	4.60	-	10.10	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	108.00	-
Muestra Seca (g.)	229.70	-	322.30	-	233.30	-
Contenido de Humedad (%)	0.61	-	1.43	-	4.33	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.61	-	1.43	-	4.33	-
DENSIDAD SECA (g./cm³)	1.944	-	1.749	-	1.557	-

ENSAYO CARGA - PENETRACION	PENETRACION (mm)		Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
	(pulg)		Carga (Kg)	kg/cm²	Carga (Kg)	kg/cm²	Carga (Kg)	kg/cm²
	0.64	0.025	35.0	1.8	25.6	1.32	20.0	1.03
1.27	0.050	52.0	2.7	35.6	1.84	26.5	1.37	
1.91	0.075	68.4	3.5	56.2	2.91	38.1	1.97	
2.54	0.100	134.2	6.9	96.5	4.99	74.0	3.83	
3.81	0.125	285.0	14.7	145.5	7.52	110.2	5.70	
5.08	0.150	365.0	18.9	218.0	11.27	168.7	8.72	
6.35	0.200	415.0	21.5	287.3	14.85	215.6	11.14	
7.62	0.300	594.0	30.2	368.4	19.04	287.6	14.87	
12.7	0.400	625.0	32.3	390.0	20.16	301.2	15.57	

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



ÁREA DEL PISTON: 19.35 cm²			
CARGAS	(2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm²
PATRON	(5.08 mm) (0.2")	165	kg/cm²

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	14.21	8.81	7.11
	18.09	12.38	9.52

### RESUMEN PROCTOR MODIFICADO:

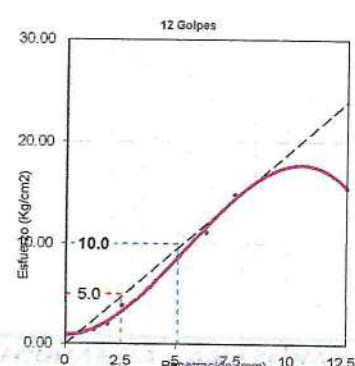
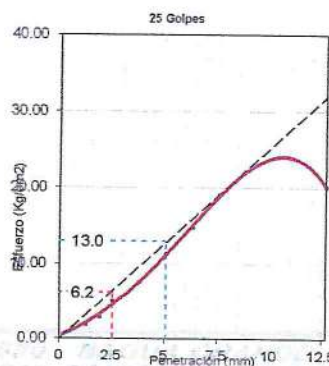
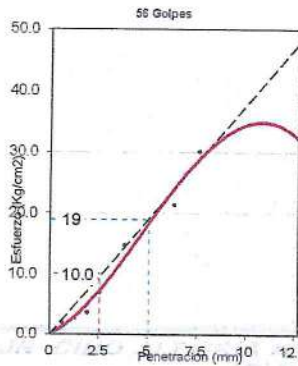
DENSIDAD SECA MAXIMA (g./cm³):	1.850
HUMEDAD OPTIMA (%):	11.00
95 % DSM (g./cm³):	1.758

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

VALOR CBR AL 100% DSM:	12.6 (%)
------------------------	----------

VALOR CBR AL 95% DSM:	8.7 (%)
-----------------------	---------

CALICATA C-10



**ANEXO 2.2- ENSAYOS DE SUELO NATURAL CON CENIZAS DE CÁSCARA  
DE ARROZ**

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez

DISTRITO: CAJARURO

PROVINCIA: UTCUBAMBA

REGION: AMAZONAS

PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50m

NORMATIVA: MTC E 107

FECHA: ABRIL DEL 2022

CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO

CALICATA : C-2, CON EL 5% DE ADICION DE CCA

CALICATA : C-2, CMUESTRA: M-1

**PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.**

PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	1152.0	-	1032.0
Peso M. Seca + Tara	1067.0	-	942.0
Peso Cápsula	206.3	-	206.0
Peso de la Muestra seca	860.7	-	736.0
Peso del Agua	85.00	-	90.00
Humedad	0.0988	-	0.1223
% de Humedad Natural	9.88	-	12.23
% de Humedad Natural. Promedio	11.05		

**DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO**

PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio g/cm3	-		

<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</b>			
<b>SOLICITANTE:</b> Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
<b>DISTRITO:</b> CAJARURO			
<b>PROVINCIA:</b> UTCUBAMBA		<b>CLASIFICACIÓN:</b> SUCS Y AASHTO	
<b>REGION:</b> AMAZONAS		<b>CALICATA : C-2, CON EL 10% DE ADICION DE CCA</b>	
<b>PROFUNDIDAD:</b> 0.20 - 1.50m		<b>CALICATA : C-2 MUESTRA: M-2</b>	
<b>NORMATIVA:</b> MTC E 107			
<b>FECHA:</b> ABRIL DEL 2022			
<b>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</b>			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>			
PROCEDIMIENTO	Muestra N° 1	-	Muestra N° 2
Peso M.Humeda + Tara	635.0	-	752.3
Peso M. Seca + Tara	559.8	-	675.4
Peso Cápsula	23.0	-	33.0
Peso de la Muestra seca	536.8	-	642.4
Peso del Agua	75.20	-	76.90
Humedad	0.1401	-	0.1197
% de Humedad Natural	14.01	-	11.97
% de Humedad Natural. Promedio	13.0		
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</b>			
PROCEDIMIENTO	Muestra N° 1	-	Muestra N° 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		

<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</b>			
<b>SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez</b>			
<b>DISTRITO: CAJARURO</b>			
<b>PROVINCIA: UTCUBAMBA</b>		<b>CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO</b>	
<b>REGION: AMAZONAS</b>		<b>CALICATA : C-2, CON EL 15% DE ADICION DE CCA</b>	
<b>PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50M</b>		<b>CALICATA : C-2 MUESTRA: M-3</b>	
<b>NORMATIVA: MTC E 107</b>			
<b>FECHA: ABRIL DEL 2022</b>			
<b>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</b>			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Muestra Nº 1</b>	-	<b>Muestra Nº 2</b>
Peso M.Humeda + Tara	1524.2	-	1643.2
Peso M. Seca + Tara	1341.9	-	1467.9
Peso Cápsula	236.4	-	205.6
Peso de la Muestra seca	1105.5	-	1262.3
Peso del Agua	182.30	-	175.30
Humedad	0.1649	-	0.1389
% de Humedad Natural	16.49	-	13.89
% de Humedad Natural. Promedio	15.2		
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Muestra Nº 1</b>	-	<b>Muestra Nº 2</b>
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"

SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez

DISTRITO: CAJARURO

PROVINCIA: UTCUBAMBA

REGION: AMAZONAS

PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50M

NORMATIVA: MTC E 107

FECHA: ABRIL DEL 2022

CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO

CALICATA : C-2, CON EL 20% DE ADICION DE CCA

CALICATA : C-4 MUESTRA: M-4

**PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL**

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.**

PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	1096.3	-	1085.2
Peso M. Seca + Tara	972.1	-	962.2
Peso Cápsula	231.1	-	232.5
Peso de la Muestra seca	741.0	-	729.7
Peso del Agua	124.20	-	123.00
Humedad	0.1676	-	0.1686
% de Humedad Natural	16.76	-	16.86
% de Humedad Natural. Promedio	16.8		

**DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO**

PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		



# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA** : **C-02** Granulometría con el 5% de CCA con la protección de finos salientes de la ceniza

**MUESTRA** : **M-1**

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**TIPO DE SUELO** : SC

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	30.40	3.80	3.80	96.20
N° 4	4.76	12.40	1.55	5.35	94.65
N° 8	2.38	15.80	1.98	7.33	92.68
N° 10	2.00	22.60	2.83	10.15	89.85
N° 16	1.19	30.80	3.85	14.00	86.00
N° 30	0.59	56.20	7.03	21.03	78.98
N° 40	0.43	55.20	6.90	27.93	72.08
N° 50	0.30	80.70	10.09	38.01	61.99
N° 100	0.15	70.40	8.80	46.81	53.19
N° 200	0.074	52.70	6.59	53.40	46.60
FONDO	-	372.80	46.60	100.00	-

Peso inicial Seco(g)	760.0	Ceniza (g)=	40.0
Peso Inicial Seco (g)	800.0	% Grava =	5.35
Peso Lavado Seco (g)	427.2	% Arena =	48.05
Pérdida por Lavado (g)	372.8	% Finos =	46.60

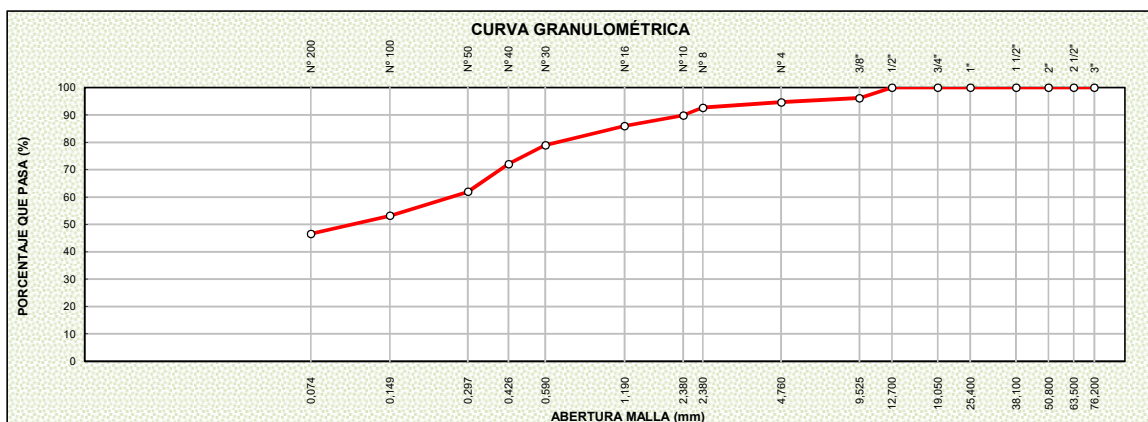
$D_{10}$  (mm) = -0.34       $C_c$  = -0.15

$D_{30}$  (mm) = -0.11       $C_u$  = -0.77

$D_{60}$  (mm) = 0.26

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	28.7
	LP (%)	19.3
	IP (%)	9.4

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS (ASTM D 2487)</b>	SC ARENA ARCILLOSA
<b>AASHTO (ASTM D 3282)</b>	A-4(1)



# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

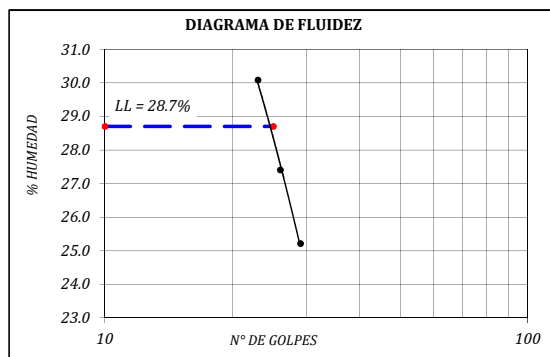
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : C-02 Granulometría con el 5% de CCA con la **PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**MUESTRA** : M-1 protección de finos salientes de la ceniza **TIPO DE SUELO** : SC

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	34.5	37.2	34.1	-	23.2	24.1
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	31.1	33.5	31.2	-	22.7	23.4
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	19.7	-	20.0	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.1	27.4	25.2	-	18.5	20.0
NÚMERO DE GOLPES	23	26	29	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	28.7
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	19.3
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	9.4

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ  
EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-02 Granulometría con el 5% de CCA PROFUNDIDAD : 1.50m  
con la protección de finos salientes  
**N° MUESTRA:** M-1 de la ceniza TIPO DE SUELO : SC

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	96.20
N° 4	4.76	94.65
N° 8	2.38	92.68
N° 10	2.00	89.85
N° 16	1.19	86.00
N° 30	0.59	78.98
N° 40	0.43	72.08
N° 50	0.30	61.99
N° 100	0.15	53.19
N° 200	0.074	46.60
<b>FONDO</b>	-	-
% Grava :		5.35
% Arena :		48.05
% Finos :		46.60
D <sub>10</sub> (mm):		-0.343
D <sub>30</sub> (mm):		-0.11
D <sub>60</sub> (mm):		0.26
Cc :		-0.15
Cu :		-0.77
<b>LL (%)</b>		<b>28.7</b>
<b>LP (%)</b>		<b>19.3</b>
<b>IP (%)</b>		<b>9.4</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
SUCS (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(1) SUELO DE REGULAR CALIDAD DE SUB RASANTE

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
SUELO COMPUESTO DE ARENAS ARCILLOSAS DE COLOR MARRON OSCURO, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA. NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.



# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA** : C-02 Granulometría con el 10% de CCA con la protección de finos salientes de la ceniza

**MUESTRA** : M-2

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**TIPO DE SUELO** : SC

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	30.00	3.59	3.59	96.41
N° 4	4.76	12.52	1.50	5.09	94.91
N° 8	2.38	15.82	1.89	6.99	93.01
N° 10	2.00	21.82	2.61	9.60	90.40
N°16	1.19	30.80	3.69	13.29	86.71
N° 30	0.59	56.32	6.74	20.03	79.97
N° 40	0.43	55.20	6.61	26.64	73.36
N° 50	0.30	81.60	9.77	36.42	63.58
N° 100	0.15	71.30	8.54	44.96	55.04
N° 200	0.074	51.90	6.22	51.17	48.83
FONDO	-	407.72	48.83	100.00	-

Peso inicial Seco(g)	751.5	Ceniza (g)=	83.5
Peso Inicial Seco (g)	835.0	% Grava =	5.09
Peso Lavado Seco (g)	427.3	% Arena =	46.08
Pérdida por Lavado (g)	407.7	% Finos =	48.83

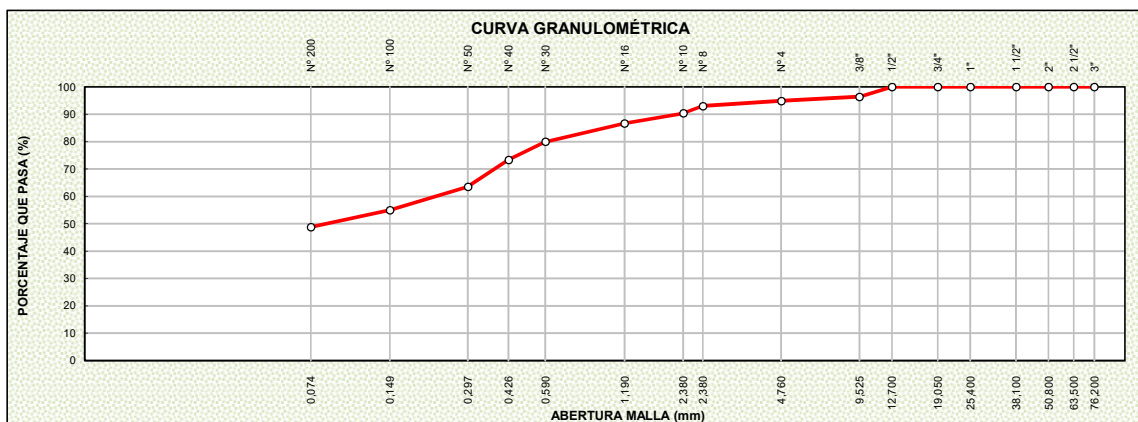
$D_{10}$  (mm) = -0.39       $C_c$  = -0.25

$D_{30}$  (mm) = -0.15       $C_u$  = -0.60

$D_{60}$  (mm) = 0.23

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	28.3
	LP (%)	18.4
	IP (%)	9.9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS</b> (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA
<b>AASHTO</b> (ASTM D 3282)	A-4(2)



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

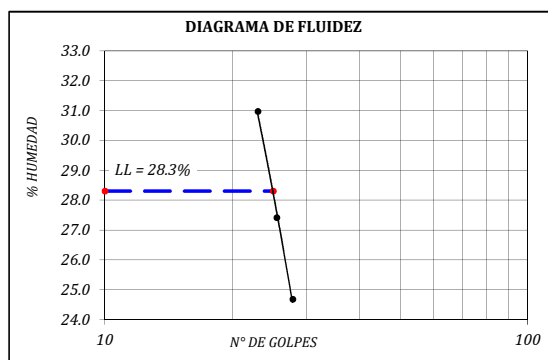
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : C-02 Granulometría con el 10% de CCA con la **PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**MUESTRA** : M-2 protección de finos salientes de la ceniza **TIPO DE SUELO** : SC

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	34.6	37.2	34.1	-	23.2	24.2
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	31.1	33.5	31.3	-	22.7	23.5
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	19.7	-	20.0	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.0	27.4	24.7	-	18.5	18.3
NÚMERO DE GOLPES	23	26	28	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	28.3
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	18.4
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	9.9

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-02 Granulometría con el 10% de CCA PROFUNDIDAD : 1.50m  
 con la protección de finos salientes  
**N° MUESTRA:** M-2 de la ceniza TIPO DE SUELO : SC

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	96.41
N° 4	4.76	94.91
N° 8	2.38	93.01
N° 10	2.00	90.40
N° 16	1.19	86.71
N° 30	0.59	79.97
N° 40	0.43	73.36
N° 50	0.30	63.58
N° 100	0.15	55.04
N° 200	0.074	48.83
<b>FONDO</b>	-	-
% Grava :		<b>5.09</b>
% Arena :		<b>46.08</b>
% Finos :		<b>48.83</b>
D <sub>10</sub> (mm):		-0.395
D <sub>30</sub> (mm):		-0.15
D <sub>60</sub> (mm):		0.23
Cc :		-0.25
Cu :		-0.60
<b>LL (%)</b>		<b>28.3</b>
<b>LP (%)</b>		<b>18.4</b>
<b>IP (%)</b>		<b>9.9</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
SUCS (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(2) SUELO DE REGULAR CALIDAD DE SUB RASANTE

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
SUELO COMPUESTO DE ARENAS ARCILLOSAS DE COLOR MARRON OSCURO, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA. NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.



# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA** : **C-02** Granulometría con el 15% de CCA con la protección de finos salientes de la ceniza

**MUESTRA** : **M-3**

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**TIPO DE SUELO** : SC

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	31.00	3.64	3.64	96.36
N° 4	4.76	12.30	1.44	5.08	94.92
N° 8	2.38	16.00	1.88	6.96	93.04
N° 10	2.00	22.85	2.68	9.64	90.36
N° 16	1.19	30.82	3.62	13.25	86.75
N° 30	0.59	56.20	6.59	19.85	80.15
N° 40	0.43	55.31	6.49	26.34	73.66
N° 50	0.30	81.20	9.53	35.87	64.13
N° 100	0.15	70.40	8.26	44.13	55.87
N° 200	0.074	52.62	6.17	50.30	49.70
FONDO	-	423.60	49.70	100.00	-

Peso inicial Seco (g)	724.5	Ceniza (g)=	127.8
Peso Inicial Seco (g)	852.3	% Grava =	5.08
Peso Lavado Seco (g)	428.7	% Arena =	45.22
Pérdida por Lavado (g)	423.6	% Finos =	49.70

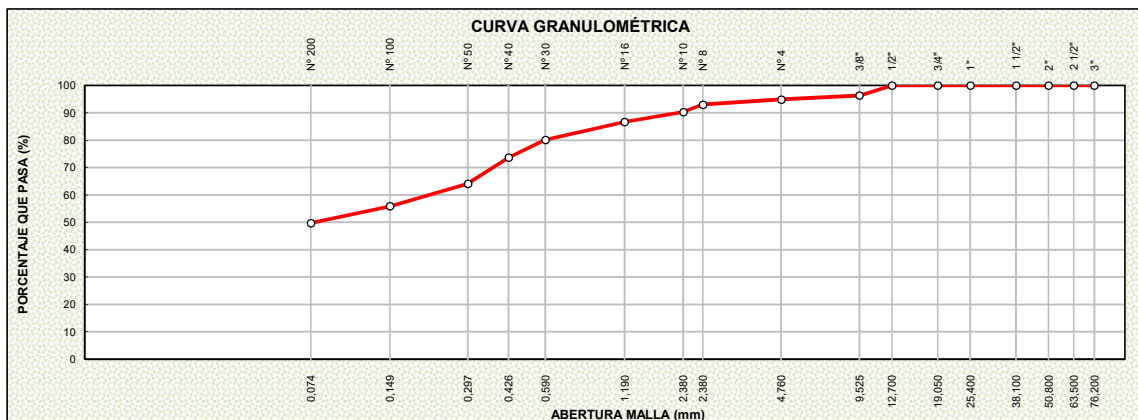
$D_{10}$  (mm) = -0.41       $C_c$  = -0.30

$D_{30}$  (mm) = -0.17       $C_u$  = -0.55

$D_{60}$  (mm) = 0.22

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	28.2
	LP (%)	18.5
	IP (%)	9.7

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS (ASTM D 2487)</b>	SC ARENA ARCILLOSA
<b>AASHTO (ASTM D 3282)</b>	A-4(2)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

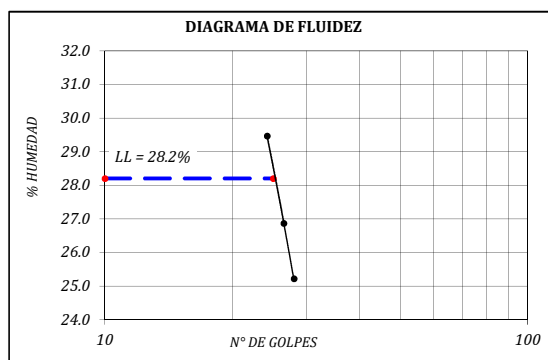
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : **C-02** Granulometría con el 15% de CCA con la **PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**MUESTRA** : M-3 protección de finos salientes de la ceniza **TIPO DE SUELO** : SC

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	34.3	37.0	34.1	-	23.0	24.2
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	31.0	33.4	31.2	-	22.6	23.4
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	19.7	-	20.0	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.5	26.9	25.2	-	15.4	21.7
NÚMERO DE GOLPES	24	27	28	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	28.2
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	18.5
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	9.7

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ  
EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-02 Granulometría con el 15% de CCA PROFUNDIDAD : 1.50m  
con la protección de finos salientes  
**N° MUESTRA:** M-3 de la ceniza TIPO DE SUELO : SC

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	96.36
N° 4	4.76	94.92
N° 8	2.38	93.04
N° 10	2.00	90.36
N° 16	1.19	86.75
N° 30	0.59	80.15
N° 40	0.43	73.66
N° 50	0.30	64.13
N° 100	0.15	55.87
N° 200	0.074	49.70
<b>FONDO</b>	-	-
% Grava :		<b>5.08</b>
% Arena :		<b>45.22</b>
% Finos :		<b>49.70</b>
D <sub>10</sub> (mm):		-0.408
D <sub>30</sub> (mm):		-0.17
D <sub>60</sub> (mm):		0.22
Cc :		-0.30
Cu :		-0.55
<b>LL (%)</b>		<b>28.2</b>
<b>LP (%)</b>		<b>18.5</b>
<b>IP (%)</b>		<b>9.7</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
SUCS (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(2) SUELO DE REGULAR CALIDAD DE SUB RASANTE

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
SUELO COMPUESTO DE ARENAS ARCILLOSAS DE COLOR MARRON OSCURO, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA. NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.



# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422 )

**CALICATA** : C-02 Granulometría con el 20% de CCA con la protección de finos salientes de la ceniza

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**MUESTRA** : M-4

**TIPO DE SUELO** : SC

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	-	-	-	100.00
N° 4	4.76	13.00	1.65	1.65	98.35
N° 8	2.38	16.20	2.05	3.70	96.30
N° 10	2.00	22.50	2.85	6.54	93.46
N° 16	1.19	30.50	3.86	10.41	89.59
N° 30	0.59	56.23	7.12	17.52	82.48
N° 40	0.43	55.35	7.01	24.53	75.47
N° 50	0.30	80.95	10.25	34.78	65.22
N° 100	0.15	71.20	9.01	43.79	56.21
N° 200	0.074	53.60	6.78	50.57	49.43
FONDO	-	390.47	49.43	100.00	-

Peso inicial Seco(g)	632.0	Ceniza (g)=	158.0
Peso Inicial Seco (g)	790.0	% Grava =	1.65
Peso Lavado Seco (g)	399.5	% Arena =	48.93
Pérdida por Lavado (g)	390.5	% Finos =	49.43

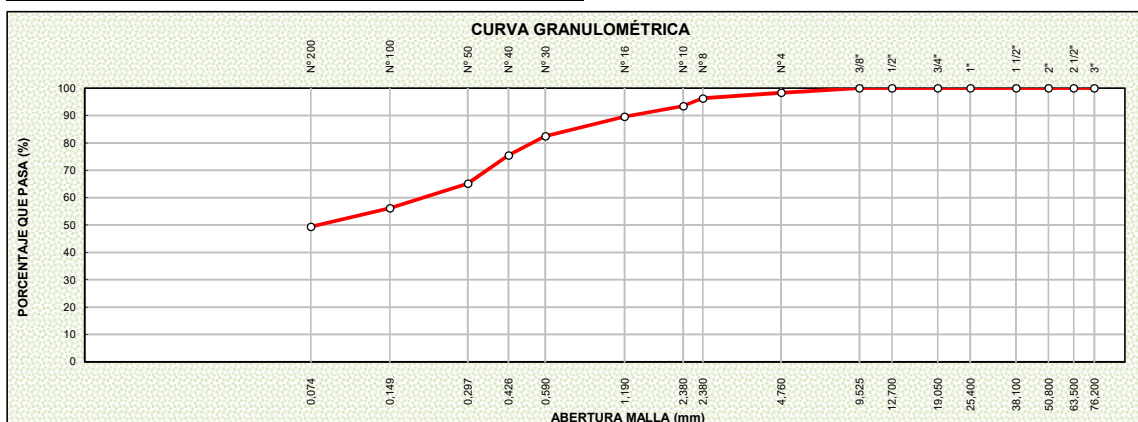
$D_{10}$  (mm) = -0.36  $C_c$  = -0.26

$D_{30}$  (mm) = -0.14  $C_u$  = -0.58

$D_{60}$  (mm) = 0.21

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	28.0
	LP (%)	18.5
	IP (%)	9.5

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS (ASTM D 2487)</b>	SC ARENA ARCILLOSA
<b>AASHTO (ASTM D 3282)</b>	A-4(2)



OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el Solicitante.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

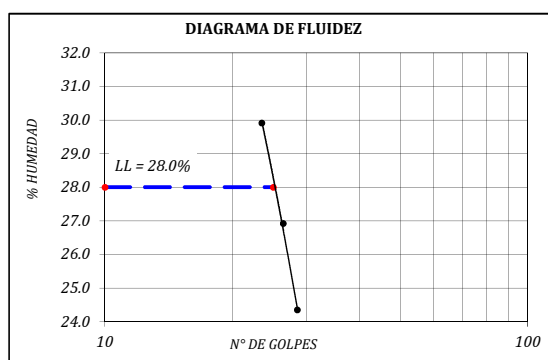
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : **C-02** Granulometría con el 20% de CCA con la **PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**MUESTRA** : **M-4** protección de finos salientes de la ceniza **TIPO DE SUELO** : SC

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	34.4	36.9	34.0	-	23.1	24.2
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	31.0	33.3	31.2	-	22.7	23.4
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	19.7	-	20.0	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.9	26.9	24.3	-	15.2	21.7
NÚMERO DE GOLPES	24	26	29	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	28.0
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	18.5
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	9.5

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS CASCARAS DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-02 Granulometría con el 20% de CCA PROFUNDIDAD : 1.50m  
 con la protección de finos salientes  
**N° MUESTRA:** M-4 de la ceniza TIPO DE SUELO : SC

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	100.00
N° 4	4.76	98.35
N° 8	2.38	96.30
N° 10	2.00	93.46
N° 16	1.19	89.59
N° 30	0.59	82.48
N° 40	0.43	75.47
N° 50	0.30	65.22
N° 100	0.15	56.21
N° 200	0.074	49.43
<b>FONDO</b>	-	-
% Grava :		<b>1.65</b>
% Arena :		<b>48.93</b>
% Finos :		<b>49.43</b>
D <sub>10</sub> (mm):		-0.362
D <sub>30</sub> (mm):		-0.14
D <sub>60</sub> (mm):		0.21
C <sub>c</sub> :		-0.26
C <sub>u</sub> :		-0.58
<b>LL (%)</b>		<b>28.0</b>
<b>LP (%)</b>		<b>18.5</b>
<b>IP (%)</b>		<b>9.5</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
SUCS (ASTM D 2487)	SC ARENA ARCILLOSA

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
AASHTO (ASTM D 3282)	A-4(2) SUELO DE REGULAR CALIDAD DE SUB RASANTE

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
SUELO COMPUESTO DE ARENAS ARCILLOSAS DE COLOR MARRON OSCURO, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA. NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.

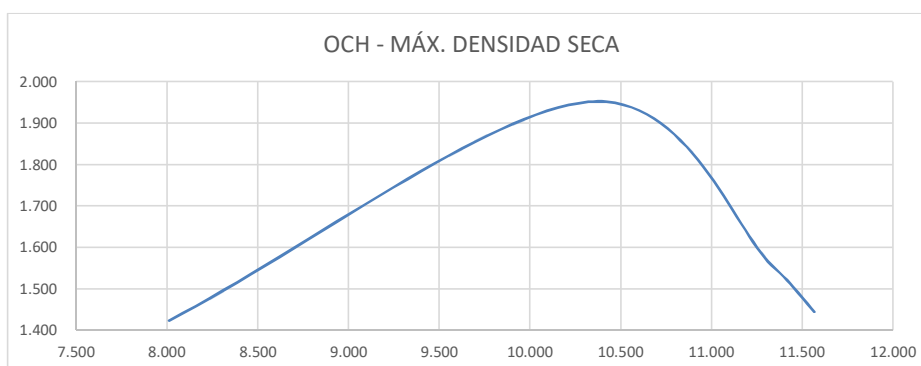
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

**Proyecto:**

**"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"**

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11288.70	12597.00	11705.80	11446.00				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3266.70	4575.00	3683.80	3424.00				
Volúmen del molde (cm <sup>3</sup> )	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
<b>Densidad Suelo húmedo (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.537</b>	<b>2.152</b>	<b>1.733</b>	<b>1.611</b>				
Número de Tarro	15	-	22	-	25	-	45	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.40	-	151.40	-	94.70	-	122.70	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	2.70	-	6.68	-	7.40	-	10.70	-
Peso de suelo seco (g.)	33.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	8.01	-	10.32	-	11.33	-	11.57	-
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>8.01</b>	<b>10.32</b>	<b>11.33</b>	<b>11.57</b>				
<b>Densidad Seca (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.423</b>	<b>1.951</b>	<b>1.557</b>	<b>1.444</b>				



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
<b>DSM (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.96</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>10.3</b>

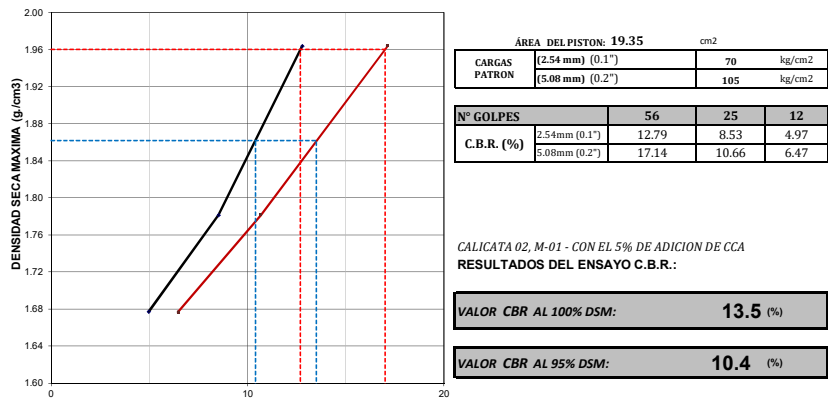
DATOS DEL MOLDE	
Nº:	I
PESO(g.):	8022.0
VOLÚMEN(cm <sup>3</sup> ):	2125.5

CALICATA 02, M-01 - CON EL 5% DE ADICION DE CCA

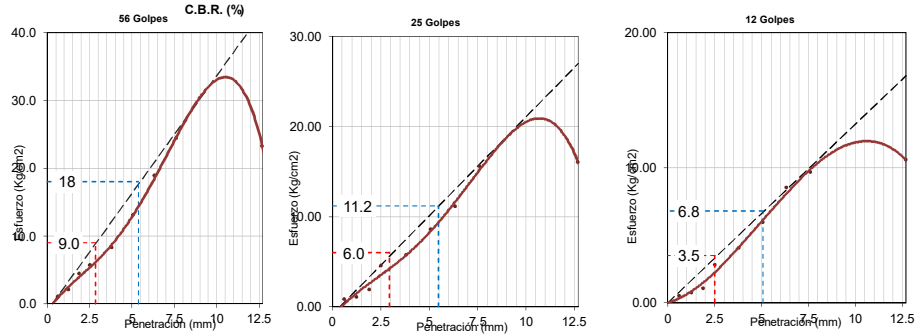
**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
MTC E 132

COMPACTACIÓN		MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3		
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SUMERGIDO	
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12			
Muestra húmeda + Molde (g.)	12716.30	-	12421.40	-	12396.00	-	-	
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-	-	
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4189.30	-	3897.40	-	3852.00	-	-	
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-	-	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.977	-	1.838	-	1.816	-	-	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)</b>								
Tara N°	1		2		3			
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.40	-	432.70	-	360.80	-	-	
Muestra seca + Tara (g.)	328.90	-	422.39	-	341.40	-	-	
Peso del Agua (g.)	1.50	-	10.31	-	19.40	-	-	
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	108.00	-	-	
Muestra Seca (g.)	228.90	-	322.39	-	233.40	-	-	
Contenido de Humedad (%)	0.66	-	3.20	-	8.31	-	-	
Cont. Humedad Prom.(%)	0.66	-	3.20	-	8.31	-	-	
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.964	-	1.781	-	1.677	-	-	
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN		Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
	(mm)	(pulg)	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>
	0.64	0.025	20.0	1.0	15.0	0.78	10.0	0.52
	1.27	0.050	40.0	2.1	20.0	1.03	14.5	0.75
	1.91	0.075	85.0	4.4	35.6	1.84	20.6	1.06
	2.54	0.100	110.0	5.7	87.5	4.52	54.2	2.80
	3.81	0.125	160.0	8.3	110.6	5.72	78.6	4.06
	5.08	0.150	253.0	13.1	165.2	8.54	115.4	5.97
	6.35	0.200	365.2	18.9	215.0	11.11	165.0	8.53
	7.62	0.300	472.0	24.4	300.4	15.53	187.0	9.67
12.7	0.400	448.4	23.2	310.0	16.02	205.0	10.60	

**CURVA DENSIDAD - C.B.R.**



CALICATA 02, M-01 - CON EL 5% DE ADICION DE CCA  
RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:



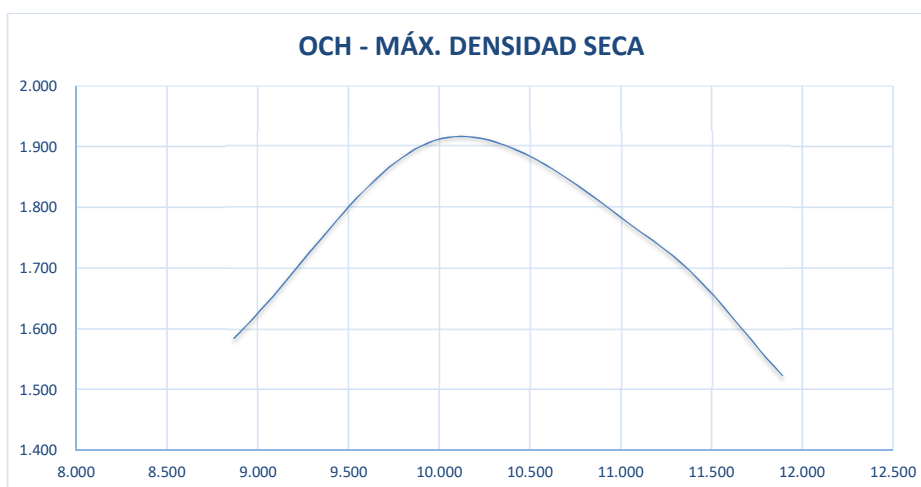
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

**Proyecto:**

**"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"**

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11688.10	12496.00	12145.10	11644.00				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3666.10	4474.00	4123.10	3622.00				
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
<b>Densidad Suelo húmedo (g./cm3)</b>	<b>1.725</b>	<b>2.105</b>	<b>1.940</b>	<b>1.704</b>				
Número de Tarro	56	-	44	-	17	-	70	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.60	-	151.20	-	94.60	-	123.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	50.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	2.90	-	6.48	-	7.30	-	11.00	-
Peso de suelo seco (g.)	32.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	8.87	-	10.01	-	11.18	-	11.89	-
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>8.87</b>	<b>10.01</b>	<b>11.18</b>	<b>11.89</b>				
<b>Densidad Seca (g./cm3)</b>	<b>1.584</b>	<b>1.913</b>	<b>1.745</b>	<b>1.523</b>				



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
<b>DSM (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.96</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>10.8</b>

DATOS DEL MOLDE		CALICATA 02, M-02 - CON EL 10% DE ADICION DE CCA
Nº:	1	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

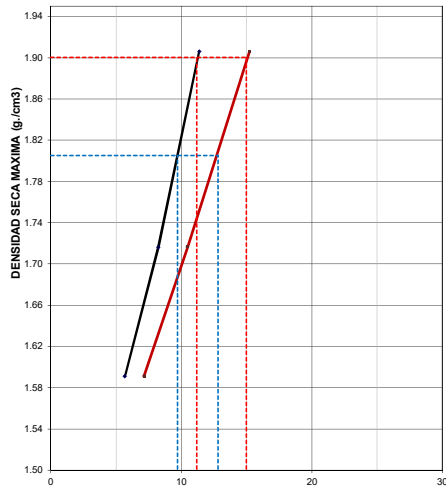
MT C E 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12592.30	-	12222.40	-	12069.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4065.30	-	3698.40	-	3525.00	-
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.918	-	1.745	-	1.662	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)							
Tara N°	1	2	3	4	5	6	7
Muestra húmeda + Tara (g.)	331.40	427.70	351.80	-	-	-	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.90	422.39	341.40	-	-	-	-
Peso del Agua (g.)	1.50	5.31	10.40	-	-	-	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	100.00	108.00	-	-	-	-
Muestra Seca (g.)	229.90	322.39	233.40	-	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	0.65	1.65	4.46	-	-	-	-
Cont. Humedad Prom.(%)	0.65	1.65	4.46	-	-	-	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.906	1.716	1.591	-	-	-	-

ENSAYO CARGA - PENETRACION	PENETRACION (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
			0.64	0.025	30.0	1.6	15.0	0.78
1.27	0.050	65.0	3.4	36.5	1.89	26.5	1.37	
1.91	0.075	96.0	5.0	41.5	2.15	32.4	1.67	
2.54	0.100	142.0	7.3	76.4	3.95	52.4	2.71	
3.81	0.125	201.0	10.4	125.3	6.48	90.6	4.68	
5.08	0.150	275.0	14.2	197.6	10.21	135.4	7.00	
6.35	0.200	365.0	18.9	250.0	12.92	188.9	9.76	
7.62	0.300	445.0	23.0	316.0	16.33	211.0	10.91	
12.7	0.400	501.0	25.9	354.0	18.30	250.0	12.92	

**CURVA DENSIDAD - C.B.R.**



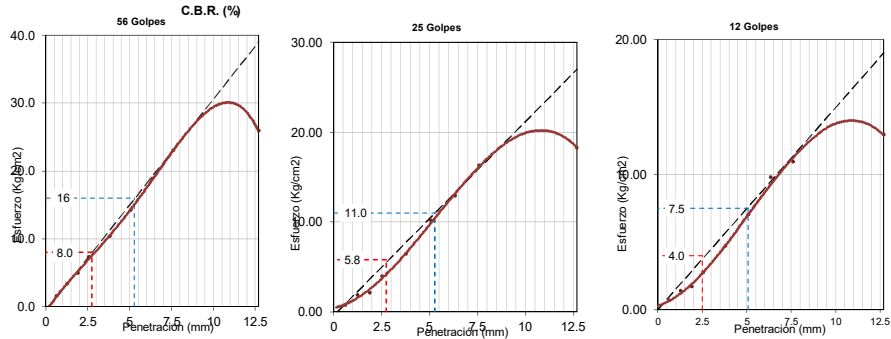
ÁREA DEL PISTON:	19.35	cm <sup>2</sup>		
CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm <sup>2</sup>		
	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm <sup>2</sup>		
Nº GOLPES	56	25	12	
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	11.37	8.24	5.69
	5.08mm (0.2")	15.23	10.47	7.14

**RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:**

**VALOR CBR AL 100% DSM: 15.0 (%)**

**VALOR CBR AL 95% DSM: 12.8 (%)**

CALICATA 02, M-02 - CON EL 10% DE ADICION DE CCA



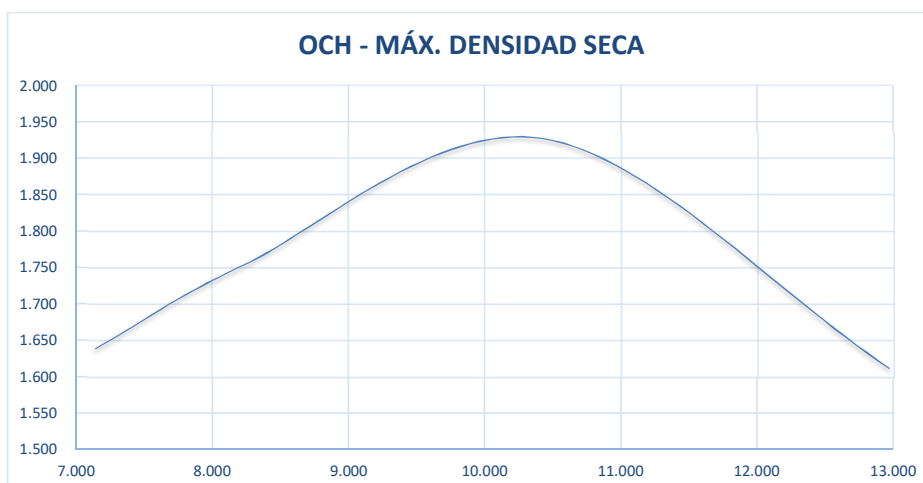
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

**Proyecto:**

**"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"**

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11752.80	12054.80	12544.40	11891.24				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3730.80	4032.80	4522.40	3869.24				
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
<b>Densidad Suelo húmedo (g./cm3)</b>	<b>1.755</b>	<b>1.897</b>	<b>2.128</b>	<b>1.820</b>				
Número de Tarro	134	-	136	-	137.1	-	138.2	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.00	-	151.00	-	94.00	-	124.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.60	-	145.60	-	87.20	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	2.40	-	5.40	-	6.80	-	12.00	-
Peso de suelo seco (g.)	33.60	-	65.60	-	65.20	-	92.50	-
Humedad (%)	7.14	-	8.23	-	10.43	-	12.97	-
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>7.14</b>		<b>8.23</b>		<b>10.43</b>		<b>12.97</b>	
<b>Densidad Seca (g./cm3)</b>	<b>1.638</b>		<b>1.753</b>		<b>1.927</b>		<b>1.611</b>	



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
<b>DSM (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.95</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>11.0</b>

DATOS DEL MOLDE	
Nº:	I
PESO(g.):	8022.0
VOLÚMEN(cm3):	2125.5

CALICATA 02, M-03 - CON EL 15% DE ADICION DE CCA

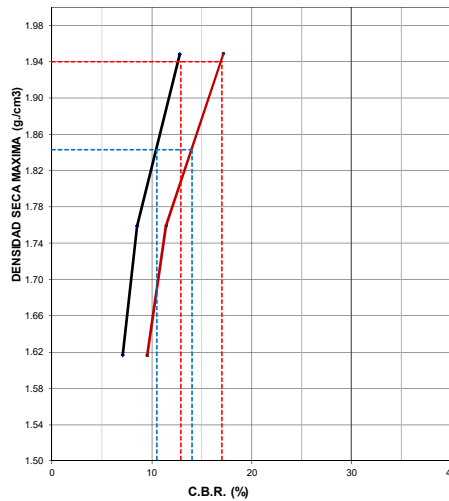
**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

MTG E 132

COMPACTACIÓN		MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12		
Muestra húmeda + Molde (g.)	12682.80	-	12284.40	-	12051.00	-	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8525.00	-	8544.00	-	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4155.80	-	3759.40	-	3507.00	-	-
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.961	-	1.773	-	1.653	-	-
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)							
Tara N°	7	-	12	-	25	-	-
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.80	-	424.90	-	350.70	-	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.30	-	422.30	-	345.20	-	-
Peso del Agua (g.)	1.50	-	2.60	-	5.50	-	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	104.00	-	-
Muestra Seca (g.)	229.30	-	322.30	-	241.20	-	-
Contenido de Humedad (%)	0.65	-	0.81	-	2.28	-	-
Cont. Humedad Prom.(%)	0.65	-	0.81	-	2.28	-	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.948	-	1.759	-	1.617	-	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pu)g	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
	0.64	0.025	30.0	1.6	20.0	1.03	12.0	0.62
	1.27	0.050	54.0	2.8	38.0	1.96	16.0	0.83
	1.91	0.075	87.6	4.5	67.0	3.46	35.0	1.81
	2.54	0.100	150.2	7.8	110.5	5.71	88.0	4.55
	3.81	0.125	220.1	11.4	175.4	9.07	120.0	6.20
	5.08	0.150	315.2	16.3	230.6	11.92	175.2	9.06
	6.35	0.200	389.0	20.1	286.0	14.78	230.6	11.92
	7.62	0.300	522.4	27.0	340.0	17.58	287.6	14.87
	12.7	0.400	546.0	28.2	414.0	21.40	327.1	16.91

**CURVA DENSIDAD - C.B.R.**



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm <sup>2</sup>		
CARGAS	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm <sup>2</sup>

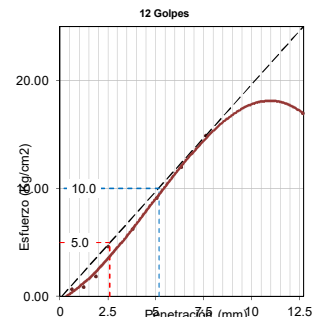
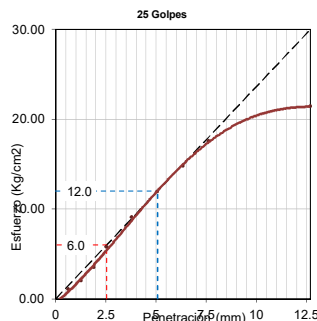
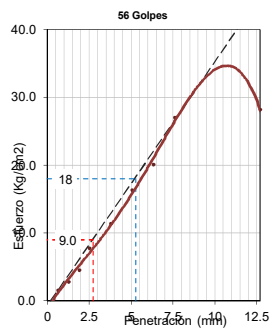
Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	12.79	8.53	7.11
	17.14	11.43	9.52

**RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:**

**VALOR CBR AL 100% DSM: 17.0 (%)**

**VALOR CBR AL 95% DSM: 14.0 (%)**

CALICATA 02, M-03 - CON EL 15% DE ADICION DE CCA



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

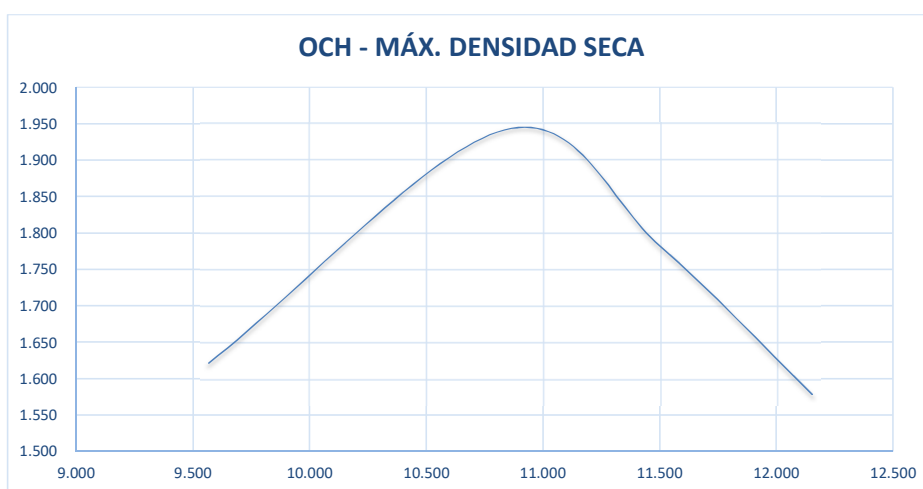
**Proyecto:**

**"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"**

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11797.10	12596.00	12244.10	11784.00
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00
Peso Suelo Húmedo (g.)	3775.10	4574.00	4222.10	3762.00
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
<b>Densidad Suelo húmedo (g./cm3)</b>	<b>1.776</b>	<b>2.152</b>	<b>1.986</b>	<b>1.770</b>

Número de Tarro	90	-	91	-	92	-	93	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	53.50		151.60	-	94.70	-	121.00	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	50.40	-	144.60	-	87.20	-	110.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	3.10	-	7.00	-	7.50	-	11.00	-
Peso de suelo seco (g.)	32.40	-	64.60	-	65.20	-	90.50	-
Humedad (%)	9.57	-	10.84	-	11.50	-	12.15	-
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>9.57</b>		<b>10.84</b>		<b>11.50</b>		<b>12.15</b>	
<b>Densidad Seca (g./cm3)</b>	<b>1.621</b>		<b>1.942</b>		<b>1.781</b>		<b>1.578</b>	



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
<b>DSM (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.94</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>11.1</b>

DATOS DEL MOLDE		CALICATA 02, M-04 - CON EL 20% DE ADICION DE CCA
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**

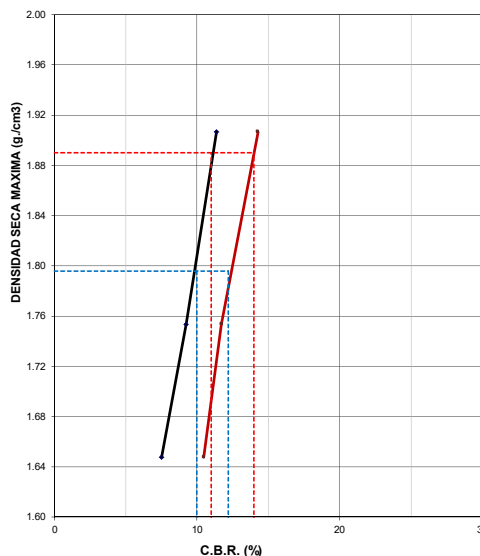
MTC E 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12592.30	-	12295.40	-	12190.00	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8525.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4065.30	-	3770.40	-	3646.00	-
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.918	-	1.778	-	1.719	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)						
Tara N°	7		12		25	
Muestra húmeda + Tara (g.)	331.10	-	426.90	-	351.40	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.70	-	422.30	-	341.30	-
Peso del Agua (g.)	1.40	-	4.60	-	10.10	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	108.00	-
Muestra Seca (g.)	229.70	-	322.30	-	233.30	-
Contenido de Humedad (%)	0.61	-	1.43	-	4.33	-
Cont. Humedad Prom. (%)	0.61	-	1.43	-	4.33	-
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.907	-	1.753	-	1.648	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>	Carga (Kg)	kg/cm <sup>2</sup>
	0.64	0.025	15.6	0.8	12.3	0.64	10.0	0.52
1.27	0.050	32.4	1.7	26.7	1.38	22.4	1.16	
1.91	0.075	60.7	3.1	50.3	2.60	36.1	1.87	
2.54	0.100	106.4	5.5	99.4	5.14	70.6	3.65	
3.81	0.125	204.0	10.5	145.6	7.53	101.2	5.23	
5.08	0.150	286.4	14.8	214.0	11.06	145.6	7.53	
6.35	0.200	355.0	18.4	302.3	15.63	287.2	14.85	
7.62	0.300	426.5	22.0	365.2	18.88	315.0	16.28	
12.7	0.400	410.6	21.2	401.5	20.75	326.0	16.85	

**CURVA DENSIDAD - C.B.R.**



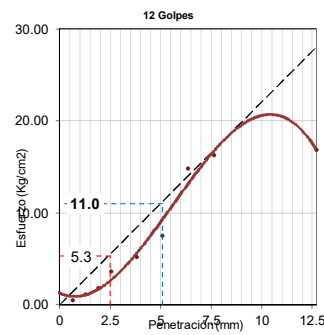
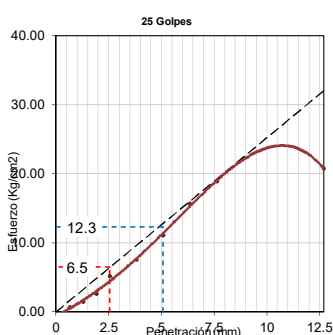
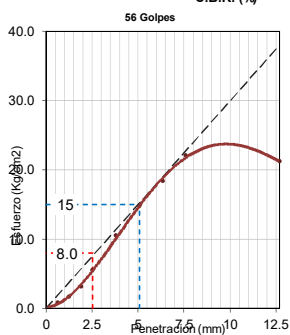
ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm <sup>2</sup>			
CARGAS PATRON (2.54 mm) (0.1")	70	kg/cm <sup>2</sup>	
(5.08 mm) (0.2")	105	kg/cm <sup>2</sup>	
Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	11.37	9.24	7.53
	14.28	11.71	10.47

**RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:**

**VALOR CBR AL 100% DSM: 14.0 (%)**

**VALOR CBR AL 95% DSM: 12.2 (%)**

CALICATA 02, M-04 - CON EL 20% DE ADICION DE CCA



<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</b>			
<b>SOLICITANTE:</b> Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
<b>DISTRITO:</b> CAJARURO			
<b>PROVINCIA:</b> UTCUBAMBA		<b>CLASIFICACIÓN:</b> SUCS Y AASHTO	
<b>REGION:</b> AMAZONAS		<b>CALICATA : C-4, CON EL 5% DE ADICION DE CCA</b>	
<b>PROFUNDIDAD:</b> 0.20 - 1.50m		<b>CALICATA :</b> C-4 <b>MUESTRA:</b> M-1	
<b>NORMATIVA:</b> MTC E 107		<b>FECHA:</b> ABRIL DEL 2022	
<b>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</b>			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M. Humeda + Tara	652.2	-	682.3
Peso M. Seca + Tara	567.2	-	592.3
Peso Cápsula	206.3	-	206.0
Peso de la Muestra seca	360.9	-	386.3
Peso del Agua	85.00	-	90.00
Humedad	0.2355	-	0.2330
% de Humedad Natural	23.55	-	23.30
% de Humedad Natural. Promedio	23.4		
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</b>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material. Promedio g/cm3	-		

<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</b>			
SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
DISTRITO: CAJARURO			
PROVINCIA: UTCUBAMBA		CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO	
REGION: AMAZONAS		CALICATA : C-4, CON EL 10% DE ADICION DE CCA	
PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50m		CALICATA : C-4 MUESTRA: M-2	
NORMATIVA: MTC E 107			
FECHA: ABRIL DEL 2022			
<b>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</b>			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	391.0	-	451.6
Peso M. Seca + Tara	315.8	-	374.7
Peso Cápsula	23.0	-	33.0
Peso de la Muestra seca	292.8	-	341.7
Peso del Agua	75.20	-	76.90
Humedad	0.2568	-	0.2251
% de Humedad Natural	25.68	-	22.51
% de Humedad Natural. Promedio	24.1		
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</b>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material, Promedio	-		

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"			
SOLICITANTE: Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
DISTRITO: CAJARURO			
PROVINCIA: UTCUBAMBA		CLASIFICACIÓN: SUCS Y AASHTO	
REGIÓN: AMAZONAS		CALICATA : C-2, CON EL 15% DE ADICION DE CCA	
PROFUNDIDAD: 0.20 - 1.50M		CALICATA : C-2 MUESTRA: M-3	
NORMATIVA: MTC E 107			
FECHA: ABRIL DEL 2022			
<b>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</b>			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso M.Humeda + Tara	1162.3	-	1002.5
Peso M. Seca + Tara	980.0	-	827.2
Peso Cápsula	236.4	-	205.6
Peso de la Muestra seca	743.6	-	621.6
Peso del Agua	182.30	-	175.30
Humedad	0.2452	-	0.2820
% de Humedad Natural	24.52	-	28.20
% de Humedad Natural. Promedio	26.4		
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</b>			
PROCEDIMIENTO	Muestra Nº 1	-	Muestra Nº 2
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material. Promedio	-		

<b>PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021"</b>			
<b>SOLICITANTE:</b> Diana Lizbeth Gonzales Pérez			
<b>DISTRITO:</b> CAJARURO			
<b>PROVINCIA:</b> UTCUBAMBA		<b>CLASIFICACIÓN:</b> SUCS Y AASHTO	
<b>REGIÓN:</b> AMAZONAS		<b>CALICATA :</b> C-2, CON EL 20% DE ADICION DE CCA	
<b>PROFUNDIDAD:</b> 0.20 - 1.50M		<b>CALICATA :</b> C- 4 <b>MUESTRA:</b> M-4	
<b>NORMATIVA:</b> MTC E 107			
<b>FECHA:</b> ABRIL DEL 2022			
<b>PROPIEDADES DEL TERRENO NATURAL</b>			
<b>DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Muestra Nº 1</b>	-	<b>Muestra Nº 2</b>
Peso M.Humeda + Tara	824.0	-	800.4
Peso M. Seca + Tara	699.8	-	677.4
Peso Cápsula	231.1	-	232.5
Peso de la Muestra seca	468.7	-	444.9
Peso del Agua	124.20	-	123.00
Humedad	0.2650	-	0.2765
% de Humedad Natural	26.50	-	27.65
% de Humedad Natural. Promedio	27.1		
<b>DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO</b>			
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>Muestra Nº 1</b>	-	<b>Muestra Nº 2</b>
Peso Muestra Seca	-	-	-
Volumen Inicial del Agua	-	-	-
Volumen Agua + M. Seca	-	-	-
Diferencia de Volúmenes	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Agua	-	-	-
Peso específico del Material	-	-	-
Peso específico del Material. Promedio	-		

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : **C-04** Granulometría con el 5% de adición de CCA con el cuidado de finos salientes de la ceniza

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**MUESTRA** : **M-1**

**TIPO DE SUELO** : **MH**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	-	-	-	100.00
N° 4	4.76	32.00	3.33	3.33	96.67
N° 8	2.38	30.00	3.13	6.46	93.54
N° 10	2.00	25.00	2.60	9.06	90.94
N° 16	1.19	23.00	2.40	11.46	88.54
N° 30	0.59	33.60	3.50	14.96	85.04
N° 40	0.43	55.00	5.73	20.69	79.31
N° 50	0.30	64.00	6.67	27.35	72.65
N° 100	0.15	62.00	6.46	33.81	66.19
N° 200	0.074	51.00	5.31	39.13	60.88
FONDO	-	584.40	60.88	100.00	-

Peso inicial Seco(g)	<b>912.0</b>	Ceniza(g)=	<b>48.0</b>
Peso Inicial Seco (g)	<b>960.0</b>	% Grava =	<b>3.33</b>
Peso Lavado Seco (g)	<b>375.6</b>	% Arena =	<b>35.79</b>
Pérdida por Lavado (g)	<b>584.4</b>	% Finos =	<b>60.88</b>

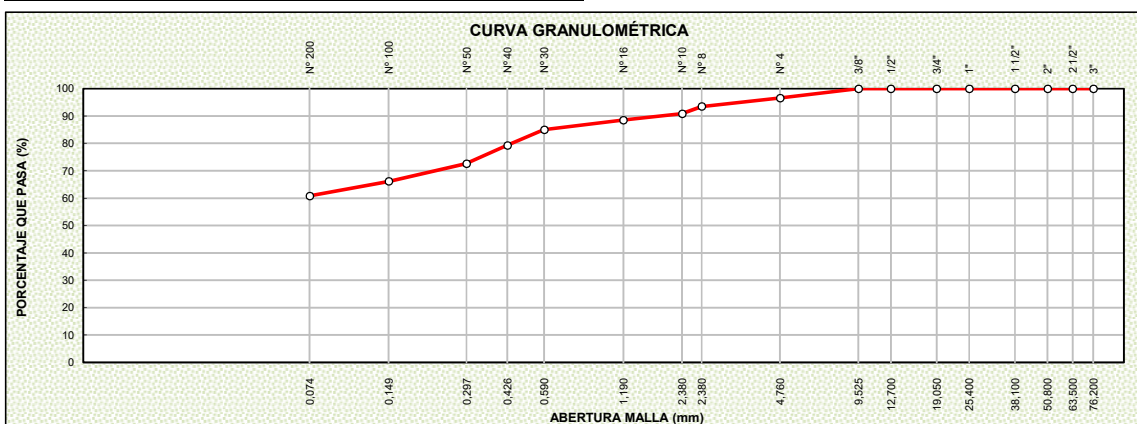
$D_{10}$  (mm) = -0.64       $C_c$  = -3.30

$D_{30}$  (mm) = -0.36       $C_u$  = -0.10

$D_{60}$  (mm) = 0.06

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	<b>60.0</b>
	LP (%)	<b>29.0</b>
	IP (%)	<b>31.0</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS</b> (ASTM D 2487)	<b>CH</b> ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD
<b>AASHTO</b> (ASTM D 3282)	<b>A-7-6(17)</b>



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

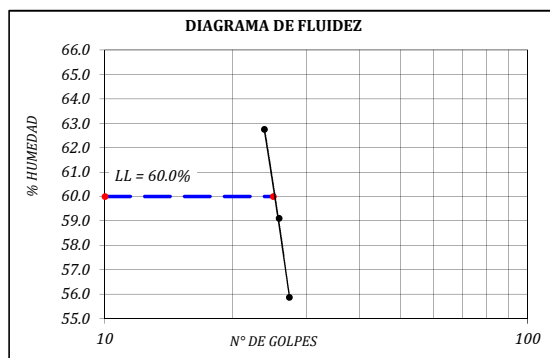
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : **C-04** Granulometría con el 5% de adición de CCA con **PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**MUESTRA** : **M-1** el cuidado de finos salientes de la ceniza **TIPO DE SUELO** : MH

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	36.4	36.7	36.6	-	22.7	23.2
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	30.0	30.5	30.7	-	22.1	22.4
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	20.0	-	19.8	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	62.7	59.1	55.9	-	26.1	32.0
NÚMERO DE GOLPES	24	26	27	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	60.0
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	29.0
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	31.0

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-04 Granulometría con el 5% de adición de CCA con el cuidado de finos salientes de la ceniza **PROFUNDIDAD** : 1.50m

**N° MUESTRA:** M-1 **TIPO DE SUELO** : MH

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	100.00
N° 4	4.76	96.67
N° 8	2.38	93.54
N° 10	2.00	90.94
N° 16	1.19	88.54
N° 30	0.59	85.04
N° 40	0.43	79.31
N° 50	0.30	72.65
N° 100	0.15	66.19
N° 200	0.074	60.88
<b>FONDO</b>	-	-
% Grava :		<b>3.33</b>
% Arena :		<b>35.79</b>
% Finos :		<b>60.88</b>
D <sub>10</sub> (mm):		-0.644
D <sub>30</sub> (mm):		-0.36
D <sub>60</sub> (mm):		0.06
C <sub>c</sub> :		-3.30
C <sub>u</sub> :		-0.10
<b>LL (%)</b>		<b>60.0</b>
<b>LP (%)</b>		<b>29.0</b>
<b>IP (%)</b>		<b>31.0</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
<b>SUCS</b> (ASTM D 2487)	<b>CH</b> ARCILLA DE ALTA PLASTICIDAD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
<b>AASHTO</b> (ASTM D 3282)	<b>A-7-6(17)</b> SUELO DE BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
SUELO CONFORMADO POR ARCILLAS DE COLOR BEIGE, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA, NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : **C-04** Granulometría con el 10% de adición de CCA con el cuidado de finos salientes de la ceniza

**MUESTRA** : **M-2**

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**TIPO DE SUELO** : MH

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	-	-	-	100.00
N° 4	4.76	32.00	3.23	3.23	96.77
N° 8	2.38	30.00	3.03	6.26	93.74
N° 10	2.00	25.00	2.53	8.79	91.21
N° 16	1.19	23.00	2.32	11.11	88.89
N° 30	0.59	33.60	3.39	14.51	85.49
N° 40	0.43	55.00	5.56	20.06	79.94
N° 50	0.30	64.00	6.46	26.53	73.47
N° 100	0.15	62.00	6.26	32.79	67.21
N° 200	0.074	51.00	5.15	37.94	62.06
FONDO	-	614.40	62.06	100.00	-

Peso inicial Seco(g)	891.0	Ceniza(g)=	99.0
Peso Inicial Seco (g)	990.0	% Grava =	3.23
Peso Lavado Seco (g)	375.6	% Arena =	34.71
Pérdida por Lavado (g)	614.4	% Finos =	62.06

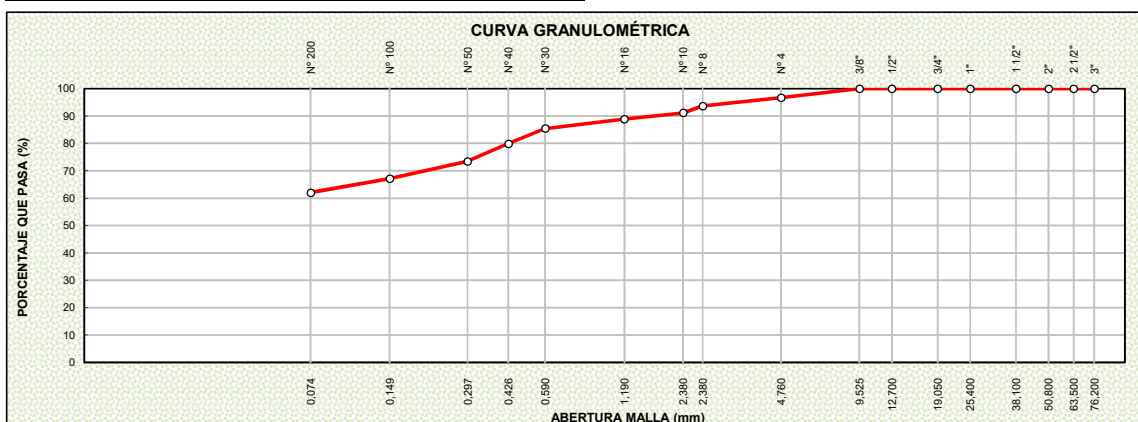
$D_{10}$  (mm) = -0.68       $C_c$  = -5.13

$D_{30}$  (mm) = -0.39       $C_u$  = -0.06

$D_{60}$  (mm) = 0.04

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	63.1
	LP (%)	31.8
	IP (%)	31.3

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS</b> (ASTM D 2487)	<b>MH</b> LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
<b>AASHTO</b> (ASTM D 3282)	<b>A-7-5(19)</b>



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

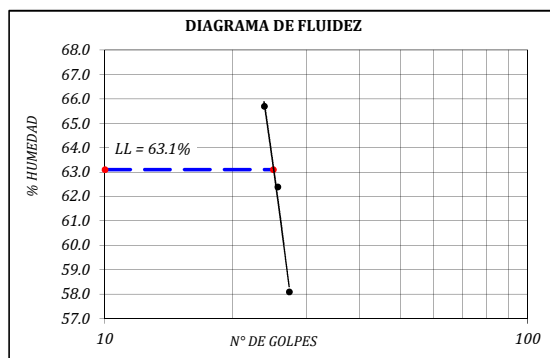
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : **C-04** Granulometría con el 10% de adición de CCA con **PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**MUESTRA** : **M-2** el cuidado de finos salientes de la ceniza **TIPO DE SUELO** : MH

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	36.7	36.7	36.6	-	22.7	23.2
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	30.0	30.3	30.5	-	22.1	22.3
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	20.0	-	19.8	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	65.7	62.4	58.1	-	26.1	37.5
NÚMERO DE GOLPES	24	26	27	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	63.1
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	31.8
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	31.3

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-04 Granulometría con el 10% de adición de CCA con el cuidado de finos salientes de la ceniza **PROFUNDIDAD** : 1.50m

**N° MUESTRA:** M-2 **TIPO DE SUELO** : MH

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	100.00
N° 4	4.76	96.77
N° 8	2.38	93.74
N° 10	2.00	91.21
N° 16	1.19	88.89
N° 30	0.59	85.49
N° 40	0.43	79.94
N° 50	0.30	73.47
N° 100	0.15	67.21
N° 200	0.074	62.06
<b>FONDO</b>	-	-
% Grava :		<b>3.23</b>
% Arena :		<b>34.71</b>
% Finos :		<b>62.06</b>
D <sub>10</sub> (mm):		-0.684
D <sub>30</sub> (mm):		-0.39
D <sub>60</sub> (mm):		0.04
C <sub>c</sub> :		-5.13
C <sub>u</sub> :		-0.06
<b>LL (%)</b>		<b>63.1</b>
<b>LP (%)</b>		<b>31.8</b>
<b>IP (%)</b>		<b>31.3</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
<b>SUCS</b> (ASTM D 2487)	<b>MH</b> <b>LIMO DE ALTA PLASTICIDAD</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
<b>AASHTO</b> (ASTM D 3282)	<b>A-7-5(19)</b> <b>SUELO DE BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE</b>

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
<b>SUELO CONFORMADO POR ARCILLAS DE COLOR BEIGE, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA, NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.</b>

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : **C-04** Granulometría con el 15% de adición de CCA con el cuidado de finos salientes de la ceniza

**MUESTRA** : **M-3**

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**TIPO DE SUELO** : MH

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	-	-	-	100.00
N° 4	4.76	32.00	3.11	3.11	96.89
N° 8	2.38	30.00	2.91	6.02	93.98
N° 10	2.00	25.00	2.43	8.45	91.55
N° 16	1.19	23.00	2.23	10.68	89.32
N° 30	0.59	33.60	3.26	13.94	86.06
N° 40	0.43	55.00	5.34	19.28	80.72
N° 50	0.30	64.00	6.21	25.50	74.50
N° 100	0.15	62.00	6.02	31.51	68.49
N° 200	0.074	51.00	4.95	36.47	63.53
FONDO	-	654.40	63.53	100.00	-

Peso inicial Seco(g)	875.5	Ceniza(g)=	154.5
Peso Inicial Seco (g)	1030.0	% Grava =	3.11
Peso Lavado Seco (g)	375.6	% Arena =	33.36
Pérdida por Lavado (g)	654.4	% Finos =	63.53

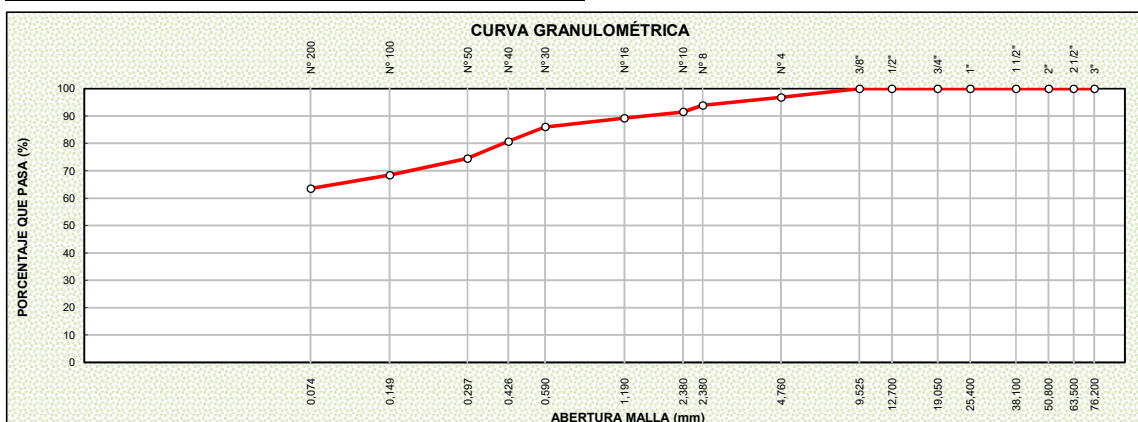
$D_{10}$  (mm) = -0.74       $C_c$  = -12.48

$D_{30}$  (mm) = -0.43       $C_u$  = -0.03

$D_{60}$  (mm) = 0.02

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	63.5
	LP (%)	32.1
	IP (%)	31.4

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS</b> (ASTM D 2487)	<b>MH</b> LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
<b>AASHTO</b> (ASTM D 3282)	<b>A-7-5(19)</b>



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

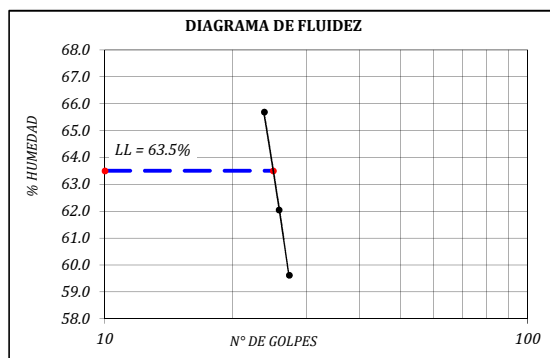
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : **C-04** Granulometría con el 15% de adición de CCA con **PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**MUESTRA** : **M-3** el cuidado de finos salientes de la ceniza **TIPO DE SUELO** : MH

ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	36.7	36.7	36.6	-	22.7	23.2
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	30.0	30.3	30.4	-	22.1	22.3
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	20.0	-	19.8	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	65.7	62.0	59.6	-	25.0	39.2
NÚMERO DE GOLPES	24	26	27	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	63.5
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	32.1
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	31.4

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-04 Granulometría con el 15% de adición de CCA con el cuidado de finos salientes de la ceniza **PROFUNDIDAD** : 1.50m

**N° MUESTRA:** M-3 **TIPO DE SUELO** : MH

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	100.00
N° 4	4.76	96.89
N° 8	2.38	93.98
N° 10	2.00	91.55
N° 16	1.19	89.32
N° 30	0.59	86.06
N° 40	0.43	80.72
N° 50	0.30	74.50
N° 100	0.15	68.49
N° 200	0.074	63.53
<b>FONDO</b>	-	-
% Grava :		<b>3.11</b>
% Arena :		<b>33.36</b>
% Finos :		<b>63.53</b>
D <sub>10</sub> (mm):		-0.737
D <sub>30</sub> (mm):		-0.43
D <sub>60</sub> (mm):		0.02
C <sub>c</sub> :		-12.48
C <sub>u</sub> :		-0.03
<b>LL (%)</b>		<b>63.5</b>
<b>LP (%)</b>		<b>32.1</b>
<b>IP (%)</b>		<b>31.4</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
<b>SUCS</b> (ASTM D 2487)	<b>MH</b> <b>LIMO DE ALTA PLASTICIDAD</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
<b>AASHTO</b> (ASTM D 3282)	<b>A-7-5(19)</b> <b>SUELO DE BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE</b>

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
<b>SUELO CONFORMADO POR ARCILLAS DE COLOR BEIGE, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA, NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.</b>

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(NTP 339.128 / ASTM D-422)

**CALICATA** : **C-04** Granulometría con el 20% de adición de CCA con el cuidado de finos salientes de la ceniza

**MUESTRA** : **M-4**

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**TIPO DE SUELO** : MH

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g.)	RET. (%)	RET. ACUM. (%)	PASA (%)
3"	76.20	-	-	-	100.00
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00
2"	50.80	-	-	-	100.00
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00
1"	25.40	-	-	-	100.00
3/4"	19.05	-	-	-	100.00
1/2"	12.70	-	-	-	100.00
3/8"	9.53	-	-	-	100.00
N° 4	4.76	32.00	3.20	3.20	96.80
N° 8	2.38	30.00	3.00	6.20	93.80
N° 10	2.00	25.00	2.50	8.70	91.30
N° 16	1.19	23.00	2.30	11.00	89.00
N° 30	0.59	33.60	3.36	14.36	85.64
N° 40	0.43	55.00	5.50	19.86	80.14
N° 50	0.30	64.00	6.40	26.26	73.74
N° 100	0.15	62.00	6.20	32.46	67.54
N° 200	0.074	51.00	5.10	37.56	62.44
FONDO	-	624.40	62.44	100.00	-

Peso inicial Seco(g)	800.0	Ceniza(g)=	200.0
Peso Inicial Seco (g)	1000.0	% Grava =	3.20
Peso Lavado Seco (g)	375.6	% Arena =	34.36
Pérdida por Lavado (g)	624.4	% Finos =	62.44

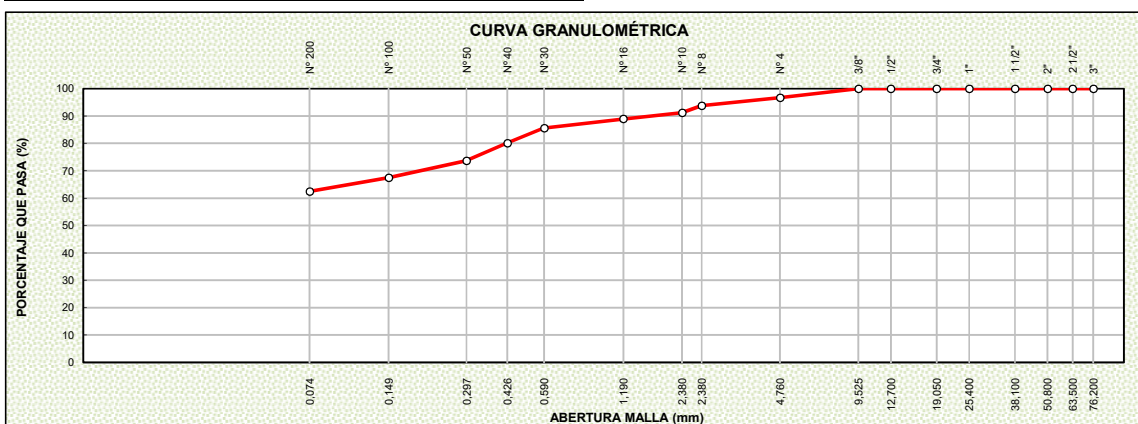
$D_{10}$  (mm) = -0.70       $C_c$  = -6.11

$D_{30}$  (mm) = -0.40       $C_u$  = -0.05

$D_{60}$  (mm) = 0.04

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LL (%)	64.0
	LP (%)	32.1
	IP (%)	31.9

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
<b>SUCS</b> (ASTM D 2487)	<b>MH</b> LIMO DE ALTA PLASTICIDAD
<b>AASHTO</b> (ASTM D 3282)	<b>A-7-5(19)</b>



**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

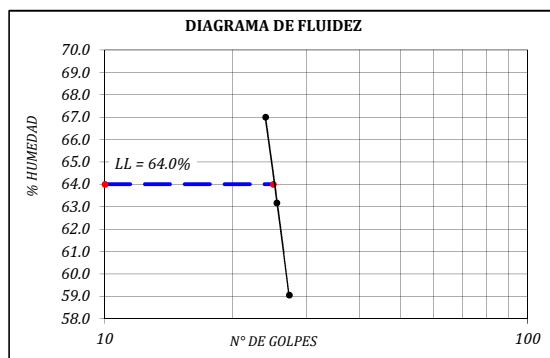
**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS  
**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ  
**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## LÍMITES DE CONSISTENCIA

(NTP 339.129 / ASTM D-4318)

**CALICATA** : **C-04** Granulometría con el 20% de adición de CCA con **PROFUNDIDAD** : 1.50m  
**MUESTRA** : **M-4** el cuidado de finos salientes de la ceniza **TIPO DE SUELO** : MH

ENSAYO LÍMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D4318						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
PESO RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g.)	36.5	36.8	36.7	-	22.7	23.2
PESO RECIPIENTE + SUELO SECO (g.)	29.8	30.3	30.5	-	22.1	22.3
PESO DEL RECIPIENTE (g.)	19.8	20.0	20.0	-	19.8	19.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	67.0	63.2	59.0	-	26.1	38.1
NÚMERO DE GOLPES	24	26	27	-		



RESULTADOS		
LÍMITE LÍQUIDO	LL (%)	64.0
LÍMITE PLÁSTICO	LP (%)	32.1
ÍNDICE PLÁSTICO	IP (%)	31.9

**OBSERVACIONES:** Muestra proporcionada por el Solicitante.  
 Ensayo realizado con el material pasante por el tamiz N°40.

# INFORME DE ENSAYO

INF. N° 0018 - DGEOLAB-2019/ GG-SGC

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE CAJARURO - UTCUBAMBA - AMAZONAS

**SOLICITANTE** : DIANA LIZBETH GONZALES PEREZ

**FECHA ENTREGA** : MAYO DEL 2022

## CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS Y AASHTO

**CALICATA:** C-04 Granulometría con el 20% de adición de CCA con el cuidado de finos salientes de la ceniza

**N° MUESTRA:** M-4

**PROFUNDIDAD** : 1.50m

**TIPO DE SUELO** : MH

GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PASA (%)
3"	76.20	100.00
2 1/2"	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 1/2"	38.10	100.00
1"	25.40	100.00
3/4"	19.05	100.00
1/2"	12.70	100.00
3/8"	9.53	100.00
N° 4	4.76	96.80
N° 8	2.38	93.80
N° 10	2.00	91.30
N° 16	1.19	89.00
N° 30	0.59	85.64
N° 40	0.43	80.14
N° 50	0.30	73.74
N° 100	0.15	67.54
N° 200	0.074	62.44
<b>FONDO</b>	-	-
% Grava :		<b>3.20</b>
% Arena :		<b>34.36</b>
% Finos :		<b>62.44</b>
D <sub>10</sub> (mm):		-0.697
D <sub>30</sub> (mm):		-0.40
D <sub>60</sub> (mm):		0.04
C <sub>c</sub> :		-6.11
C <sub>u</sub> :		-0.05
<b>LL (%)</b>		<b>64.0</b>
<b>LP (%)</b>		<b>32.1</b>
<b>IP (%)</b>		<b>31.9</b>

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.134/ ASTM D-2487)	
SUCS (ASTM D 2487)	<b>MH</b> LIMO DE ALTA PLASTICIDAD

CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN SUCS (NTP 339.135/ ASTM D-3282)	
AASHTO (ASTM D 3282)	<b>A-7-5(19)</b> SUELO DE BAJA CAPACIDAD DE SOPORTE

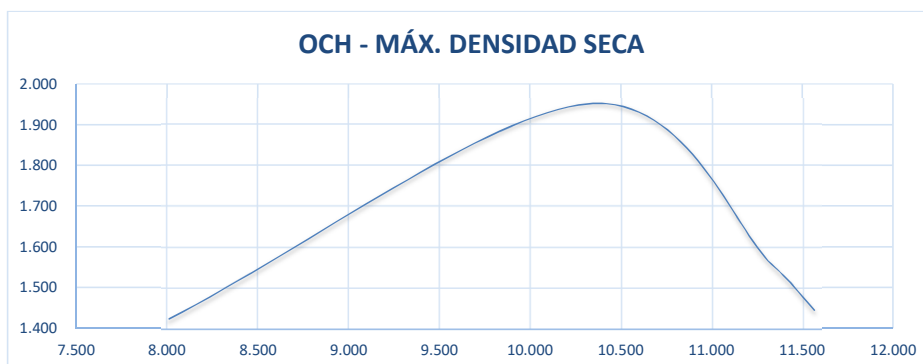
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
SUELO CONFORMADO POR ARCILLAS DE COLOR BEIGE, NO SE ENCONTRÓ NAPA FREÁTICA, NI PRESENCIA DE DESLIZAMIENTO.

## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

**Proyecto:** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11287.89	12597.65	11705.55	11445.99				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3265.89	4575.65	3683.55	3423.99				
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
<b>Densidad Suelo húmedo (g./cm3)</b>	<b>1.537</b>	<b>2.153</b>	<b>1.733</b>	<b>1.611</b>				
Número de Tarro	15	-	22	-	25	-	45	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.40	-	151.40	-	94.70	-	122.70	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	2.70	-	6.68	-	7.40	-	10.70	-
Peso de suelo seco (g.)	33.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	8.01	-	10.32	-	11.33	-	11.57	-
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>8.01</b>	<b>10.32</b>	<b>11.33</b>	<b>11.57</b>				
<b>Densidad Seca (g./cm3)</b>	<b>1.423</b>	<b>1.951</b>	<b>1.557</b>	<b>1.444</b>				



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
<b>DSM (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.88</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>10.0</b>

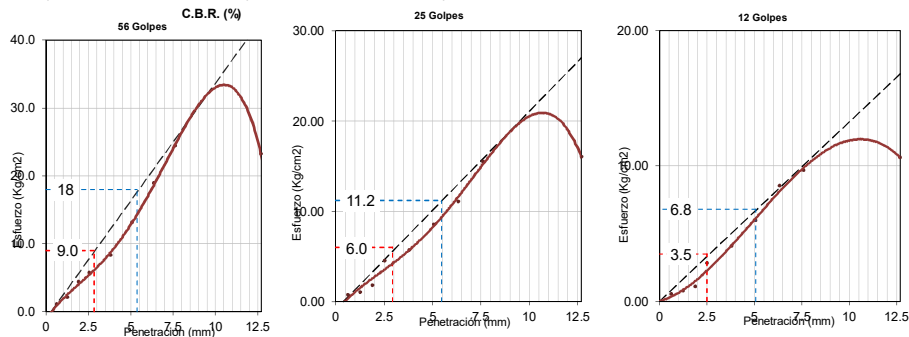
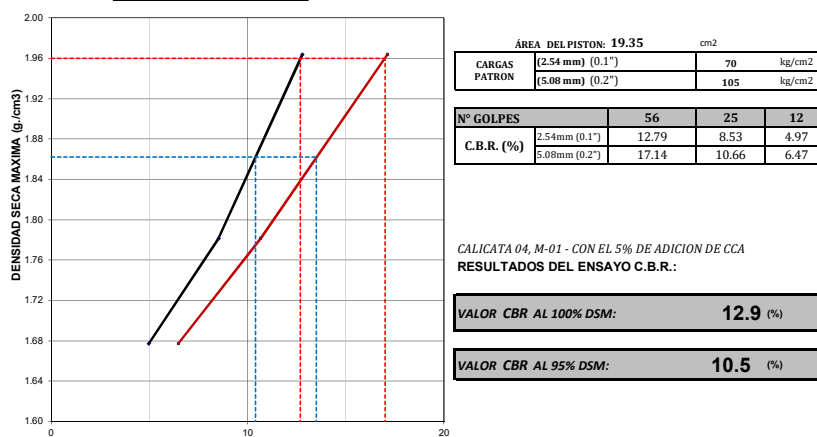
DATOS DEL MOLDE		CALICATA 04, M-01 - CON EL 5% DE ADICIÓN DE CCA
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	

### RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTC E 132

COMPACTACIÓN		MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3			
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO		
<b>Número de Capas/Nº Golpes</b>		5/56		5/25		5/12			
Muestra húmeda + Molde (g.)		12716.00	-	12421.15	-	12396.21	-		
Peso del Molde (g.)		8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-		
Peso de la Muestra húmeda (g.)		4189.00	-	3897.15	-	3852.21	-		
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )		2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-		
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )		1.977	-	1.838	-	1.816	-		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)</b>									
Tara N°		1		2		3			
Muestra húmeda + Tara (g.)		330.40	-	432.70	-	360.80	-		
Muestra seca + Tara (g.)		328.90	-	422.39	-	341.40	-		
Peso del Agua (g.)		1.50	-	10.31	-	19.40	-		
Peso de la Tara (g.)		100.00	-	100.00	-	108.00	-		
Muestra Seca (g.)		228.90	-	322.39	-	233.40	-		
Contenido de Humedad (%)		0.66	-	3.20	-	8.31	-		
Cont. Humedad Prom.(%)		0.66	-	3.20	-	8.31	-		
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )		1.964	-	1.781	-	1.677	-		
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	(mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
				Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>
		0.64	0.025	20.0	1.0	15.0	0.78	10.0	0.52
		1.27	0.050	40.0	2.1	20.0	1.03	14.5	0.75
		1.91	0.075	85.0	4.4	35.6	1.84	20.6	1.06
		2.54	0.100	110.0	5.7	87.5	4.52	54.2	2.80
		3.81	0.125	160.0	8.3	110.6	5.72	78.6	4.06
		5.08	0.150	253.0	13.1	165.2	8.54	115.4	5.97
		6.35	0.200	365.2	18.9	215.0	11.11	165.0	8.53
		7.62	0.300	472.0	24.4	300.4	15.53	187.0	9.67
	12.7	0.400	448.4	23.2	310.0	16.02	205.0	10.60	

#### CURVA DENSIDAD - C.B.R.

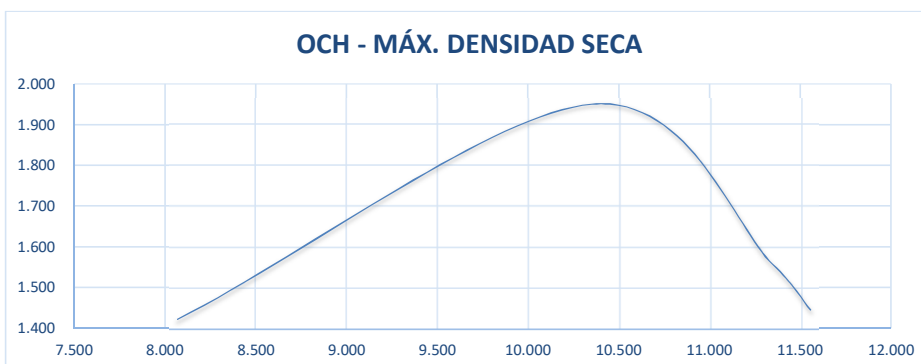


## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

**Proyecto:** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11287.10	12596.90	11705.80	11446.65				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3265.10	4574.90	3683.80	3424.65				
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
<b>Densidad Suelo húmedo (g./cm3)</b>	<b>1.536</b>	<b>2.152</b>	<b>1.733</b>	<b>1.611</b>				
Número de Tarro	15	-	22	-	25	-	45	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.42	-	151.42	-	94.71	-	122.69	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	2.72	-	6.70	-	7.41	-	10.69	-
Peso de suelo seco (g.)	33.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	8.07	-	10.35	-	11.35	-	11.56	-
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>8.07</b>	<b>10.35</b>	<b>11.35</b>	<b>11.56</b>				
<b>Densidad Seca (g./cm3)</b>	<b>1.421</b>	<b>1.950</b>	<b>1.557</b>	<b>1.444</b>				



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
<b>DSM (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.92</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>10.4</b>

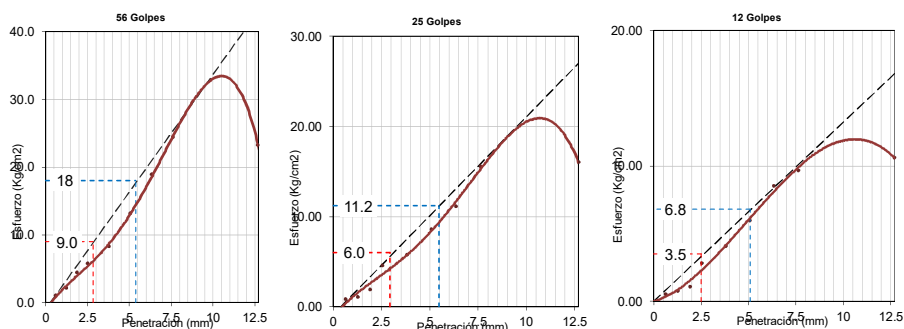
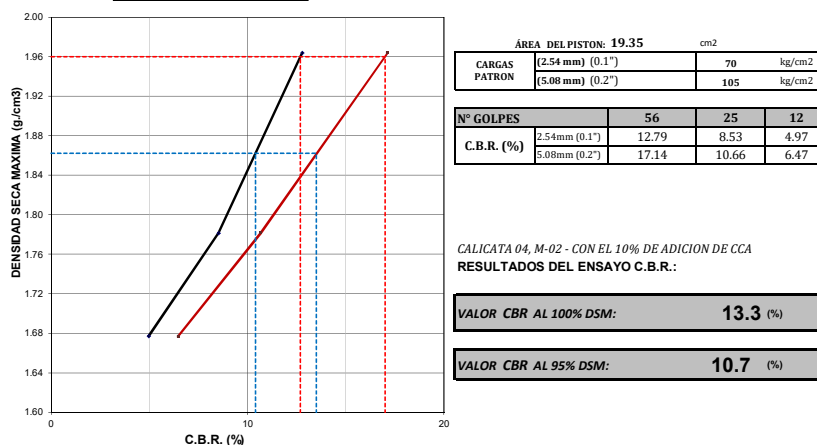
DATOS DEL MOLDE		CALICATA 04, M-02 - CON EL 10% DE ADICIÓN DE CCA
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	

### RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTC E 132

COMPACTACIÓN		MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3		
CONDICIÓN		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	
Número de Capas/Nº Golpes		5/56		5/25		5/12		
Muestra húmeda + Molde (g.)		12716.36	-	12421.49	-	12396.25	-	
Peso del Molde (g.)		8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-	
Peso de la Muestra húmeda (g.)		4189.36	-	3897.49	-	3852.25	-	
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )		2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-	
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )		1.977	-	1.838	-	1.816	-	
CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)								
Tara N°		1		2		3		
Muestra húmeda + Tara (g.)		330.42	-	432.72	-	360.81	-	
Muestra seca + Tara (g.)		328.90	-	422.39	-	341.40	-	
Peso del Agua (g.)		1.52	-	10.33	-	19.41	-	
Peso de la Tara (g.)		100.00	-	100.00	-	108.00	-	
Muestra Seca (g.)		228.90	-	322.39	-	233.40	-	
Contenido de Humedad (%)		0.66	-	3.20	-	8.32	-	
Cont. Humedad Prom.(%)		0.66	-	3.20	-	8.32	-	
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )		1.964	-	1.781	-	1.677	-	
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03		
	(mm)	(pulg)	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>3</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>3</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>3</sup>
	0.64	0.025	20.0	1.0	15.0	0.78	10.0	0.52
	1.27	0.050	40.0	2.1	20.0	1.03	14.5	0.75
	1.91	0.075	85.0	4.4	35.6	1.84	20.6	1.06
	2.54	0.100	110.0	5.7	87.5	4.52	54.2	2.80
	3.81	0.125	160.0	8.3	110.6	5.72	78.6	4.06
	5.08	0.150	253.0	13.1	165.2	8.54	115.4	5.97
	6.35	0.200	365.2	18.9	215.0	11.11	165.0	8.53
	7.62	0.300	472.0	24.4	300.4	15.53	187.0	9.67
12.7	0.400	448.4	23.2	310.0	16.02	205.0	10.60	

#### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



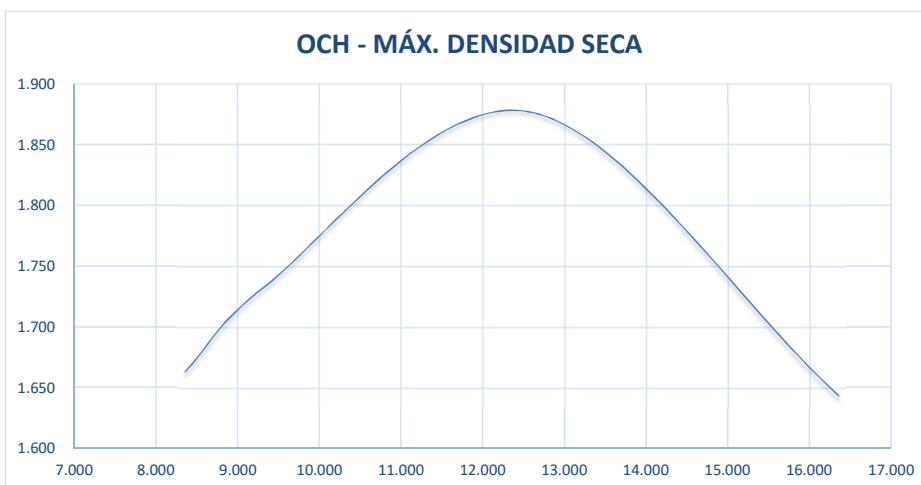
## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115

**Proyecto:**

**"MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"**

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4				
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11851.81	12050.84	12513.43	12085.21				
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00				
Peso Suelo Húmedo (g.)	3829.81	4028.84	4491.43	4063.21				
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50				
<b>Densidad Suelo húmedo (g./cm3)</b>	<b>1.802</b>	<b>1.895</b>	<b>2.113</b>	<b>1.912</b>				
Número de Tarro	14	-	15	-	16	-	17	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.30	-	151.40	-	95.62	-	127.37	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.50	-	145.30	-	87.40	-	112.20	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	2.80	-	6.10	-	8.22	-	15.17	-
Peso de suelo seco (g.)	33.50	-	65.30	-	65.40	-	92.70	-
Humedad (%)	8.36	-	9.34	-	12.57	-	16.36	-
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>8.36</b>	<b>9.34</b>	<b>12.57</b>	<b>16.36</b>				
<b>Densidad Seca (g./cm3)</b>	<b>1.663</b>	<b>1.734</b>	<b>1.877</b>	<b>1.643</b>				



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
<b>DSM (g./cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.92</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>12.3</b>

DATOS DEL MOLDE		CALICATA 04, M-03 - CON EL 15% DE ADICIÓN DE CCA
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	

## RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

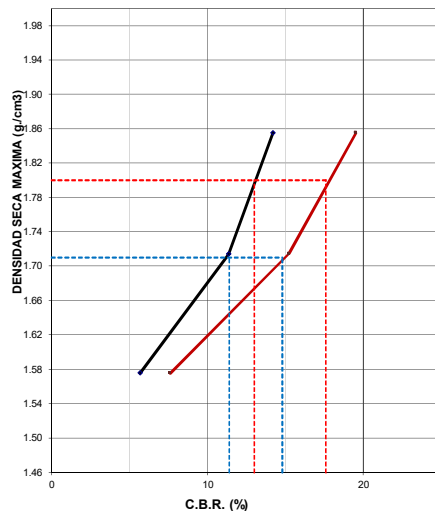
MTC E 132

COMPACTACIÓN	MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3	
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12	
Muestra húmeda + Molde (g.)	12482.81	-	12184.47	-	11961.13	-
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8525.00	-	8544.00	-
Peso de la Muestra húmeda (g.)	3955.81	-	3659.47	-	3417.13	-
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.867	-	1.726	-	1.611	-

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)						
Tara N°	7	-	12	-	25	-
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.53	-	424.63	-	350.72	-
Muestra seca + Tara (g.)	329.10	-	422.40	-	345.20	-
Peso del Agua (g.)	1.43	-	2.23	-	5.52	-
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	102.00	-
Muestra Seca (g.)	229.10	-	322.40	-	243.20	-
Contenido de Humedad ( % )	0.62	-	0.69	-	2.27	-
Cont. Humedad Prom.( % )	0.62	-	0.69	-	2.27	-
DENSIDAD SECA ( g./cm <sup>3</sup> )	1.855	-	1.714	-	1.575	-

ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACION (mm)	(pulg)	Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
			Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>
	0.64	0.025	35.2	1.8	25.6	1.32	10.0	0.52
1.27	0.050	56.2	2.9	36.8	1.90	12.0	0.62	
1.91	0.075	80.0	4.1	58.0	3.00	22.0	1.14	
2.54	0.100	135.2	7.0	110.0	5.69	60.0	3.10	
3.81	0.125	250.0	12.9	212.0	10.96	98.0	5.07	
5.08	0.150	352.0	18.2	298.6	15.44	140.0	7.24	
6.35	0.200	485.2	25.1	362.0	18.71	190.0	9.82	
7.62	0.300	562.3	29.1	445.6	23.03	220.0	11.37	
12.7	0.400	580.1	30.0	430.0	22.23	265.0	13.70	

### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm <sup>2</sup>		
CARGAS	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm <sup>2</sup>
PATRON	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm <sup>2</sup>

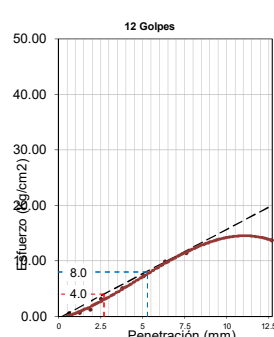
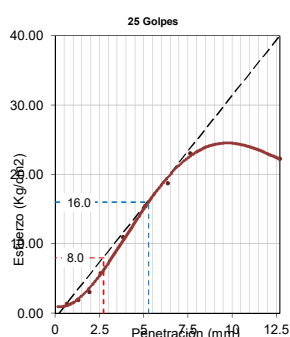
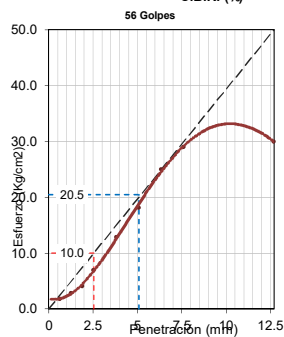
Nº GOLPES	56	25	12	
C.B.R. (%)	2.54mm (0.1")	14.21	11.37	5.69
	5.08mm (0.2")	19.52	15.23	7.62

### RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

**VALOR CBR AL 100% DSM: 14.2 (%)**

**VALOR CBR AL 95% DSM: 11.5 (%)**

CALICATA 04, M-03 - CON EL 15% DE ADICION DE CCA



## ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

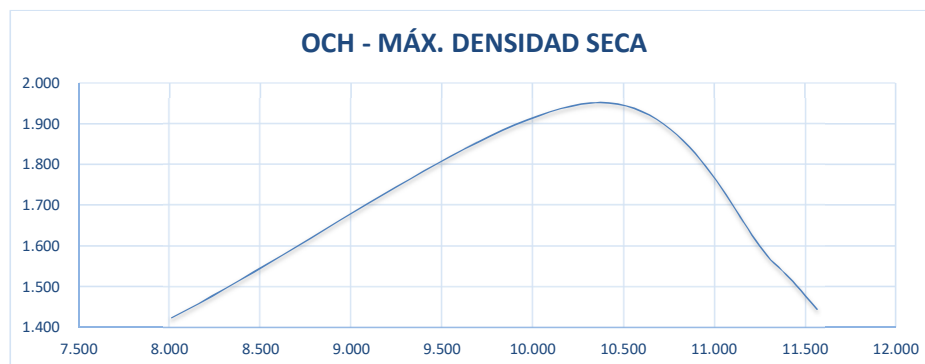
MTC E 115

**Proyecto:** "MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARUO - UTCUBAMBA - AMAZONAS 2021"

Nº DE ENSAYO	1	2	3	4
Peso molde+Suelo Húmedo (g.)	11288.70	12597.00	11705.80	11446.00
Peso del Molde (g.)	8022.00	8022.00	8022.00	8022.00
Peso Suelo Húmedo (g.)	3266.70	4575.00	3683.80	3424.00
Volúmen del molde (cm3)	2125.50	2125.50	2125.50	2125.50
<b>Densidad Suelo húmedo (g./cm3)</b>	<b>1.537</b>	<b>2.152</b>	<b>1.733</b>	<b>1.611</b>

Número de Tarro	15	-	22	-	25	-	45	-
Peso Tarro +Suelo húmedo (g.)	54.40	-	151.40	-	94.70	-	122.70	-
Peso Tarro + Suelo Seco (g.)	51.70	-	144.72	-	87.30	-	112.00	-
Peso Tarro (g.)	18.00	-	80.00	-	22.00	-	19.50	-
Peso del agua (g.)	2.70	-	6.68	-	7.40	-	10.70	-
Peso de suelo seco (g.)	33.70	-	64.72	-	65.30	-	92.50	-
Humedad (%)	8.01	-	10.32	-	11.33	-	11.57	-
<b>Humedad promedio (%)</b>	<b>8.01</b>		<b>10.32</b>		<b>11.33</b>		<b>11.57</b>	
<b>Densidad Seca (g./cm3)</b>	<b>1.423</b>		<b>1.951</b>		<b>1.557</b>		<b>1.444</b>	



MÉTODO:	C
NÚMERO DE CAPAS:	5
NÚMERO DE GOLPES:	56
<b>DSM (g./cm³)</b>	<b>1.95</b>
<b>OCH (%)</b>	<b>11.2</b>

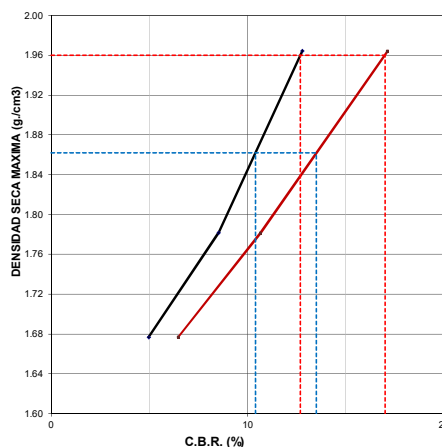
DATOS DEL MOLDE		CALICATA 04, M-04 - CON EL 20% DE ADICION DE CCA
Nº:	I	
PESO(g.):	8022.0	
VOLÚMEN(cm3):	2125.5	

### RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)

MTC E 132

COMPACTACIÓN		MOLDE -1		MOLDE -2		MOLDE -3		
CONDICIÓN	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SUMERGIDO	
Número de Capas/Nº Golpes	5/56		5/25		5/12			
Muestra húmeda + Molde (g.)	12716.30	-	12421.40	-	12396.00	-		
Peso del Molde (g.)	8527.00	-	8524.00	-	8544.00	-		
Peso de la Muestra húmeda (g.)	4189.30	-	3897.40	-	3852.00	-		
Volumen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2119.20	-	2120.00	-	2121.00	-		
Densidad húmeda (g./cm <sup>3</sup> )	1.977	-	1.838	-	1.816	-		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D 2216 / NTP 339.127)</b>								
Tara N°	1		2		3			
Muestra húmeda + Tara (g.)	330.40	-	432.70	-	360.80	-	-	
Muestra seca + Tara (g.)	328.90	-	422.39	-	341.40	-	-	
Peso del Agua (g.)	1.50	-	10.31	-	19.40	-	-	
Peso de la Tara (g.)	100.00	-	100.00	-	108.00	-	-	
Muestra Seca (g.)	228.90	-	322.39	-	233.40	-	-	
Contenido de Humedad (%)	0.66	-	3.20	-	8.31	-	-	
Cont. Humedad Prom.(%)	0.66	-	3.20	-	8.31	-	-	
DENSIDAD SECA (g./cm <sup>3</sup> )	1.964	-	1.781	-	1.677	-	-	
ENSAYO CARGA - PENETRACIÓN	PENETRACIÓN		Molde N° 01		Molde N° 02		Molde N° 03	
	(mm)	(pulg)	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>	Carga ( Kg )	kg/cm <sup>2</sup>
	0.64	0.025	20.0	1.0	15.0	0.78	10.0	0.52
	1.27	0.050	40.0	2.1	20.0	1.03	14.5	0.75
	1.91	0.075	85.0	4.4	35.6	1.84	20.6	1.06
	2.54	0.100	110.0	5.7	87.5	4.52	54.2	2.80
	3.81	0.125	160.0	8.3	110.6	5.72	78.6	4.06
	5.08	0.150	253.0	13.1	165.2	8.54	115.4	5.97
	6.35	0.200	365.2	18.9	215.0	11.11	165.0	8.53
	7.62	0.300	472.0	24.4	300.4	15.53	187.0	9.67
12.7	0.400	448.4	23.2	310.0	16.02	205.0	10.60	

#### CURVA DENSIDAD - C.B.R.



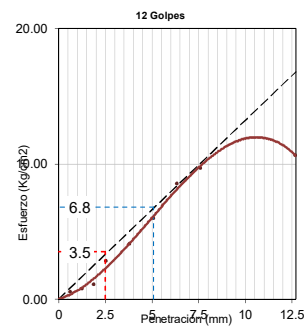
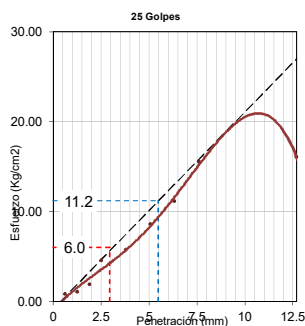
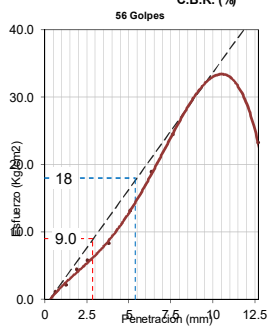
ÁREA DEL PISTÓN: 19.35 cm <sup>2</sup>		
CARGAS PATRON	(2.54 mm) (0.1")	70 kg/cm <sup>2</sup>
	(5.08 mm) (0.2")	105 kg/cm <sup>2</sup>

Nº GOLPES	56	25	12
C.B.R. (%)	12.79	8.53	4.97
	17.14	10.66	6.47

CALICATA 04, M-04 - CON EL 20% DE ADICION DE CGA  
RESULTADOS DEL ENSAYO C.B.R.:

**VALOR CBR AL 100% DSM: 13.3 (%)**

**VALOR CBR AL 95% DSM: 10.6 (%)**



**ANEXO 2.3- ENSAYOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LAS CENIZAS DE  
CÁSCARA DE ARROZ**

## INFORME DE ENSAYO

### IE-111022-02

#### 1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : DIANA LIZBETH GONZÁLES PÉREZ  
 1.2 RUC/DNI : 71104541  
 1.3 Tesis : MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON CENIZAS DE CÁSCARA DE ARROZ EN EL DISTRITO DE CAJARURO, UTCUBAMBA, AMAZONAS 2021.

#### 2. FECHAS

- 2.1 Inicio : 12 de octubre de 2022  
 2.2 Finalización : 18 de octubre de 2022  
 2.3 Emisión de informe : 19 de octubre de 2022

#### 3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.2 °C  
 3.2 Humedad Relativa : 56 %

#### 4. ENSAYO SOLICITADO Y METODO UTILIZADO

- 4.1 Ensayo solicitado / Método Utilizado : Determinación de Composición química / Espectroscopia de fluorescencia de rayos X (FRXDE)  
pH / NTP 339.176  
Peso Específico / ASTM C-128  
Gravedad Específica / ASTM C-128  
Humedad / Gravimetría

#### 5. DATOS DE LAS MUESTRAS ANALIZADAS

- 5.1 Código de Muestra : S-5024  
 5.2 Tipo de Muestra : Muestra inorgánica  
 5.3 Descripción : CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ  
 5.4 Lote : No aplica  
 5.5 Muestreo : Muestreado por el Cliente

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
 QUÍMICO  
 CQP. 1337

## 6. RESULTADOS

### 6.1. RESULTADOS OBTENIDOS

**TABLA N°1: RESULTADOS FISCOQUÍMICOS**

Muestra	Parámetro	Unidad	Resultados
S-5024	Gravedad específica	Sin. Unid.	0.65
	Humedad	%	2.07
	Peso específico	N/cc	6.37
	pH (1:5)	Unid. pH	9.75

### 6.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X

- Equipo Utilizado: SHIMADZU EDX-720 espectrómetro de fluorescencia de rayos X
- Barrido elemental del Na a U, expresados en óxidos.
- Muestra pulverizada pasante malla N°100
- Límite de detección del equipo es 0.010%.

**TABLA N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO COMO ÓXIDOS (\*)**

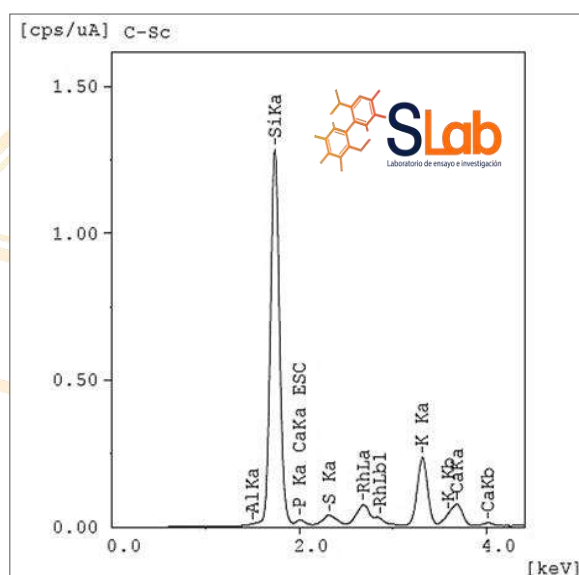
Muestra	Composición química	Unidad	Resultados
S-5024	Óxido de Silicio SiO <sub>2</sub>	%	76.223
	Óxido de Calcio CaO	%	7.605
	Óxido de Potasio K <sub>2</sub> O	%	5.196
	Óxido de Magnesio MgO	%	2.389
	Óxido de Azufre SO <sub>3</sub>	%	1.894
	Óxido de Fósforo P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	%	1.147
	Óxido de Hierro Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.742
	Óxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.66
	Óxido de Sodio Na <sub>2</sub> O	%	0.178
	Óxido de Manganeso MnO	%	0.094
	Óxido de Zinc ZnO	%	0.072
	Pérdida por Calcificación	%	3.801

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

  
 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO  
 QUÍMICO  
 CQP. 1337



**IMAGEN N°1: EQUIPO DE FLUORESCENCIA DE RAYOS X**



**IMAGEN N°2. GRÁFICAS DE INTENSIDAD VS ENERGÍA DEL ENSAYO EDX.**

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

**FIN DE DOCUMENTO**



**DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO**  
QUÍMICO  
CQP. 1337

**ANEXO 3- PANEL FOTOGRÁFICO**

## EXCAVACIÓN DE LAS 10 CALICATAS

### CALICATA 1



*Figura 1 Excavación de la calicata 1*

### CALICATA 2



*Figura 2 Excavación de la calicata 2*

**CALICATA 3**



*Figura 3 Excavación de la calicata 3*

**CALICATA 4**



*Figura 4 Excavación de la calicata 4*

## CALICATA 5



Figura 5 Excavación de la calicata 5

## CALICATA 6



Figura 6 Excavación de la calicata 6

### CALICATA 7



*Figura 7 Excavación de la calicata 7*

### CALICATA 8



*Figura 8 Excavación de la calicata 8*

**CALICATA 9**



*Figura 9 Excavación de la calicata 9*

**CALICATA 10**



*Figura 10 Excavación de la calicata 10*

### EXCAVACIÓN DE LA CALICATA C2 (1-2-3-4) Y C4 (1-2-3-4)

#### CALICATA 2



Figura 11 Excavación de las 4 calicatas (C-2)

**CALICATA 4**



*Figura 12 Excavación de las 4 calicatas (C-4)*



Figura 13 Excavación de las 4 calicatas (C-4)

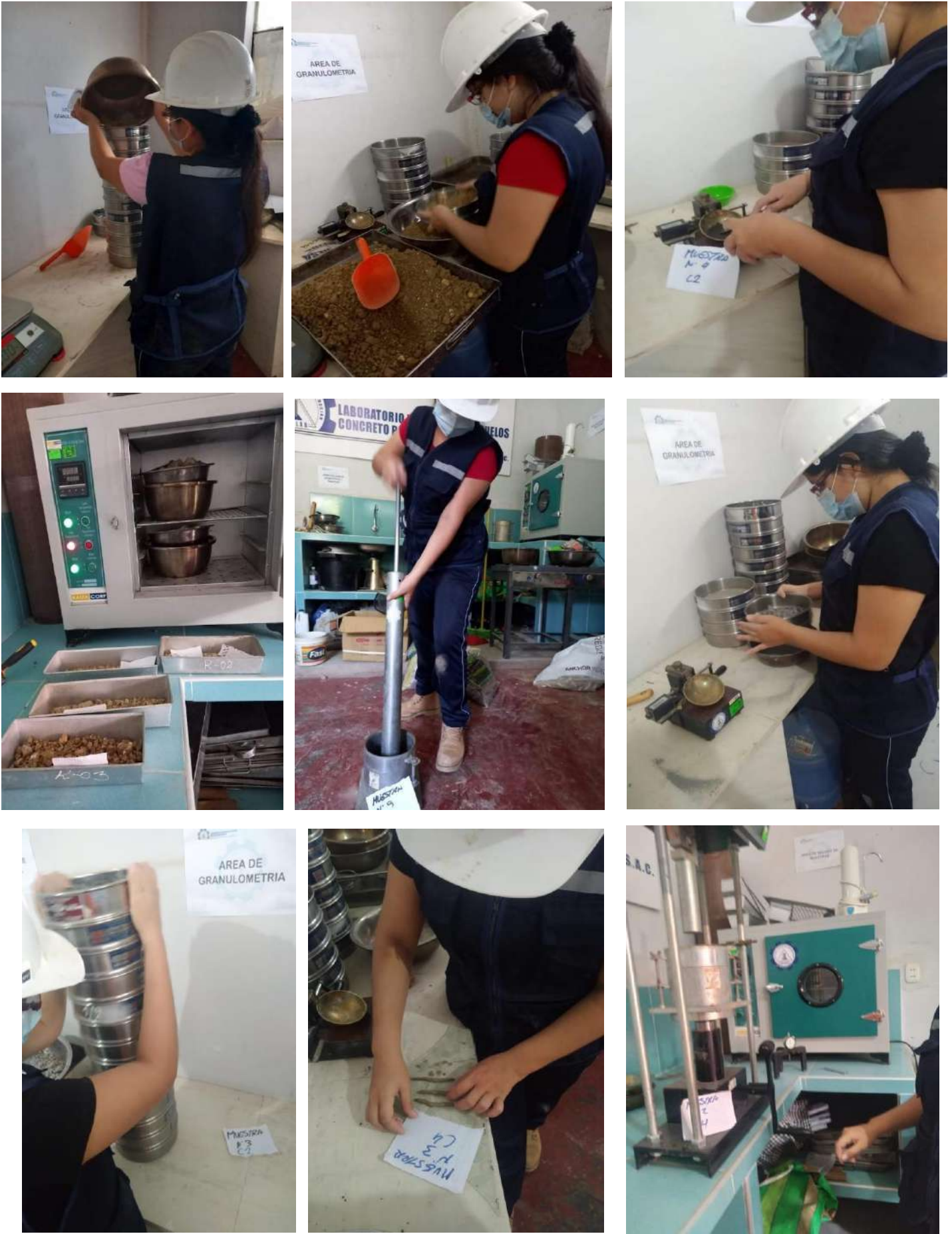


Figura 14 Ensayos en Laboratorio

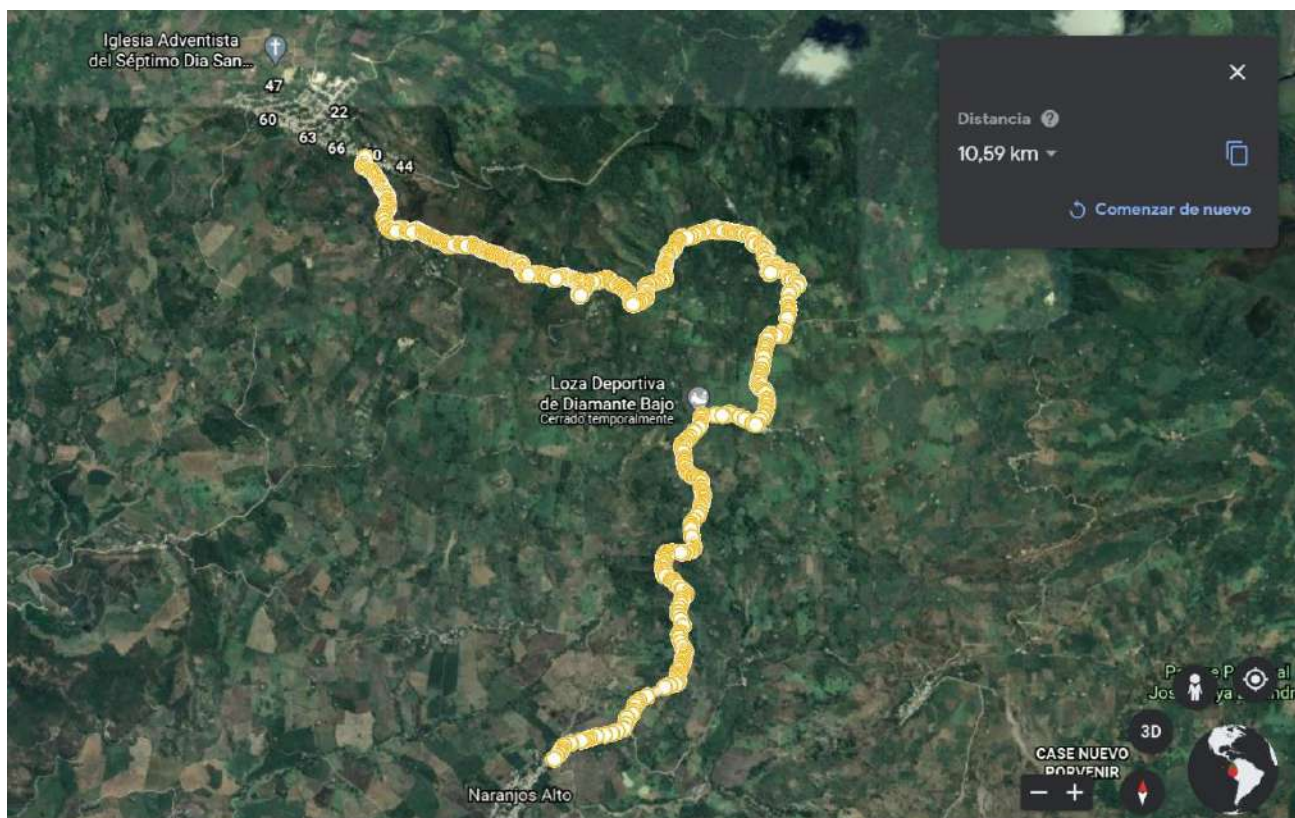


Figura 15 Georreferencia de la Trocha Carrozable, Cruce Naranjos Alto-Cocaenrique - San Juan De La Libertad, Cajaruro.

Fuente: Google Earth Pro, 2021.



Figura 16 Estado actual de la carretera



*Figura 17 Cultivos de la zona*