



EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO

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

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE
BERTHOLLETIA EXCELSA DEL JIRON NICOLAS DE
PIÉROLA DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE
DIOS 2022”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ

ORCID 0000-0001-7355-8820

ASESOR

MTR. ENRIQUE ESPINOZA MOSCOSO

ORCID 0000-0001-9535-6656

LIMA – PERÚ, 2022

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres por sus consejos, recomendaciones y apoyo continuo para poder ser una mejor persona, de igual manera dedicarle a mi abuelita que está en el cielo y sé que está orgullosa de lo que hoy vengo realizando.

A mi esposo e hijos que es lo mejor y lo más valioso que Dios me ha podido regalar.

Carol Katherine Bottega Ruiz

AGRADECIMIENTOS

Primero: Agradecer a Dios por ayudarme a concluir uno de los principales logros de mi vida. Que, a pesar de haberme sentido rendida en momentos, siempre estuvo y estará conmigo dándome la fuerza y levantándome para poder retomar el camino y poder cumplir con todas mis metas proyectadas.

Segundo: Gracias a mis padres por su apoyo constante y por aconsejarme para ser una mejor persona en la vida, al igual que mi abuela, ella es como una madre, aunque no está conmigo físicamente, pero sé que ella me está protegiendo y cuidando desde el cielo.

Tercero: Agradecer a mi esposo por el apoyo, consejo y las fuerzas que me da día a día, a mis hijos por estar a mi lado dándome siempre una razón para poder salir adelante.

Carol Katherine Bottega Ruiz

RESUMEN

Este trabajo de suficiencia profesional busca poner en práctica los conocimientos adquiridos durante mi etapa de estudiante en mecánica de suelos aplicados en estabilización de suelos arcillosos de mediana plasticidad, mejorando las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del Jirón Nicolás de Piérola, para ello realizamos la obtención de muestras de dos calicatas In-situ.

Donde se debe medir el efecto de la ceniza de cáscara de *Bertholletia excelsa* añadida a la arcilla, dicho procedimiento es descrito en este presente trabajo de sustentación. Dichos trabajos realizados en laboratorio, con apoyo del personal técnico, quienes me aportaron su conocimiento en el procesamiento de cada uno de los ensayos realizados.

De los ensayos se obtuvieron valores de CBR inadecuados C-1 5.92% y C-2 5.67%, a los cuales adicionamos 20% de ceniza de cascara de *Bertholletia excelsa*, los resultados alentadores de CBR C-1 7,98% y C-2 7,69%, observándose reducción en la expansión, disminución de los límites de consistencia e incremento en compactación de los suelos y por ende mejoramiento de la capacidad de soporte de los suelos (CBR).

Palabras Claves: Sub-rasante, Granulometría por tamizado, Límite líquido, Límite plástico, Contenido de humedad, Proctor modificado, Índice CBR (California Bearing Ratio).

ABSTRACT

This work of professional sufficiency seeks to put into practice the knowledge acquired during my student stage in soil mechanics applied to the stabilization of clayey soils of medium plasticity, improving the physical and mechanical properties of the Jirón Nicolás de Piérola subgrade, for this we carried out the Obtaining samples from two test pits In-situ.

Where the effect of *Bertholletia excelsa* shell ash added to clay must be measured, such a procedure is described in this present supporting work. Said works carried out in the laboratory, with the support of the technical staff, who gave me their knowledge in the processing of each of the tests carried out.

Inadequate CBR values C-1 5.92% and C-2 5.67% were obtained from the tests, to which we added i20% of *Bertholletia excelsa* shell ash, the encouraging results of CBR C-1 7.98% and C- 2 7.69%, observing a reduction in expansion, a decrease in the limits of consistency and an increase in compaction of the soils and therefore improvement of the support capacity of the soils (CBR).

Key words: Subgrade, Sieve granulometry, Liquid limit, Plastic limit, Moisture content, Modified Proctor, CBR Index (California Bearing Ratio).

INTRODUCCIÓN

En América latina, desde principios del siglo XXI, en el sector de la construcción, especialmente en la construcción de carreteras, se ha intentado utilizar los productos sobrantes como estabilizador químico del suelo para mejorar el tablero, subsuelo y soterramiento. Todo esto se debe al desarrollo de la agricultura y la industria, que trae consigo residuos reciclables, cada vez más difíciles, costosos y contaminantes de procesar y finalmente eliminar.

Otro problema relacionado con la construcción de carreteras son los tipos de suelo, especialmente arcillosos, que por su baja capacidad portante y mala calidad no siempre cumplen con los requisitos para su uso en proyectos de asfalto. (Huancoillo,2017).

La cáscara de *Bertholletia excelsa* es un desecho del proceso de pelado de la misma cuya producción está presente en muchos centros de acopamiento y pequeños productores de Puerto Maldonado y representa una fuente de contaminación ambiental, lo que genera problemas sociales por el almacenamiento inadecuado, y por es considerado como un material de desecho.

La zona de selva de Madre de Dios se caracteriza por presentar generalmente suelos arcillosos los cuales poseen baja resistencia, muchos de estos suelos arcillosos no pueden ser usados como subrasante en la construcción de carreteras ya que no cumplen con los requisitos mínimos establecidos, por la baja capacidad de soporte de resistencia que presentan.

Las carreteras que se emplazan en suelo arcilloso de baja resistencia, no pueden soportar las cargas del tráfico vehicular presentando problemas como asentamientos

que van generando un deterioro en la vía reduciendo su vida útil. El estado de muchas carreteras en la región de la selva presenta serios problemas como asentamientos lo que hace intransitable las carreteras, afectando el confort de las personas que se trasladan en sus vehículos, inclusive el estado en el cual se encuentran las carreteras son a veces la causa de accidentes vehiculares.

En este estudio se planteó un método de estabilización, para que sea una solución ambiental se planteó utilizar la ceniza de la cascara de *Bertholletia excelsa* como estabilizador para evaluar su efecto en las propiedades geotécnicas de la arcilla.

TABLA DE CONTENIDOS

CARATULA	
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
TABLA DE CONTENIDO	viii
CAPITULO I	10
GENERALIDADES DE LA EMPRESA	10
1.1. <i>Antecedentes de la Empresa</i>	10
1.2. <i>Perfil de la empresa</i>	10
1.3. <i>Actividades de la empresa</i>	11
1.3.1. <i>Misión</i>	11
1.3.2. <i>Visión</i>	11
1.3.3. <i>Proyectos Similares</i>	12
CAPÍTULO II	13
REALIDAD PROBLEMÁTICA	13
2.1. <i>Descripción de la Realidad Problemática</i>	13
2.2. <i>Formulación del Problema</i>	16
2.2.1. <i>Problema General</i>	16
2.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	17
2.3. <i>Objetivos del Proyecto</i>	17
2.3.1. <i>Objetivo General</i>	17
2.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	17
2.4. <i>Justificación</i>	18
2.5. <i>Limitantes de la Investigación</i>	18
CAPÍTULO III	19
DESARROLLO DEL PROYECTO	19
3.1. <i>Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado</i>	19
3.1.1. <i>Requerimientos</i>	22
3.1.2. <i>Cálculos</i>	22
3.1.3. <i>Dimensionamiento</i>	25
3.1.4. <i>Equipos utilizados</i>	25
3.1.5. <i>Conceptos Básicos</i>	26
3.1.6. <i>Estructura</i>	27
3.1.7. <i>Elementos y funciones</i>	27

3.1.8. <i>Planificación del proyecto</i>	28
3.1.9. <i>Servicios y Aplicaciones</i>	29
CAPITULO IV	36
DISEÑO METODOLÓGICO	36
4.1. <i>Tipo y diseño de Investigación</i>	36
4.2. <i>Método de Investigación</i>	36
4.3. <i>Población y Muestra</i>	37
4.4. <i>Lugar de Estudio</i>	37
4.5. <i>Técnica e Instrumentos para la recolección de la información</i>	38
4.6. <i>Análisis y Procesamiento de datos</i>	39
CAPÍTULO V:	40
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1. <i>Conclusiones</i>	40
5.2. <i>Recomendaciones</i>	40
CAPÍTULO VI:	42
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y REFERENCIAS	42
6.1. <i>Glosario de Términos</i>	42
6.2. <i>Libros</i>	42
6.3. <i>Electrónica</i>	44
CAPÍTULO VIII:	50
ANEXOS	50
<i>ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto</i>	50
<i>ANEXO 2 – Ensayos de suelo</i>	51
<i>ANEXO 2 – Panel Fotográfico</i>	74

CAPITULO I

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

1.1. Antecedentes de la Empresa

En la actualidad, el Gobierno Regional Madre de Dios, continúa como la primera institución pública de desarrollo del departamento, encargado de conducir la gestión pública regional, de acuerdo a sus competencias y funciones establecidas en la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales. Siendo esta institución la principal en buscar el desarrollo de nuestra comunidad.

1.2. Perfil de la empresa.

En el año 2002 y mediante Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales del 16 de Noviembre del 2002 y su modificatoria por Ley N° 27902, del 01 de enero de 2003, se crea los Gobiernos Regionales, entre ellos el Gobierno Regional Madre

de Dios, creándose con la finalidad de fomentar el desarrollo regional integral sostenible, promoviendo la inversión pública y por ende, el empleo y garantizar el ejercicio pleno de los derechos y la igualdad de oportunidades de los habitantes, de acuerdo con los planes y programas nacionales, regionales y locales de desarrollo.

El 01 de enero del año 2003, se instala el primer Gobierno Regional del departamento de Madre de Dios.

1.3. Actividades de la empresa

1.3.1. Misión.

El gobierno regional de Madre de Dios organiza y opera la administración pública regional conforme a sus atribuciones exclusivas, generales y autorizadas, contribuyendo al progreso integral y sostenible de la región, certificando la vigencia de los principios, derechos constitucionales y mejorando su calidad de vida de la población.

1.3.2. Visión.

Somos la capital peruana de la biodiversidad, los habitantes tenemos una buena calidad de vida, una gestión moderna, eficiente, participativa y transparente que conduce un desarrollo con equidad, en un territorio ordenado, nuestra economía es competitiva, se promueve la inversión privada y la innovación conservando la biodiversidad y aprovechando los recursos naturales en forma sostenible, respetando los medios de vida tradicionales y a los pueblos indígenas.

1.3.3. Proyectos Similares

En referencia a los trabajos similares se expone como antecedente los trabajos siguientes:

Tabla 1 Trabajos similares

Código	Nombre del proyecto	Monto de inversión
117548	Mejoramiento vial del Jr. Sinchi roca, en la ciudad de puerto Maldonado - tambopata	S/ 2,890,811.00
78124	Pavimentación de las Av. Jorge chavez y José Aldamiz-tambopata-region de Madre de Dios	S/10,750,064.45

Fuente: Gerencia regional de infraestructura GOREMAD

CAPÍTULO II

REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1. Descripción de la Realidad Problemática

La *Bertholletia excelsa* o Nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*); es una especie nativa de los bosques de la Amazonía, solo tres países producen *Bertholletia excelsa* en el mundo: Bolivia, Brasil y Perú, en nuestro país, la producción de *Bertholletia excelsa* se localiza principalmente en Madre de Dios.

Al 2018, la Dirección Regional de Agricultura de Madre de Dios reportó 2.5 millones de hectáreas destinadas al cultivo de *Bertholletia excelsa*, 1.2 millones de estas corresponden a árboles destinados a la producción continua durante todo el año. Para el año 2021 la cantidad de plantaciones habría aumentado sustancialmente debido a la alta demanda del producto en los mercados internacionales.

Toda esta producción local por medianos y pequeños productores genera desechos sólidos en el proceso de extracción de la *Bertholletia excelsa*, pues al pelarla se

genera gran cantidad de cáscara, las cuales a veces se ven amontonadas fuera de las casas y también en los centros de acopio.

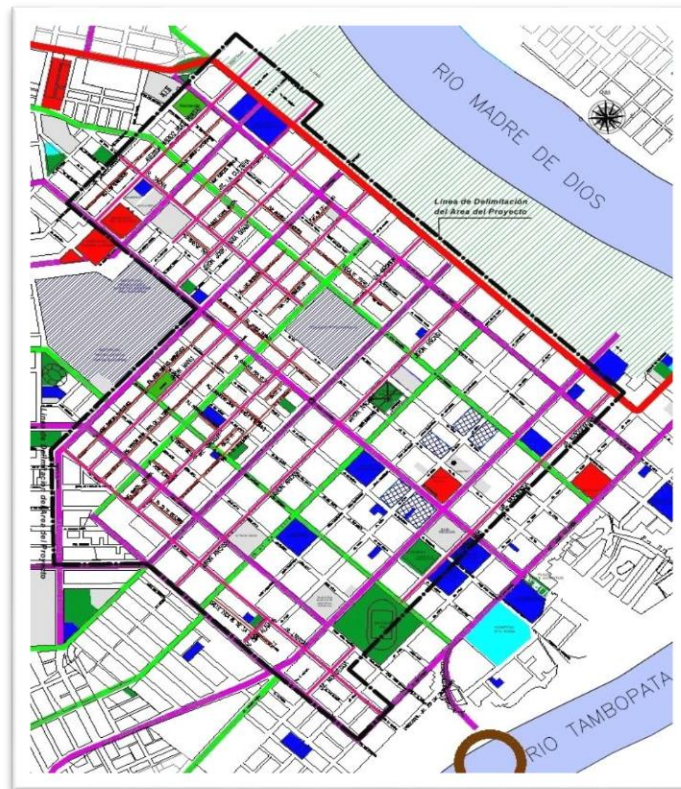
La mayor parte de la ciudad de Puerto Maldonado se encuentra asentada sobre suelos arcillosos inorgánicos de baja a media plasticidad (CL), de consistencia suave a media, sitios aislados se tiene suelos arcillosos de alta plasticidad (CH), de consistencia suave a muy suave, muy húmedos a saturados se trata de suelos residuales ligeramente húmedos a húmedos de la Formación Madre de Dios.

Las vías del Caso Urbano de Puerto Maldonado, se encuentran varios tramos desarticulados en mal estado, con vías sin pavimentar, sin drenaje pluvial, sin martillos, bermas centrales, etc.

La longitud total del sistema vial en Puerto Maldonado es de 122 Km. y ocupa un área de 244.00 hectáreas que representa el 24.96 % del área total urbana consolidada, solo un 19.2% de la red vial de la ciudad se encuentra pavimentada, y el resto no lo está. Más aun, del total de vías no pavimentadas, sólo un 40% han recibido algún tratamiento para el paso vehicular.

Las vías de la ciudad de Puerto Maldonado pueden ser vulnerables por el tipo de suelo, la erosión, la falta de drenaje pluvial, el tránsito pesado, y la falta de mantenimiento preventivo y correctivo, por estas razones para la construcción de pavimentos se tiene que estabilizar dichos suelos.

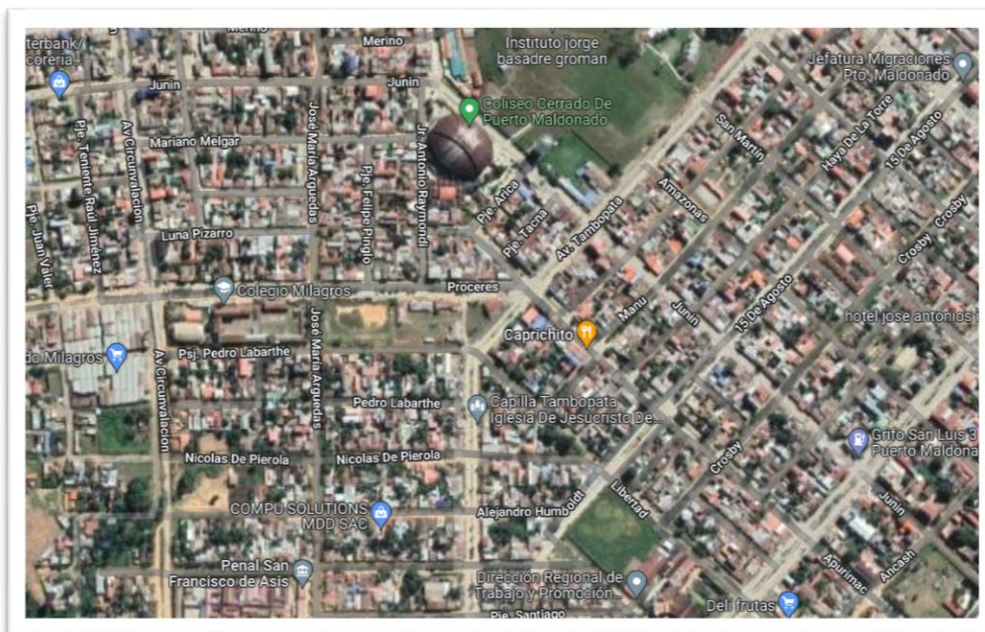
Ilustración 1 Sistema Vial de Tambopata (Puerto Maldonado)



Fuente: Gerencia Regional De Infraestructura-GOREMAD 2021

El Jr. Nicolás de Piérola, es una vía secundaria, tiene 156.41 m, de longitud, está ubicado entre el Jr. La Libertad y prolongación Av. Tambopata.

Foto 1 Mapa de Ubicación Del Jirón Nicolás de Piérola



Fuente: <https://www.google.com/maps/@-12.5950348,-69.1959242,1075m/data=!3m1!1e3>

(Polímeros, 2010) explican que las arcillas expansivas sufren cambios de volumen debido a las variaciones en su humedad por infiltración. Cualquier construcción que descansa sobre este tipo de suelos experimentará deformaciones causadas por la expansión de la arcilla. Dichos movimientos se traducen en grietas sobre muros y el levantamiento de pisos; por esto, se buscan soluciones para reducir los cambios volumétricos de la arcilla.

(Ayala, 2017) por su parte, afirma que los suelos expansivos formados con gran cantidad de minerales de arcilla se caracterizan por la absorción y retención de agua, lo cual ayuda a que el volumen del mineral aumente y, una vez se seque, disminuya (retracción). Este fenómeno es perjudicial para la construcción: puede afectar la cementación de tramos en tanto podría ocasionar hundimiento.

(Lin D., 2008) realizaron un estudio por medio del cual se analizó el comportamiento de la ceniza incinerada proveniente de lodos (ISSA) en una mezcla 4:1 como estabilizador para mejorar la resistencia del suelo blando, cohesivo y de subrasante. Se realizaron pruebas del valor del pH, límites de Atterberg, la compactación, el California Bearing Ratio (CBR). La resistencia a la compresión mejoró entre 3 y 7 veces; el hinchamiento se redujo entre 10 y 60 %; y los valores de CBR mejoraron hasta 30 veces frente a las muestras no tratadas.

2.2. Formulación del Problema

2.2.1. Problema General

- a) ¿De qué manera la adición de cenizas de *Bertholletia excelsa* mejora el CBR de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022?

2.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Cómo la dosificación de cenizas de *Bertholletia excelsa* mejora los límites de Atterberg de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022?
- b) ¿Cómo la dosificación de cenizas de *Bertholletia excelsa* mejora la compactación de la subrasante arcillosa) en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022?
- c) ¿Cómo la dosificación de cenizas de *Bertholletia excelsa* mejora el CBR de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022?

2.3. Objetivos del Proyecto

2.3.1. Objetivo General

- a) Determinar de qué manera la adición de cenizas de *Bertholletia excelsa* mejora las propiedades geotécnicas de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022.

2.3.2. Objetivos Específicos

- a) Evaluar cómo la dosificación de cenizas de *Bertholletia excelsa* mejora los límites de Atterberg de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022.
- b) Evaluar cómo la dosificación de cenizas de *Bertholletia excelsa* mejora la compactación de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022.

c) Evaluar cómo la dosificación de cenizas de *Bertholletia excelsa* mejora el CBR de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022.

2.4. Justificación

Se justifica en que hoy en día se emplea muchos métodos de estabilización de suelos, sin embargo, para que ello ocurra se desgasta mucha materia prima o se explota las canteras, al ocurrir esto, se dañan paisajes y lo que ahora se debe la permanencia de la buscar es naturaleza.”

“Se necesita plantear alternativas que permitan el uso del suelo arcilloso para la construcción de carreteras en la zona de la selva ya que no se puede encontrar materiales granulares adecuados. Una de las alternativas que se ha venido utilizando es la estabilización tradicional, la cual usa como material a la cal para el mejoramiento de las propiedades mecánicas de los suelos arcillosos. Sin embargo, con el fin de encontrar otras alternativas de solución se puede plantear como material no tradicional de estabilización a la ceniza de cáscara de *Bertholletia excelsa*.

2.5. Limitantes de la Investigación

Existen pocas investigaciones de mejoramiento del CBR con adición de cenizas de cascara de castaña.

CAPÍTULO III

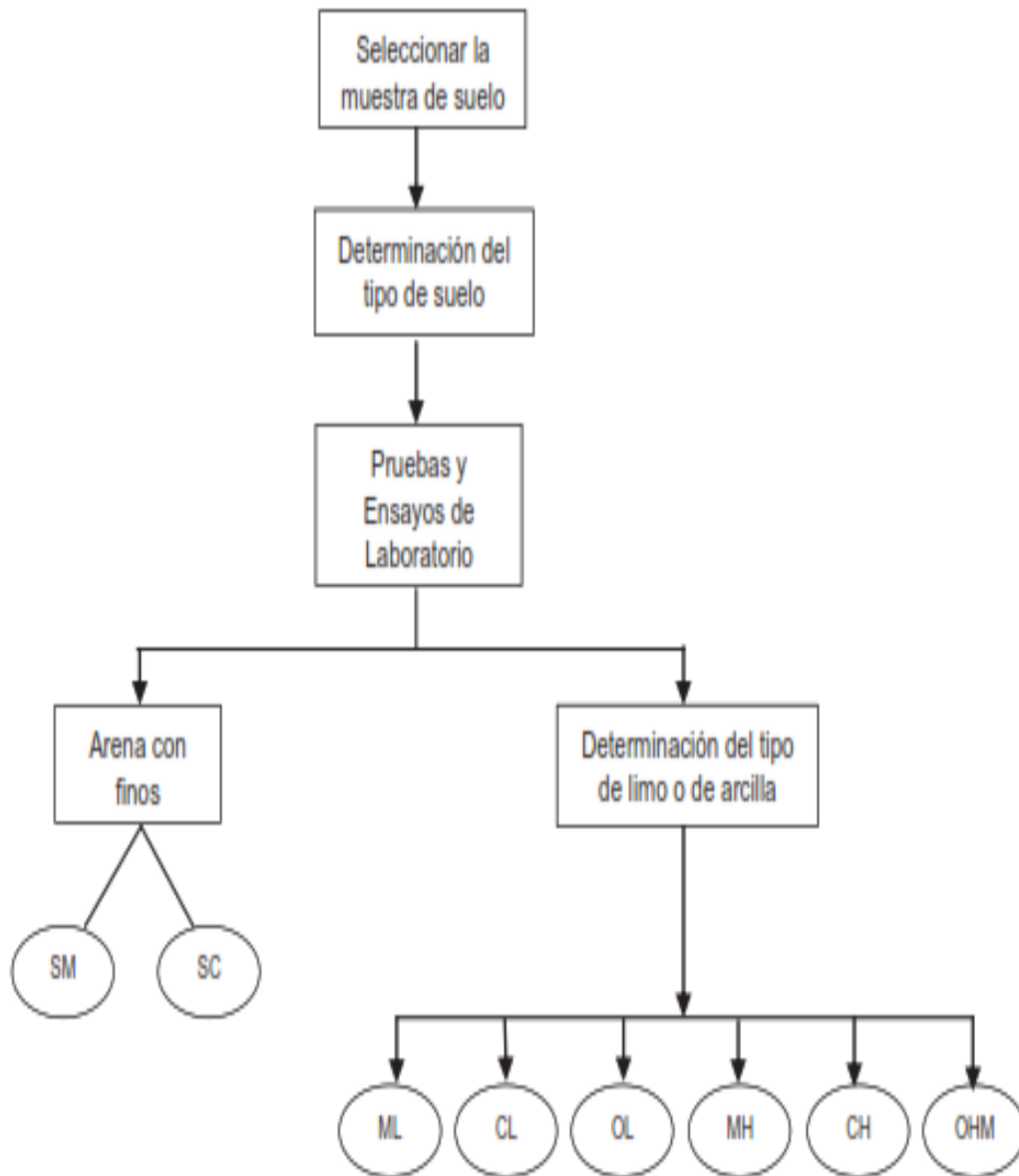
DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1. Descripción y Diseño del Proceso Desarrollado

Mejorar el CBR o estabilizar suelos es el proceso de cambiar sus propiedades físicas y mecánicas a través de procesos químicos (naturales o artificiales). Tales trabajos por lo general se realizan en suelos de subrasante inadecuado, y los insumos más usados son el cemento, la cal y el asfalto, en este caso usaremos ceniza de *Bertholletia excelsa* que se genera al incinerar la cascara de castaña. Así mismo para determinar la clase de estabilización de suelos es necesario fijar el tipo de suelo (limos, arcillas, arenas y gravas clasificación de suelos SUCS Y AASTHO)) existentes y mediante criterios geotécnicos establecer el método más adecuado.

Los elementos que se tienen para seleccionar el método más eficaz de estabilización son, el tipo de suelo a estabilizar, uso propuesto del suelo, tipo de aditivo estabilizador y disponibilidad del tipo de aditivo.

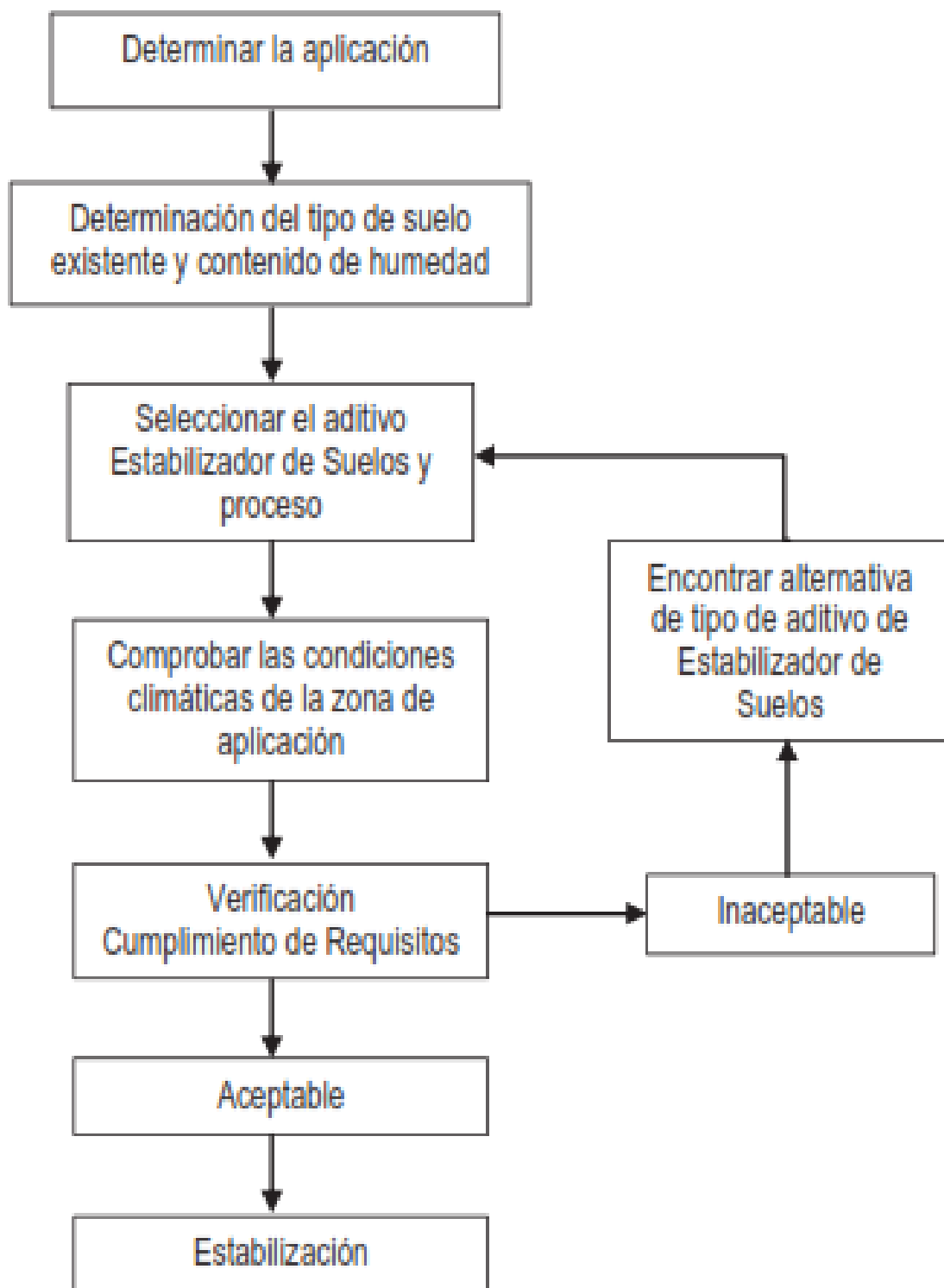
Ilustración 2 Proceso de Identificación de la subrasante



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos- Sección: Suelos y Pavimentos

En la siguiente imagen se resume un procedimiento para determinar el método más apto para el mejoramiento del CBR:

Ilustración 3 Proceso de Elección del Tipo de Mejoramiento del CBR



Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones- Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos-Sección: Suelos y Pavimentos

3.1.1. Requerimientos

El trabajo de suficiencia profesional se elaboró bajo normas nacionales para un óptimo desarrollo:

Tabla 2 Normatividad Aplicada en el Trabajo Suficiencia Profesional.

Normatividad	Descripción	Requerimientos
CE.010	Pavimentos Urbanos	Parámetros Técnicos Indicados en la norma.
R.D. N° 10-2014-MTC/14	Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos	Parámetros técnicos indicados en el manual.
R.D. N° 18-2014-MTC/14	Manual de Ensayo de Materiales	Parámetros técnicos indicados en el manual.

Fuente: Elaboración Propia-Normas peruanas

Cenizas de cascara de Bertholletia excelsa

La ceniza de cascara Bertholletia excelsa se reutiliza por contener alto contenido de sílice (SiO₂), que corresponde al 38.51%, este material es óptimo para la aplicación en la construcción.

Tabla 3 Materiales Puzolánicos

Clasificación De Puzolanas	
Naturales	Cenizas volcánicas Diatomita Materias sedimentarias de origen animal Materias sedimentarias de origen vegetal
Artificiales	Arcillas calcinadas Cenizas pulverizadas de carbón de piedra Cenizas de residuos agrícolas quemadas Cenizas volantes y humo de sílice.

Fuente: Chicaiza y Oña, 2018, p. 59.

La incineración que produce la ceniza de cascara de Bertholletia excelsa, se convierte en un nuevo material con alto contenido de sílice y algunos con propiedades

puzolánicas. Dichos materiales puzolánicos en su mayoría se componen fundamentalmente de sílice y el alumina, estos elementos tienen propiedades aglutinantes con la presencia de agua.

3.1.2. Cálculos

Para el trabajo de suficiencia profesional, se excavaron dos calicatas y se tomaron muestras alteradas las que se transportaron al laboratorio para su posterior procesamiento. La ejecución de ensayos para determinar sus parámetros geomecánicos de acuerdo a la norma CE:010 Pavimentos Urbanos con apoyo manuales del Ministerio de transportes y Comunicaciones.

Este análisis del suelo tiene como objetivo determinar las características físicas y mecánicas del suelo en el área de investigación pertinente para fines de cimentación, identificación y clasificación.

La mecánica de suelos se encarga del uso de normas y medios de mecánica e hidráulica aplicados a los problemas geotécnicos del terreno de soporte. Además, estudia las propiedades, comportamiento y uso de los suelos como material.

También, podemos decir que, al igual que la topografía, se trata de una ciencia que usa bases científicas para hacer su labor, razón por la cual es posible estudiar la estructura del suelo, sus deformaciones y el flujo de agua en su interior, tomando en cuenta que sea posible usar como material de construcción, para lo cual aplicaremos la normatividad de pavimentos urbanos como se describen a continuación.

Tabla 4 Normas de Ensayos de mecánica de suelos

Ensayo	Norma Nacional	Norma Internacional
Contenido de humedad	MTC E 108: Determinación Del Contenido De Humedad De Un Suelo. NTP 339.127.1998 (revisada el 2019): Contenido DE Humedad.	ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.
Granulometría	MTC E 107: Análisis Granulométrico De Suelos Por Tamizado NTP 339.128: Granulometría por tamizado 2019	ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.
Limites de Atterberg	NTP 339.129: suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos. MTC E 110: Determinación Del Limite Liquido De Los Suelos. NTP 339.129: SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.	ASTM D4318-17: Método de Ensayo Estándar para Límite Líquido, Límite Plástico E Índice De Plasticidad De Suelos.
Ensayo de Proctor	MTC E 111 Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos. NTP 339.141: Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m ³ (56 000 pie-lbf/pie ³)). MTC E 115: Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (proctor modificado)	ASTM D 1557: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort ((2 700 kN-m/m ³ (56 000 pie-lbf/pie ³)).
Ensayo de California Bering Ratio CBR	NTP 339.145-CBR: Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio MTC E 132: CBR de suelos (laboratorio)	ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Dimensionamiento

Descripción de la zona a ejecutar el proyecto, donde se desarrolló el presente trabajo de suficiencia profesional.

Tabla 5 Descripción de la zona de estudio

Distrito	Tambopata
Provincia	Tambopata
Región	Madre De Dios
Denominación De La Vía	Jirón Nicolás de Piérola
Topografía	plana
Tipo De Vía	Urbano
Longitud De Vía	156.41 m
Ancho De Vía	6.00 m
Tipo De Suelo	CL
Subrasante	Inadecuado ≤ 6

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. Equipos utilizados

Para ello se requirió lo siguiente:

- Moldes cilíndricos de acero con DI de 6", cuello alto de 2" y fondo perforado.
- Un disco espaciador, de metal, de forma circular, de 5 15/16" de diámetro exterior y de 2.1416 \pm 0.005" de espesor, para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- martillo o Pisón de compactación 10 lb. y altura de caída de 18".
- Prensa CBR, utilizada para forzarla penetración de un pistón en el espécimen.
- El tamaño del expansor debe incluir: placa de metal perforada / cada molde de 5 7/8" de diámetro con orificios de no más de 1/16" y un trípode cuyas patas puedan caber sobre el borde del molde. Pesas anulares de metal, masa total 4.54 \pm 0.02

kg. Diales con recorrido mínimo de 1". Recipiente para contener los moldes en agua.

- Horno termostático temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanzas, una con capacidad de 20 kg y otra 1000 g con una sensibilidad 1 g y 0.1 g, respectivamente.
- Otros de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel filtro del diámetro del molde, etc.

3.1.5. Conceptos Básicos

Sub-rasante: (MTC, 2001) afirma que la subrasante es el soporte directo de todos los componentes del pavimento y está rodeada por suelos seleccionados que cumplen con condiciones aceptables para el desempeño del pavimento.

Granulometría por tamizado: El análisis del tamaño de partículas determina la distribución de partículas de diferentes tamaños que componen el suelo. Para ello se utilizan tamices de diferentes tamaños.

El límite líquido: se refiere al contenido de humedad entre los límites del estado semilíquido y plástico, lo que permite que el suelo fluya cuando se activa una cierta cantidad de impacto, cubriendo y penetrando así la muestra de suelo.

Límite plástico: Es la menor cantidad de agua que corresponde al límite entre el estado plástico y semirrígido, el piso no permite deformarse sin romperse, donde el piso puede rodar en barras de hasta 3 mm. o 1/8" de diámetro.

Contenido de humedad: El contenido de humedad es una de las características más importantes a considerar al caracterizar una muestra de suelo, ya que esta prueba generalmente determina el porcentaje de agua en los poros del suelo.

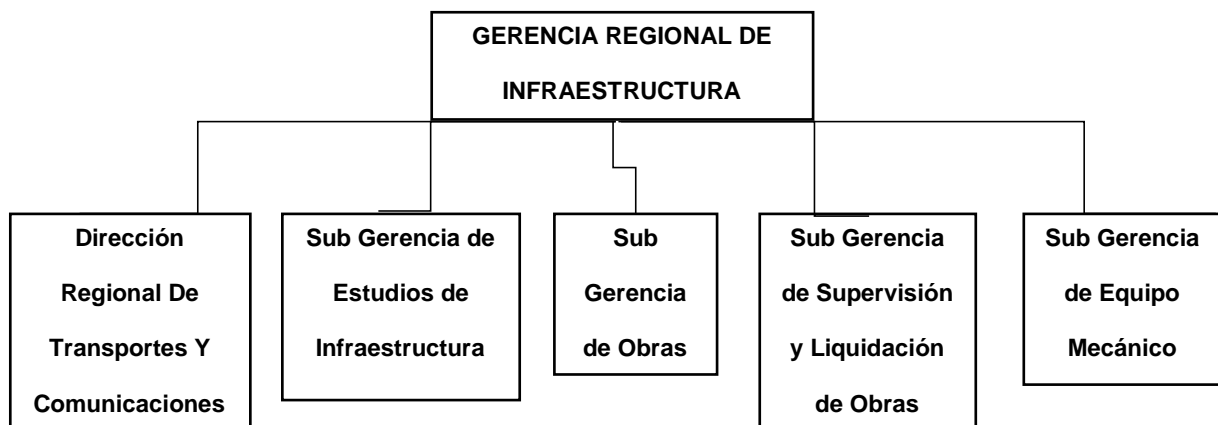
Proctor modificado: Con el Proctor modificado, es posible determinar la cantidad óptima de humedad a la que se alcanza la máxima densidad seca en una muestra de suelo compactado.

Índice CBR (California Bearing Ratio): Prueba, comúnmente conocida como índice CBR, consiste en determinar la deflexión del pavimento utilizando equipos de prueba. Originalmente, esta prueba se desarrolló antes de la Segunda Guerra Mundial y se utilizó para diseñar algunas superficies de carreteras. Actualmente, esta prueba ha sido modificada y estandarizada bajo los nombres AASHTO y SUCS.

3.1.6. Estructura

La institución pública forma parte del órgano del Gobierno Regional de Madre de Dios, contiene de varias Direcciones y Sub Direcciones cada uno con distintas funciones específicas.

Ilustración 4 Organigrama del GRI del GOREMAD



Fuente: GOREMAD

3.1.7. Elementos y funciones

Se detalla los elementos y funciones para cada uno en el presente proyecto:

Gerencia regional de infraestructura, Representado por el gerente regional de infraestructura, es el responsable de la planificación, conducción, coordinación, supervisión y control de procesos técnicos inherentes a la ejecución de obras consignadas en el plan de inversiones, así como la supervisión y liquidación de obras.

Subgerencia de Estudios de infraestructura, Representado por el sub gerente de estudios de infraestructura, es responsable de la planificación, conducción, coordinación, supervisión y control de la formulación y ejecución de los proyectos de desarrollo en el departamento de Madre de Dios.

Técnico En Ingeniería II, Responsable del apoyo técnico en la ejecución de Obras.

Técnico En Laboratorio II, Es responsable de los análisis de las muestras para la ejecución de obras de infraestructura.

3.1.8. Planificación del proyecto

Cronograma de Actividades.

Tabla 6 Cronograma deActividades

Actividdes	AÑO 2022		
	Octubre	Noviembre	Diciembre
Visita a la Vía			
Ejecución de calicatas Ensayos de suelos			
Tratamiento del problema			
Desarrollar la función del trabajo			
Preparación Laboral para la adaptación laboral			
Observación del trabajo de Suficiencia profesional			
Elaboración del trabajo			
Aprobación del trabajo de suficiencia profesional			

Fuente: elaboración propia.

3.1.9. Servicios y Aplicaciones

Determinación de las Características de la sub rasante (Investigación In-situ)

Los técnicos llevaron a cabo el trabajo de campo, organizando sus tiempos para la obtención de muestras. Como resultado, se excavaron dos calicatas con una profundidad máxima de un metro cincuenta por debajo del nivel de sub rasante planteado, la ubicación aleatoria permitió caracterizar el tipo de suelo en el área de estudio y recopiló la suficiente cantidad de muestras de suelo alterado para hacer pruebas en laboratorio y determinar las propiedades físicas y mecánicas.

Los registros relacionados muestran las características físicas y mecánicas del material extraído. No había evidencia de la capa freática.

Tabla 7 Cuadro de calicatas

N° Calicata	Profundidad (m)	Nivel freático
C - 01	0.00 – 1.50	No se encontró
C - 02	0.00 – 1.50	No se encontró

Fuente: Fuente elaboración propia

Ensayos de Laboratorio:

Contenido de humedad; Técnica establecida en el método de ensayo para establecer el contenido de humedad de un suelo.

Tabla 8 Resultados de Ensayo de contenido de Humedad

Calicata	Suelo (Humedad Natural %)
C-01	19.85 %
C-02	21.08 %

Fuente: Elaboración propia

Análisis granulométrico; Procedimiento para definir cuantitativamente la porción de tamaños de partículas. De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

Tabla 9 Clasificación de Suelos Según Tamaño de Partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm Arena media: 2.00 mm – 0.425mm Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
Fino	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección suelos y pavimentos

Tabla 10 Distribución granulométrica y clasificación de Suelos

<i>Suelo Natural</i>			
<i>Calicata</i>	C-1		C-2
<i>Nro. 4</i>	100%		100%
<i>Nro. 10</i>	98%		98%
<i>Nro. 20</i>	96%		96%
<i>Nro. 40</i>	93%		95%
<i>Nro. 200</i>	79%		68%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11 Clasificación de Suelos

<i>Suelo Natural</i>		
<i>Calicata</i>	C-1	C-2
<i>SUCS</i>	<i>CL</i>	<i>CL</i>

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5 Curva Granulométrica- C-01

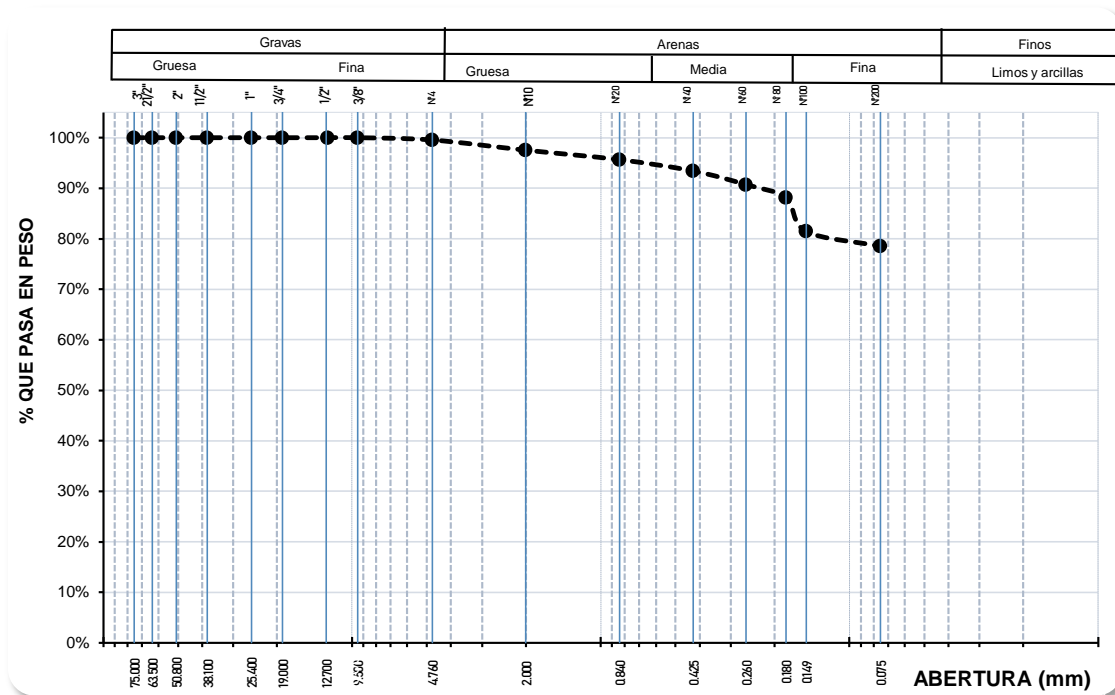
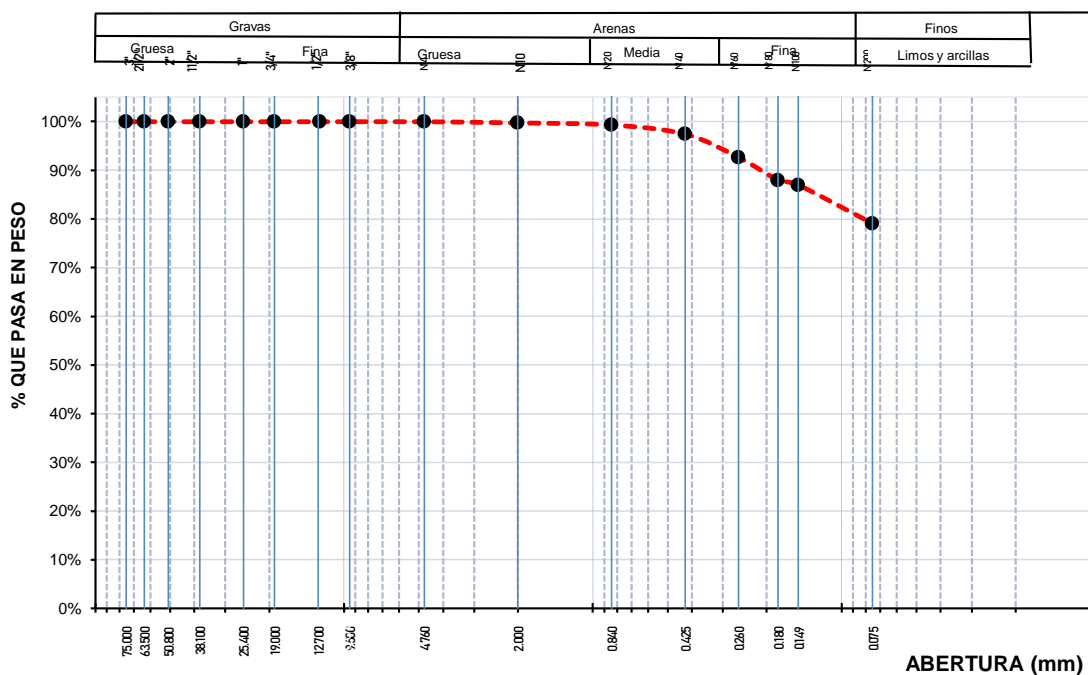


Ilustración 6 Curva Granulométrica- Suelo Natural C-02



Límites de Atterberg; Los límites de los contenidos de humedad que caracterizan los cuatro estados de consistencia de un suelo de grano fino: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado semilíquido o viscoso.

Limite Líquido De Suelos; Esta es la cantidad de humedad, expresada en porcentaje, en la que el suelo se encuentra en el límite entre el estado líquido y plástico. Se denomina arbitrariamente la cantidad de humedad a la que el surco dividido en dos de la masa de tierra se cubre a lo largo de su parte inferior en una distancia de 13 mm (1/2 pulgada) cuando Casagrande lanza la pala 25 veces desde una altura de 1, cm. con dos gotas por segundo.

Limite Plástico De Suelos; Establecer en el laboratorio el límite plástico de un suelo (LP) mediante el rolado del suelo sobre una superficie rugosa (vidrio esmerilado). Para medir la pérdida de contenido de humedad.

Índice de plasticidad; El cálculo del índice de plasticidad (I.P.) se determina con la diferencia del límite líquido y límite plástico.

En este sentido, el suelo se puede clasificar según el índice de plasticidad de la siguiente manera:

Tabla 12 Clasificación del suelo según el índice de plasticidad

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

Fuente: MTC

Tabla 13 Resultados ensayo de límites de consistencia

Ensayo	Suelo Natural	
<i>Calicata</i>	C-01	C-02
<i>Limite líquido (%)</i>	36.96	38.19
<i>Limite plástico (%)</i>	23.57	19.50
<i>Índice de plasticidad</i>	13.39	18.69

Fuente: Elaboración propia

Ensayo de Proctor; Ensayo para la compactación del suelo en laboratorio aplicando una energía modificada ($2\,700\text{ kN}\cdot\text{m}/\text{m}^3$ ($56\,000\text{ pie}\cdot\text{lbf}/\text{pie}^3$)). Modo de compactación usado en Laboratorio, para hallar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos.

Tabla 14 Resultados ensaye de Proctor Modificado

Parámetros	Suelo Natural	
Calicata	C-1	C-2
Óptimo Contenido de Humedad (%)	16.82	16.51
Máxima Densidad Seca (g/cm^3)	1.81	1.80

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7 Curva de Compactación de Suelo C-01

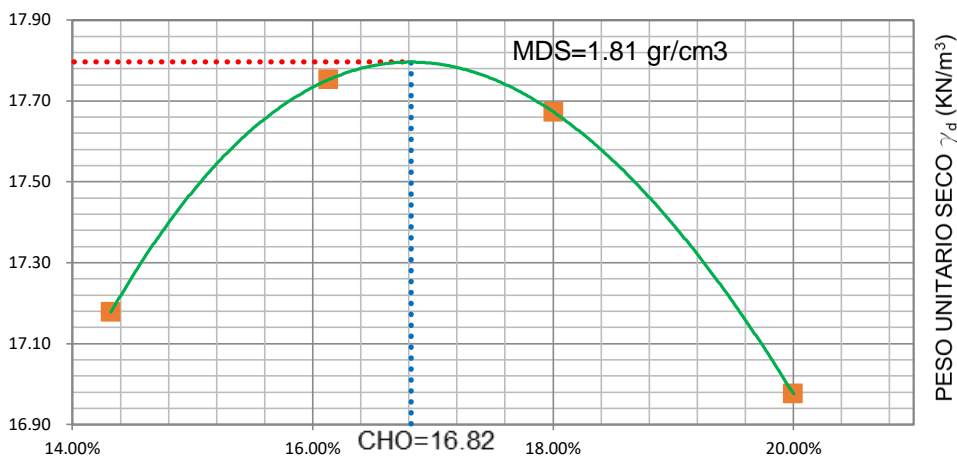
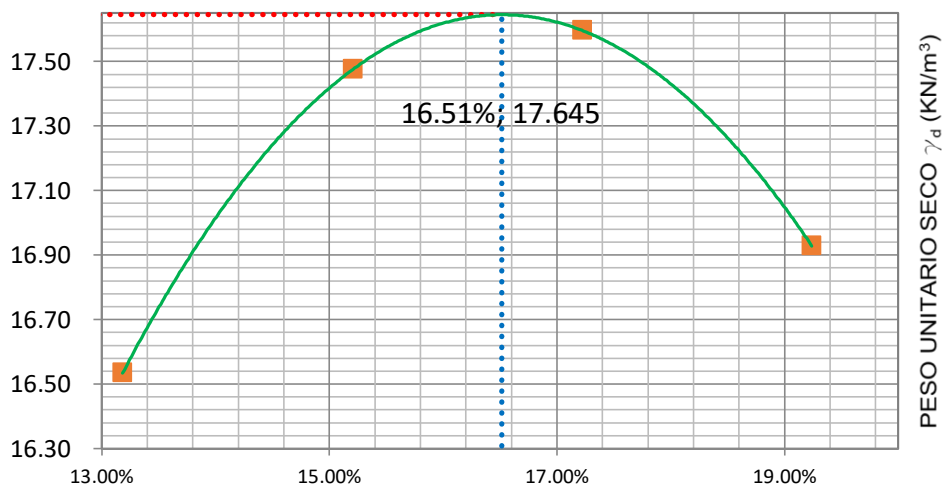


Ilustración 8 Curva de Compactación de Suelo C-02



Ensayo de CBR; El ensayo CBR (California Bearing Ratio) se realiza habitualmente sobre suelo preparado en el laboratorio bajo condiciones de humedad y densidad. Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante.

Tabla 15 Índice de CBR

Categorías de Sub rasante	CBR
S0: Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Elaboración MTC

Tabla 16 Resultado del Ensayo de CBR

Parámetros	Suelo Natural	
Calicata	C-1	C-2
CBR (95 %)	5.92	5.67

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9 Índice de CBR de Suelo C-01

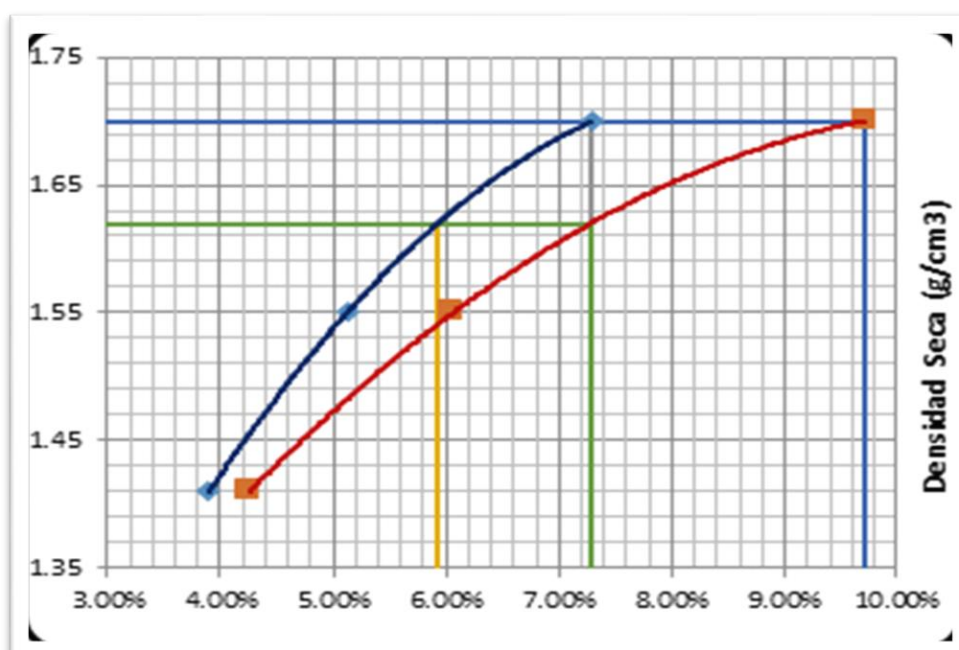
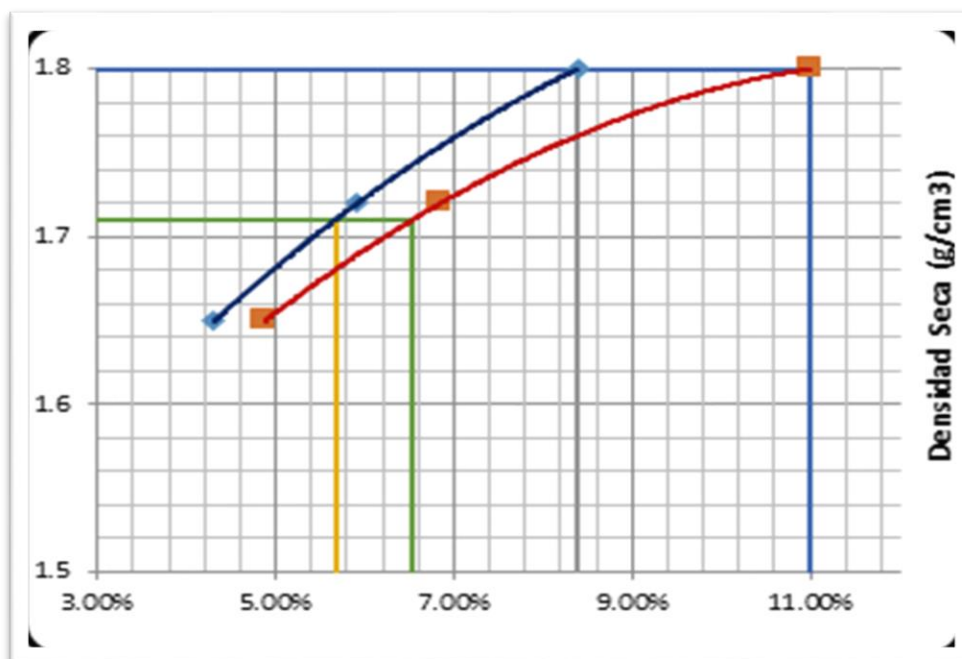


Ilustración 10 Índice de CBR de Suelo C-02



De los resultados obtenidos en adición de ceniza de cascara de *Bertholletia excelsa*.

Tabla 17 Resultados para calicata C-01

Categorías de Sub rasante	Suelo + adición de ceniza de cascara de <i>Bertholletia excelsa</i>
Limite liquido (%)	33.61
Limite plástico (%)	21.30
Índice de plasticidad	12.31
Óptimo Contenido de Humedad (%)	1.900
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	18.636
Índice de CBR (95 %)	7.98

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18 Resultados para calicata C-02

Categorías de Sub rasante	Suelo + adición de ceniza de cascara de <i>Bertholletia excelsa</i>
Limite liquido (%)	35.87
Limite plástico (%)	17.89
Índice de plasticidad	17.98
Óptimo Contenido de Humedad (%)	1.920
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	18.796
Índice de CBR (95 %)	7.69

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO IV

DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Tipo y diseño de Investigación

(Lozada, 2014) Investigación aplicada, porque busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

4.2. Método de Investigación

(Abreu, 2014) Método deductivo. “Permite determinar las características de una realidad particular que se estudia por derivación o resultado de los atributos o enunciados contenidos en proposiciones o leyes científicas de carácter general formuladas con anterioridad. Mediante la deducción se derivan las consecuencias particulares o individuales de las inferencias o conclusiones generales aceptadas”

4.3. Población y Muestra

La población de nuestro estudio no se corresponde con la definición de población de investigación, ya que analiza cómo cambia con la adición de ceniza de *Bertholletia excelsa* a la estabilidad del suelo. del Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios.

La muestra obtenida de Dos calicatas para la estabilización del suelo arcilloso del Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios.

- **Población:**

Se realiza un conjunto de especificaciones en esta investigación evaluará la zona que presenta un suelo de CBR inadecuado.

- **Muestra.**

Para la siguiente investigación, la muestra está determinado por el tipo de suelo a estabilizar, realizando el mejoramiento del CBR con la adición de ceniza de cascar de *Bertholletia excelsa*.

4.4. Lugar de Estudio

El lugar del Estudio se encuentra en el Jr. Nicolás de Piérola entre el Jr. La Libertad y prolongación Av. Tambopata, es una vía secundaria que tiene 156.41 m de longitud. Donde se encuentra subyacentes suelos arcillosos inorgánicos de baja a media plasticidad (CL), de consistencia suave a media plasticidad, de los suelos Residuales ligeramente húmedas de la Formación Madre de Dios.

4.5. Técnica e Instrumentos para la recolección de la información

Por el tipo y nivel de investigación, la técnica empleada para la recolección de información será la observación

Herramientas utilizadas son:

- Ficha de observación
- Ensayos de laboratorio.

4.6. Análisis y Procesamiento de datos

Tabla 19 Matriz de consistencia

Título: Propiedades geotécnicas de la subrasante arcillosa estabilizada con cenizas de cascara de <i>Bertholletia excelsa</i> en el Jr. Nicolas de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022		
PROBLEMA	OBJETIVOS	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿De qué manera la adición de cenizas de <i>Bertholletia excelsa</i> mejora el CBR de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: ¿Cómo la dosificación de cenizas de <i>Bertholletia excelsa</i> mejora los límites de Atterberg de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022? ¿Cómo la dosificación de cenizas de <i>Bertholletia excelsa</i> mejora la compactación de la subrasante arcillosa) en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022? ¿Cómo la dosificación de cenizas de <i>Bertholletia excelsa</i> mejora la CBR de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar de qué manera la adición de cenizas de <i>Bertholletia excelsa</i> mejora las propiedades geotécnicas de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS Evaluar cómo la dosificación de cenizas de <i>Bertholletia excelsa</i> mejora los límites de Atterberg de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022. Evaluar cómo la dosificación de cenizas de <i>Bertholletia excelsa</i> mejora la compactación de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022. Evaluar cómo la dosificación de cenizas de <i>Bertholletia excelsa</i> mejora la CBR de la subrasante arcillosa en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata, Madre De Dios 2022.</p>	<p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: • Experimental.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: • Explicativo.</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: • Aplicada.</p> <p>POBLACIÓN: Por el tipo, nivel y diseño no corresponde identificar la población de estudio</p> <p>MUESTRA: 02 calicatas del Jr Nicolás de Piérola, distrito de Tambopata</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOJO DE DATOS Técnica: Observación. Instrumento: Ficha de observación.</p> <p>TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE DATOS Estadística descriptiva e inferencial.</p>
Fuente: Elaboración Propia		

CAPÍTULO V:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La adición de ceniza de cascara de *Bertholletia excelsa* de 20% con $IP=13.39$ y 18.69 , reduce la plasticidad $IP = 12.31$ y 17.98 disminuyendo su plasticidad, El suelo de la subrasante del estudio, dan valores del IP obtenidos nos indican la clasificación del suelo medianamente plástico.

Se estableció que la adición de cenizas de cascara de *Bertholletia excelsa* en 20% influye en las propiedades de compactación y aumentan la densidad seca máxima y el contenido de humedad optimo mejorando la resistencia de la sub rasante en el Jr. Nicolás de Piérola, distrito Tambopata, Madre De Dios 2022. Es decir que el elemento utilizado es un agente estabilizador, que optimiza las propiedades geotécnicas en suelos arcillosos.

Ensayo CBR, se probó que al aumentar la ceniza de cascara de *Bertholletia excelsa* en 20% mejora la estabilidad del suelo arcilloso el uso como subrasante llegando a aumentar los valores del CBR 7.98% y 7.69% en relación con el suelo natural.

5.2. Recomendaciones

Se sugiere ejecutar análisis químico de las cenizas cascara de *Bertholletia excelsa*, para conocer sus propiedades físico químicas, además de realizar pruebas con diferentes dosificaciones para evaluar la influencia de estos en las sub rasantes inadecuadas ($CBR < 6$).

Es conveniente tomar aditivos en diferentes proporciones y estudiar el comportamiento de diferentes tipos de suelo, porque el suelo como subrasante muestra propiedades mejoradas.

Se sugiere investigar y evaluar la posibilidad técnica-económica de la utilización de cenizas de cascara de *Bertholletia excelsa*.

CAPÍTULO VI:

GLOSARIO DE TÉRMINOS y REFERENCIAS

6.1. Glosario de Términos

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.

DG: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras.

EM: Manual de Ensayo de Materiales para la Construcción de Carreteras. Manual de Dispositivos de control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

SI: Sistema Internacional de Unidades (Sistema Métrico Modernizado).

Subrasante: Es la capa de suelo sobre el movimiento de tierras que conforma el pavimento, y su principal función es darle un soporte adecuado. Transporte público: Personas, coches y animales se mueven por las carreteras

Relaciones Humedad/Densidad (Proctor): Humedad vs. P.U. de suelos compactados.

CBR: Índice de capacidad de soporte de suelos (California Bering Ratio)

6.2. Libros

Ministerio de vivienda construcción y Saneamiento. (2010). Norma CE.010 Pavimentos urbanos de Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):

http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf

Ministerio de transportes, Comunicaciones. Manual de ensayo de Materiales. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

Ministerio de Transportes y comunicaciones (2013). Manual de carreteras:

Especificaciones técnicas generales para construcción de Carreteras-EG-2013. Lima, Perú.

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20\(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013\).pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-01-13%20Especificaciones%20Tecnicas%20Generales%20para%20Construcci%C3%B3n%20-%20EG-2013%20-%20(Versi%C3%B3n%20Revisada%20-%20JULIO%202013).pdf)

Norma E.050, Suelos y Cimentaciones (2018).

<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/222983-406-2018-vivienda>

BRAJA M. DAS, Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4a. ed. México, edit. Sergio R. Cervantes González, 2013, pp 658. ISBN: 978-607-519-373-1 Carrillo, A. (1997). Diseño geotécnico en los suelos de la selva. Geotecnia de los suelos peruanos. Artículo 6, parte 1. Conferencia Especial, Lima, Perú.

Mecánica de suelos, Fundamentos de la mecánica de suelos Tomo 1, Eulalio Juárez Badillo & Alfonso rico Rodríguez. Editorial Limusa S de CV. Grupo Noriega editores Malderias 95, Mexico DF, 2005.

Abreu, J. L. (2014). El método de la investigación Research Method. Daena: International Journal of Good Conscience, 9(3), 195-204.

Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., & Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. Editorial McGraw Hill.

6.3. Electrónica

Ayala G., y Terreros C. (2017) Estabilización y control de suelos expansivos utilizando polímeros. Samborondon, Ecuador: Universidad de Especialidades Espíritu Santo (uees), pp. 1-115, [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/1945>

Castro Cuadra, A. F. (2017). Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Ingeniería). <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/10054>

Chicaiza Estévez, E. A., & Oña Oña, F. J. (2018). Estabilización de arcillas expansivas de la provincia de Manabí con puzolana extraída de ceniza de cascarilla de arroz (Bachelor's thesis, Quito, 2018.). <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/19624>

Gálvez Reyes, P. M. D. R., & Santoyo Villegas, J. K. (2019). Estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante con ceniza de cascara de arroz, carretera Yanuyacu bajo–señor cautivo. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil] Cajamarca: iUniversidad iNacional ide iJaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/232>

Gamarra Marino, B. M. (2021). Mejoramiento de suelos arcillosos mediante estabilización química, una revisión de la literatura científica de los últimos 10 años. (Trabajo de investigación). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/25901>

Guía Yucra, M. J. (2021). Mejoramiento de subrasante mediante la adición de Ceniza de Quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil] Lima: Universidad César Vallejo <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63841>

Hernández J., Horta J., Castaño V., Coronado A., y López A. (2010) Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. Revista Iberoamericana de Polímeros, vol. 11, n.º 3, pp. 159-168, 2010 [En línea]. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=3694127>.

Hernández García, A. F., & Herrera Vargas, M. F. (2019). Análisis de la relación de soporte y resistencia a la compresión de un suelo arcillo-limoso en la vereda de Liberia del municipio de Viotá Cundinamarca estabilizado con ceniza de cascarilla de café. (tesis de pregrado). Universidad La Salle, Colombia https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/521

Lin D., y Li Chen. (2008) Tratamiento de estabilización de suelos blandos de subrasante mediante cenizas y cemento de lodos cloacales, Journal of Hazardous Materials, vol. 162, N° 1, pp. 321-32. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.05.060>.

Lozada, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 3(1), 47-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Monteza Reymundo, F. E. (2021). Estabilización de la subrasante con el uso de cenizas de cáscara de coco en la calle Juan Velasco, Carabayllo-2021. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil] Lima: Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82797>

Nath B., Molla M., Ali K. y Sarkar G. (2017). Estudio del comportamiento resistente de suelos orgánicos estabilizados con cenizas volantes. Avisos de investigación académica internacional, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/5786541>

Prasanna, S. y Kumar, P. (2017). Refuerzo del suelo con ceniza de cáscara de coco: un estudio de caso del suelo de la India. Revista de Ingeniería Civil y Construcción, 6 (2), 73-78. <http://xpublication.com/index.php/jcec/article/view/37/36>

Viera, P., & Chicaiza, C. (2018). Uso De Residuos Cerámicos Como Sustituto Del Cemento Para Fabricación De Morteros. Ciencia, 20(1), 34-44. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/ciencia/article/view/554>

CAPÍTULO VII:

ÍNDICES

1.1. Índices de Tablas

Tabla 1 Trabajos similares	12
Tabla 2 Normatividad Aplicada en el Trabajo Suficiencia Profesional.	22
Tabla 3 Materiales Puzolánicos	22
Tabla 4 Normas de Ensayos de mecánica de suelos	24
Tabla 5 Descripción de la zona de estudio.....	25
Tabla 6 Cronograma deActividades	28
Tabla 7 Cuadro de calicatas	29
Tabla 8 Resultados de Ensayo de contenido de Humedad	29
Tabla 9 Clasificación de Suelos Según Tamaño de Partículas	30
Tabla 10 Distribución granulométrica y clasificación de Suelos	30
Tabla 11 Clasificacion de Suelos	30
Tabla 12 Clasificación del suelo según el índice de plasticidad	32
Tabla 13 Resultados ensayo de límites de consistencia	32
Tabla 14 Resultados ensaye de Proctor Modificado	33

Tabla 15 Índice de CBR	34
Tabla 16 Resultado del Ensayo de CBR	34
Tabla 17 Resultados para calicata C-01	35
Tabla 18 Resultados para calicata C-02	35
Tabla 19 Matriz de consistencia.....	39
Tabla 20 Total del costo de Investigación	50

1.2. Índice de Fotos

Foto 1 Mapa de Ubicación Del Jirón Nicolás de Piérola.....	15
Foto 2 Estabilización Química.....	74
Foto 3 Excavación de Calicatas y Muestreo.....	74
Foto 4 Foto de ensayos en laboratorio.....	75

1.3. Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Sistema Vial de Tambopata (Puerto Maldonado).....	15
Ilustración 2 Proceso de Identificación de la subrasante.....	20
Ilustración 3 Proceso de Elección del Tipo de Mejoramiento del CBR	21
Ilustración 5 Organigrama del GRI del GOREMAD.....	27
Ilustración 6 Curva Granulométrica- C-01	31
Ilustración 7 Curva Granulométrica- Suelo Natural C-02.....	31

Ilustración 9 Curva de Compactación de Suelo C-01	33
Ilustración 10 Curva de Compactación de Suelo C-02	33
Ilustración 11 Índice de CBR de Suelo C-01	34
Ilustración 12 Índice de CBR de Suelo C-02	35

CAPÍTULO VIII:

ANEXOS

ANEXO 1 – Costo Total de la Investigación e Instalación del Proyecto Piloto.

Tabla 20 Total del costo de Investigación

Ítem	ACTIVIDADES	COSTO S/.
01	Acopio del trabajo de investigación	300
02	Asesoría	750
03	Ejecución de trabajo de campo y laboratorio	2000
04	Trabajo elaborado en gabinete	300
05	Redacción del trabajo de suficiencia	250
06	Presentación del trabajo de suficiencia	1000
COSTO TOTAL		S/. 4,600

Fuente: Elaboración Propia.

ANEXO 2 – Ensayos de suelo

Obra Y/O Proyecto	“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”							
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ							
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	01		Profundidad:	1.5	m	
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478496	N: 8607420	Capa/Nivel:	UNICA		
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por :	E. G.					
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestreo:	lunes, 19 de Setiembre de 2022					

LABORATORIO DE SUELOS							
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339,127, MTC E 108, ASTM D 2216.							
Obra Y/O Proyecto	"MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022"						
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ						
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	01		Profundidad:	1.50 m	
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478496	N: 8607420	Capa/Nivel:	UNICA	
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por :	E. G.		Ensayado por:	C. A.	
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestreo:	19 de Setiembre de 2022		Fecha de Ensayo:	20 de Setiembre de 2022	
Tipo De Muestra:	Ateradas	Tipo De Suelo:	Inorganico	Uso de Material:	Sub Rasante	Tamaño Máximo:	N°4
Descripción Visual - Manual:					Mét. De Secado:	Horno a 110 +/-5°C	
Preparación De Muestra:	Mét. C: Pilas cónicas (agregado fino húmedo)				Mét. De Ensayo:	B	
	Número de Muestra:						
	Número de Ensayo:	1	2	3			
	Número de Pomo:	10	24	11			
	Masa Pomo (g)	38.00	25.00	38.00			
	Masa de Suelo húmedo+Pomo (g)	148.00	126.00	129.00			
	Masa de Suelo Seco+Pomo (g)1	130.00	109.00	114.00			
	Masa de Suelo Seco+Pomo (g)2	130.05	109.20	113.90			
	Masa de Suelo ¹	92.00	84.00	76.00			
	Masa de Suelo ²	92.05	84.20	75.90			
	Masa de Agua	18.00	17.00	15.00			
	Contenido de Humedad (%)	19.57	20.24	19.74			
	Contenido de Humedad Promedio (%):	19.85					
	Contenido de Humedad (%)						
	<p>A 3D bar chart titled 'Contenido de Humedad (%)' showing the moisture content for three different samples. The vertical axis (y-axis) ranges from 19.20 to 20.40 in increments of 0.20. The horizontal axis (x-axis) represents the three samples. The first bar (blue) has a value of 19.57, the second bar (red) has a value of 20.24, and the third bar (green) has a value of 19.74. The bars are arranged from left to right in the order of their values.</p>						

LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422, AASHTO T-88

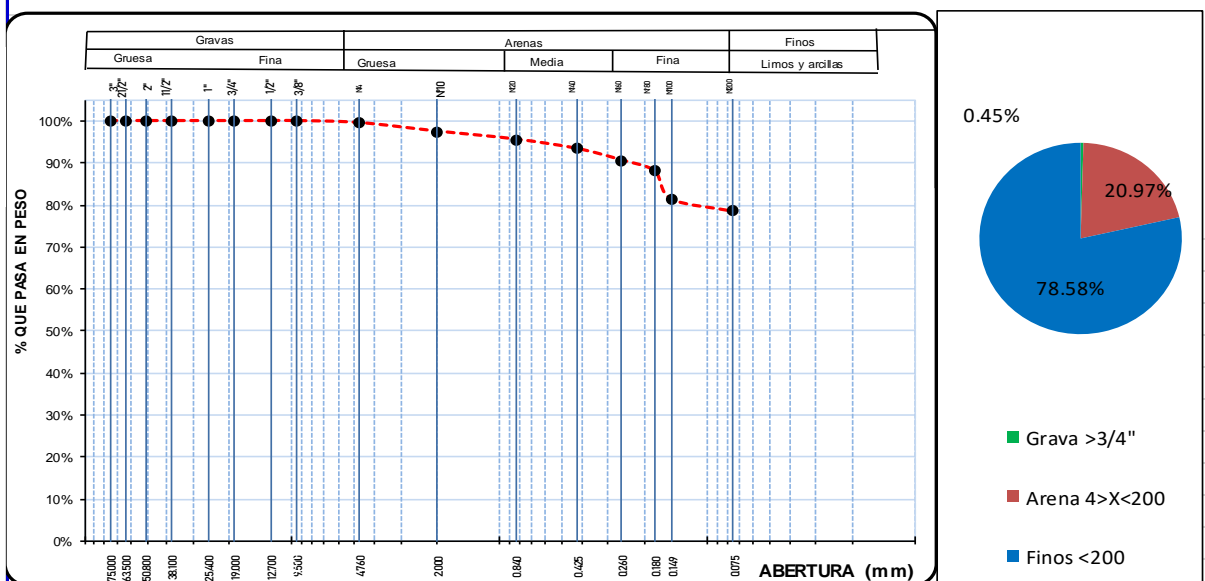
OBRA	“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”
-------------	--

Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ		
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	01
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478496 N: 8607420
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por :	E. G.
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestreo:	19/09/2022
		Profundidad:	1.50 m
		Capa/Nivel:	UNICA
		Ensayado por:	C. A.
		Fecha de Ensayo:	23/09/2022

Preparación Muestra:	Temperatura Ambiente	Método De Tamizado	Manual	Tamaño máximo	Nro. 4
Mét. de ensayo usado	Tamizado simple "B"	Tipo De Suelo	Inorganico		
Mét. de secado	Horno a 110 +/-5 Grava >3/4 0.00%	Arena 4>X<21	21.42%	Finos >200	78.58%
Equipos usados:	- Juego de tamices y Tamizador		- Balanzas	- Horno	
Clasif. Visual - manual					

Criba	ABERT. mm.	MASA RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q' PASA	SPECIFICACIO	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3In	75.000	-	-	-	100%		MASA TOTAL	663.27	gr
2 1/2In	63.500	-	-	-	100%		HUMEDAD	19.8	%
2In	50.800	-	-	-	100%		MASA TOTAL	532	gr
1 1/2In	38.100	-	-	-	100%		MASA LAVADO	114	gr
1In	25.400	-	-	-	100%		MASA FINO	417.73	gr
3/4In	19.000	-	-	-	100%		D10		mm
1/2In	12.500	-	-	-	100%		D60		mm
3/8In	9.500	-	-	-	100%		D30		mm
Nro. 4	4.760	2.40	0.45%	0.45%	100%		Cu		
Nro. 10	2.000	10.70	2.01%	2.46%	98%		Cc		
Nro. 20	0.840	10.00	1.88%	4.35%	96%		LIMITE LIQUIDO:	36.96	%
Nro. 40	0.425	11.80	2.22%	6.56%	93%		LIMITE PLASTICO:	23.57	%
Nro. 60	0.260	14.40	2.71%	9.27%	91%		IND. PLASTICO:	13.39	%
Nro. 80	0.180	13.90	2.61%	11.89%	88%		CLASIF.SUCS	CL	
Nro. 100	0.149	35.30	6.64%	18.53%	81%		CLASIF.AASHTO	A-6 (9)	
Nro. 200	0.075	15.40	2.90%	21.42%	79%				
CAZUELA	-	417.73	78.58%	100%	0%		CBR	5.92	%

CURVA GRANULOMETRICA



LABORATORIO DE SUELOS

LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA Nº 40 NTP 339.129, ASTM D4318

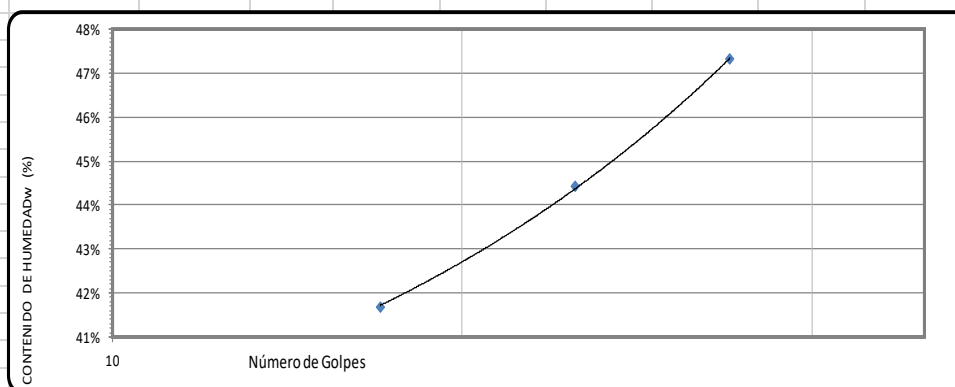
Proyecto Y/O Obra "MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022"

Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGARUIZ						
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA		Nº Calicata:	01		Profundidad:	3,00 m
Provincia:	TAMBOPATA		Coordenadas UTM E:	0478496	N: 8607420	Capa/Nivel:	UNICA
Distrito:	TAMBOPATA		Muestreado por:	E. G.		Ensayado por:	C. ALMIRON
Región:	MADRE DE DIOS		Fecha de muestre	19 de Setiembre de 2022		Fecha de Ensayo:	28 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra: **Alteradas** Tipo De Suelo: **Inorganico** Uso de Material: **Sub Rasante** Tamaño máxím: **Nº4**
 Descripción Visual - Manual: Mét. de secado: **Horno a 110 +/-5°C**
 Preparación De Muestra: **Mét. C: Pilas cónicas (agregado fino húmedo)**

LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS MTC E 110

Pomo	T-44	T-35	T-38		
Masa Pomo(g)	25.10	24.97	25.41		
Masa Pomo+Suelo húmedo (g)	44.76	44.45	49.02		
Masa Pomo+Suelo Seco (g)1	39.23	39.17	42.87		
Masa Pomo+Suelo Seco (g)2	39.22	39.18	42.90		
Contenido de Humedad(%)	39.14%	37.18%	35.22%		
Nro. de Golpes	35	26	19		



Límite Líquido (LL) 36.96

LIMITE PLÁSTICO (L.P.) E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) MTC E 111

Pomo	16	21		
Masa Pomo(g)	25.14	24.58		
Masa Pomo+Suelo húmedo (g)	31.70	31.97		
Masa Pomo+Suelo Seco (g)1	30.44	30.57		
Masa Pomo+Suelo Seco (g)2	30.46	30.60		
Contenido de Humedad(%)	23.77	23.37		
Cantidad mínima requerida 6g	¡Cumple!	¡Cumple!		

Límite Plástico (LP): 23.57



RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO (LL)	36.96
LÍMITE PLÁSTICO (LP)	23.57
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP)	13.39

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

OBRA

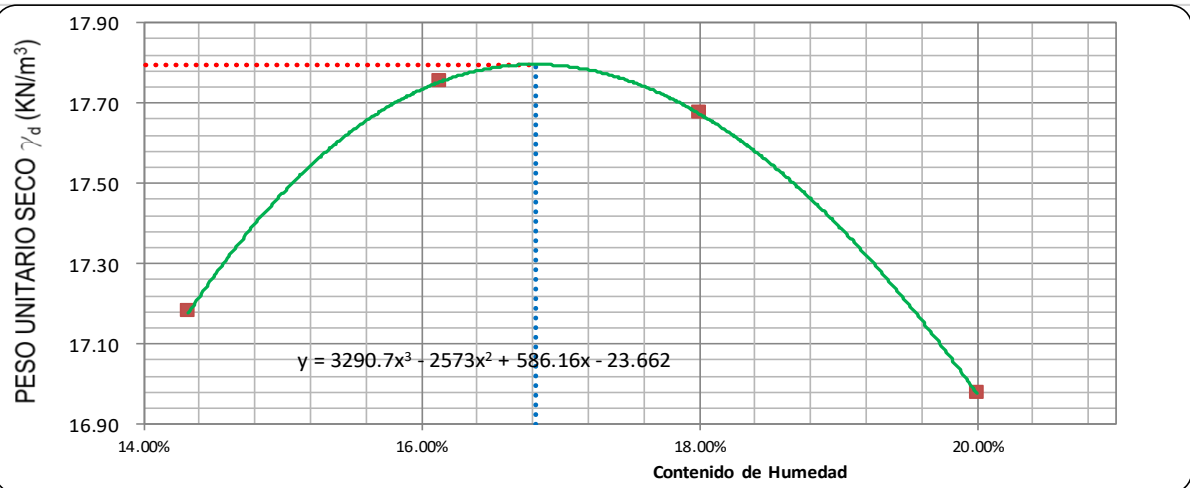
“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”

Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ		
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	01
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478496 N: 8607420
Distrito:	TAMBOPATA	Profundidad:	1.50
Región:	MADRE DE DIOS	Capa/Nivel:	UNICA
Fecha de Ensayo:	3/10/2022	Muestreado por :	E. G.
Ensayado por:	C. A.	Fecha de muestreo:	19/09/2022

Descripcion Visual					
Tamaño Maximo:	2"	Método de Ensayo	Método C	Metodo de prep	Mét. B: Cuarteo Manual
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.00%	Fraccion de ensayo:	100.00%	%W Fracion de Sobretamaño:	0.00%
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.00%	Humedad de Recepcion	19.85		
% Ret. Tamiz N° 4:	0.45%	Fracion de Sobretamaño	0.00%		

Test N°	1	2	3	4
Nro. Capas:	5	5	5	5
Nro. Golpes:	25	25	25	25
Masa Suelo + Molde (g)	10186	10397	10448	10344
Masa Molde (g)	5956	5956	5956	5956
Masa Suelo Compactado (g)	4230	4441	4492	4388
Volumen Del Molde (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
Densidad Húmeda (g/cm ³)	2.00	2.10	2.13	2.08
Humedad & Densidad Seca				
Pomo N°	T8	T17	P	T13
Masa Pomo(g)	31.60	31.40	31.20	31.20
Masa Pomo+Suelo Húmedo(g)	216.00	234.60	227.00	215.40
Masa Pomo+Suelo Seco(g)	192.90	206.37	197.12	184.70
Humedad%	14.32%	16.13%	18.01%	20.00%
Densidad Seca (g/cm ³)	1.752	1.810	1.802	1.731
Peso Unitario Seco KN/m ³	17.178	17.753	17.672	16.976

CURVA DE COMPACTACION



Óptimo Contenido Humedo(%)	16.82			
Máxima Densidad Seca(g/cm ³)	1.810	g/cm ³	1.81	Ton/m ³
Peso Unitario Seco(KN/m ³)	17.796	KN/m ³		

ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

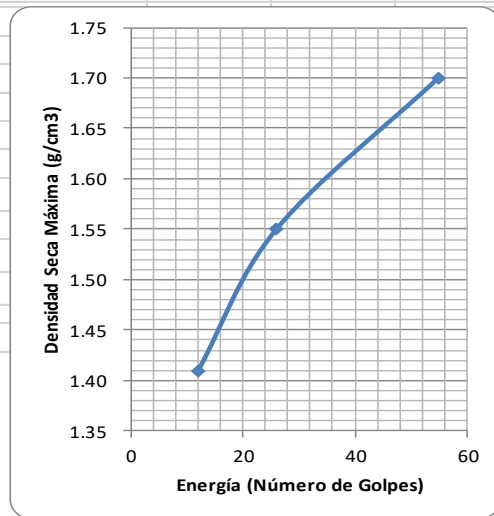
OBRA	“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”				
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ	Profundidad:	1.5 m		
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	01	Muestreado por :	E. G.
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	N: 8607420 E: 0478496		
Distrito:	TAMBOPATA	Ensayado por:	C. A.		
Región:	MADRE DE DIOS	Capa/Nivel:	UNICA	Fecha de Ensayo:	17/10/2022

Proctor Modificado

Maxima densidad Seca(g/cm ³)	1.81
Humedad Óptima(%)	16.82

Compactación

	3	2	1
Nro. Molde	3	2	1
Nro. Capas:	5	5	5
Nro. Golpes(energía)	55	26	12
Masa Suelo+Molde(g)	12,167	11,797	11,458
Masa Molde(g)	7,957.80	7,938.80	7,938.80
Masa Compactada(g)	4,209.20	3,858.20	3,519.20
Volumen Molde(cm ³)	2,124.72	2,133.68	2,133.68
Alto Molde(cm)	11.64	11.65	11.65
Densidad Húm.(g/cm ³)	1.98	1.81	1.65
Densidad Seca(g/cm ³)	1.70	1.55	1.41

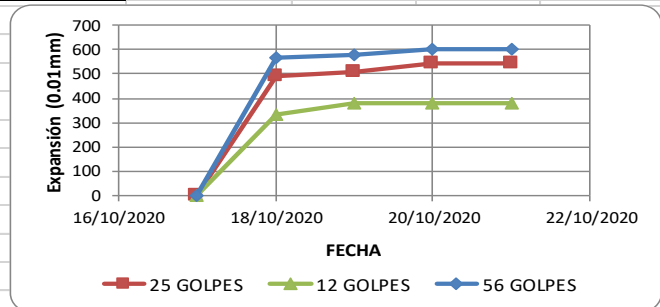


Contenido Humedad

	Antes de Saturación		
	28	29	42
Pomo N°	28	29	42
Masa Pomo(g)	31.10	31.30	31.50
Masa Pomo+Suelo Húm(g)	228.40	270.00	266.60
Masa Pomo+Suelo Seco(g)	199.99	235.63	232.75
Humedad	16.82%	16.82%	16.82%

Expansión

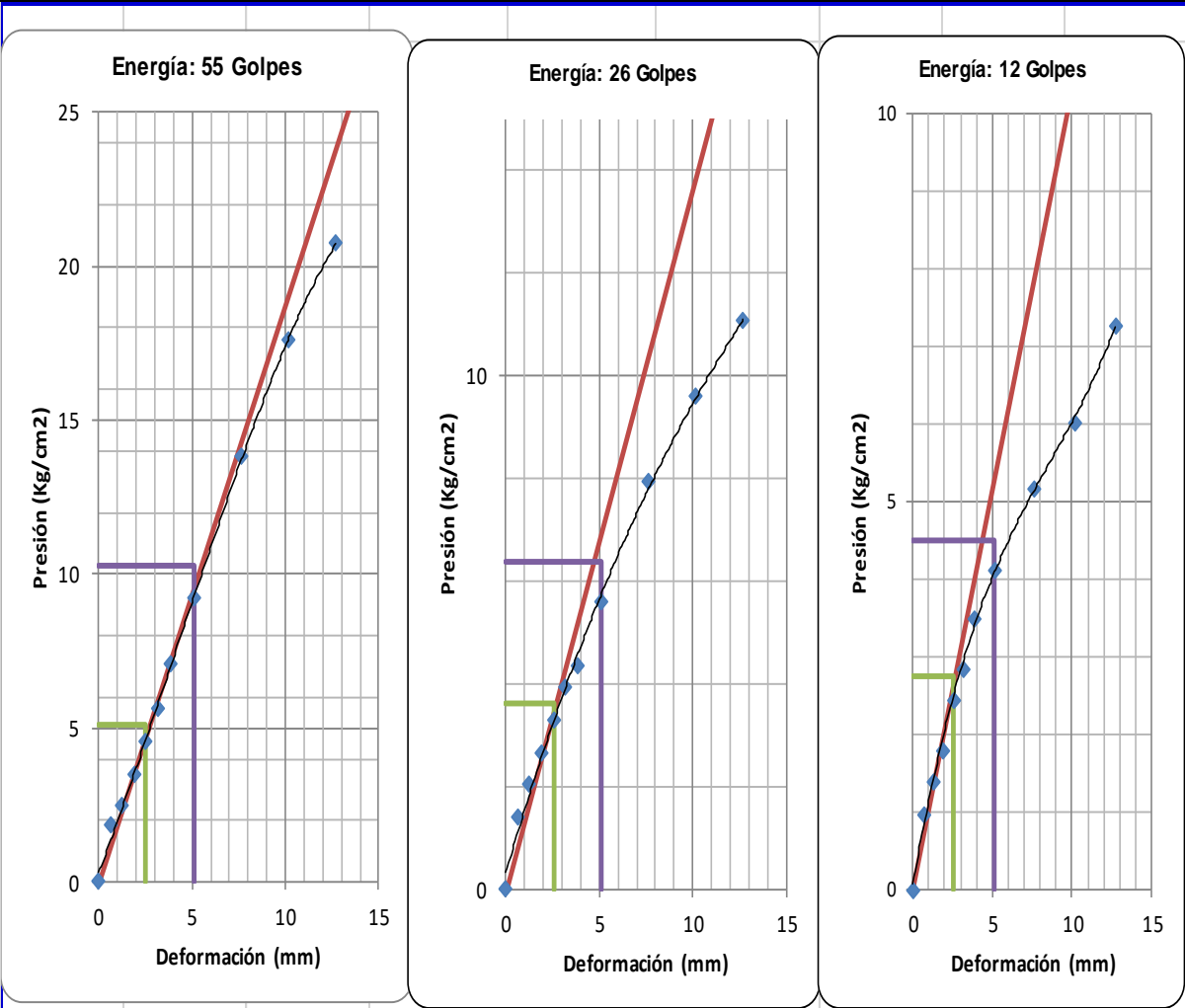
FECHA	MOLDE N° (0.01mm)		
	3	2	1
17/10/2020	0	0	0
18/10/2020	568	488	335
19/10/2020	578	509	378
20/10/2020	605	541	378
21/10/2020	605	541	378
Def (mm)	6.050	5.41	3.78
Def. (cm)	0.605	0.541	0.378
%Expansión	5.20%	4.65%	3.25%



Penetración

Ec. Dial Carga 10.816 x + 4.187 x + -0.00009 x2

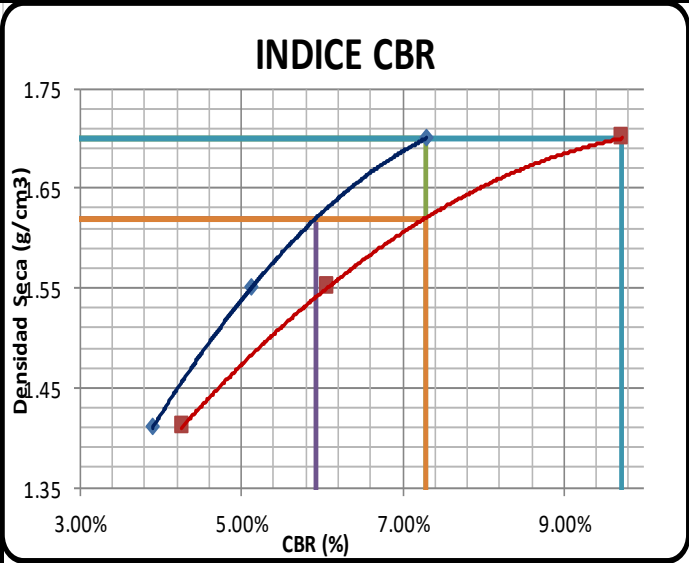
Penetración		Presión Patrón (Kgf/cm2)	CARGA (Área Pistón 19.878 cm2)					
			Molde 3		Molde 2		Molde 1	
			Dial	(Kgf/cm2)	Dial	(Kgf/cm2)	Dial	(Kgf/cm2)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		6.00	1.81	4.00	1.39	2.00	0.97
0.05	1.27		9.00	2.44	7.00	2.02	4.00	1.39
0.07	1.90		14.00	3.49	10.00	2.65	6.00	1.81
0.10	2.54	70.31	19.00	4.54	13.00	3.28	9.00	2.44
0.12	3.17		24.00	5.60	16.00	3.91	11.00	2.86
0.15	3.81		31.00	7.07	18.00	4.33	14.00	3.49
0.20	5.08	105.46	41.00	9.17	24.00	5.60	17.00	4.12
0.30	7.62		63.00	13.80	35.00	7.91	22.00	5.18
0.40	10.16		81.00	17.58	43.00	9.59	26.00	6.02
0.50	12.70		96.00	20.72	50.00	11.06	32.00	7.28



Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR
0.1in	5.13	7.29%	0.1in	3.60	5.12%	0.1in	2.74	3.90%
0.2in	10.25	9.72%	0.2in	6.39	6.06%	0.2in	4.49	4.26%

Energía Compactación = Penetración			
Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca (g/cm ³)
	0.1in	0.2in	
12	3.90%	4.26%	1.41
26	5.12%	6.06%	1.55
55	7.29%	9.72%	1.7

CBR			
°Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1in	0.2in
100%	1.7	7.29%	9.72%
95%	1.62	5.92%	7.28%
INDICE CBR		5.92%	



Obra Y/O Proyecto	“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”							
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ							
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	2		Profundidad:	1.5	m	
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478289	N: 8607418	Capa/Nivel:	UNICA		
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por :	E. G.					
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestreo:	lunes, 19 de Setiembre de 2022					

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO NTP 339,127, MTC E 108, ASTM D 2216.

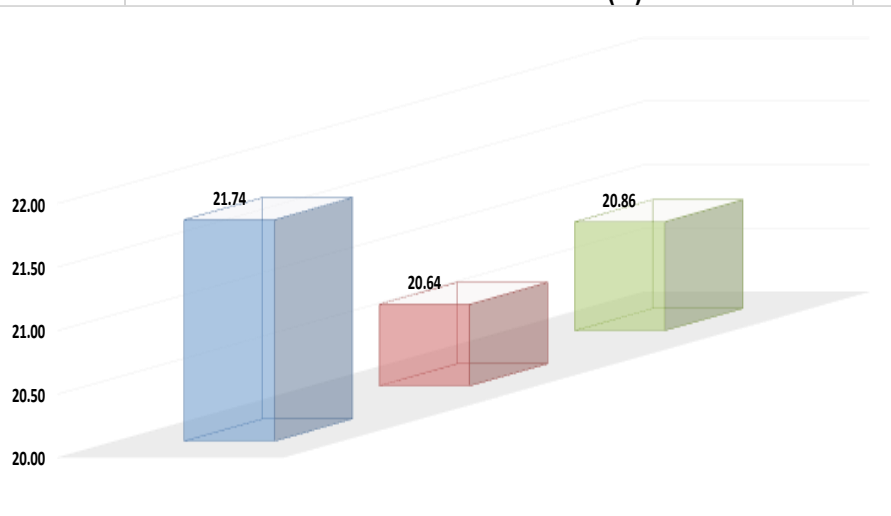
Obra Y/O Proyecto	"MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022"				
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGARUIZ				
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	02	Profundidad:	1.50 m
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478289 N: 8607418	Capa/Nivel:	UNICA
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por :	E. G.	Ensayado por:	C. A.
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestreo:	19 de Setiembre de 2022	Fecha de Ensayo:	20 de Setiembre de 2022

Tipo De Muestra:	Alteradas	Tipo De Suelo:	Inorganico	Uso de Material:	Sub Rasante	Tamaño Máximo:	N°4
Descripción Visual - Manual:					Mét. De Secado:	Horno a 110 +/-5°C	
Preparación De Muestra:	Mét. C: Pilas cónicas (agregado fino húmedo)				Mét. De Ensayo:	B	

Número de Muestra:			
Número de Ensayo:	1	2	3
Número de Pomo:	19	A	B
Masa Pomo (g)	24.80	82.10	84.00
Masa de Suelo húmedo+Pomo (g)	179.90	262.70	281.60
Masa de Suelo Seco+Pomo (g)1	152.20	231.80	247.50
Masa de Suelo Seco+Pomo (g)2	152.20	231.82	247.49
Masa de Suelo ¹	127.40	201.80	163.50
Masa de Suelo ²	127.40	149.72	163.49
Masa de Agua	27.70	30.90	34.10
Contenido de Humedad (%)	21.74	20.64	20.86

Contenido de Humedad Promedio (%): 21.08

Contenido de Humedad (%)



ENSAYO GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D422, AASHTO T-88

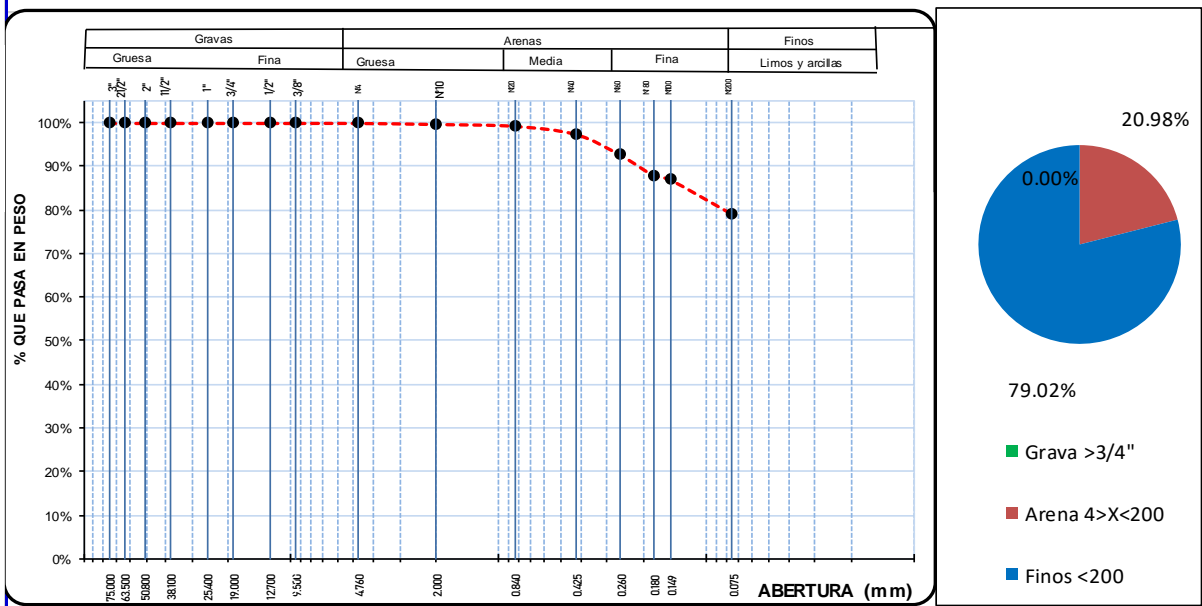
OBRA	“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”
------	--

Solicitante:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ		
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	02
Profundidad:	1.50 m		
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478289 N: 8607418
Capa/Nivel:	UNICA		
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por :	E. G.
Ensayado por:	C. A.		
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestreo:	19/09/2022
Fecha de Ensayo:	23/09/2022		

Preparación Muestra:	Temperatura Ambiente	Método De Tamizado	Manual	Tamaño Nro.
Mét. de ensayo usado	Tamizado simple "B"	Tipo De Suelo	Inorganico	maximo 4
Mét. de secado	Horno a 110 +/- Grava >3/4 0.00%	Arena 4>X<20 20.98%	Finos >200 79.02%	
Equipos utilizados:	- Juego de tamices y Tamizador - Balanzas - Horno			
Clasif. Visual - manual				

Criba	ABERT. mm.	MASA RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	SPECIFICACION	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3In	75.000	0.00	0.00%	0.00%	100%		MASA TOTAL	623.92	gr
2 1/2In	63.500	0.00	0.00%	0.00%	100%		HUMEDAD	21.1	%
2In	50.800	0.00	0.00%	0.00%	100%		MASA TOTAL	492.40	gr
1 1/2In	38.100	0.00	0.00%	0.00%	100%		MASA LAVADO	103	gr
1In	25.400	0.00	0.00%	0.00%	100%		MASA FINO	389.10	gr
3/4In	19.000	0.00	0.00%	0.00%	100%		D10		mm
1/2In	12.500	0.00	0.00%	0.00%	100%		D60		mm
3/8In	9.500	0.00	0.00%	0.00%	100%		D30		mm
Nro. 4	4.760	0.00	0.00%	0.00%	100%		Cu		
Nro. 10	2.000	1.20	0.24%	0.24%	100%		Cc		
Nro. 20	0.840	2.10	0.43%	0.67%	99%		LIMITE LIQUIDO:	38.19	%
Nro. 40	0.425	9.30	1.89%	2.56%	97%		LIMITE PLASTICO:	19.50	%
Nro. 60	0.260	23.40	4.75%	7.31%	93%		IND. PLASTICO:	18.69	%
Nro. 80	0.180	23.10	4.69%	12.00%	88%		CLASIF.SUCS	CL	
Nro. 100	0.149	5.10	1.04%	13.04%	87%		CLASIF.AASHTO	A-6 (11)	
Nro. 200	0.075	39.10	7.94%	20.98%	79%				
CAZUELA	0.000	389.10	79.02%	100.00%	0%		CBR	5.67	%

CURVA GRANULOMETRICA



LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 NTP 339.129, ASTM D4318

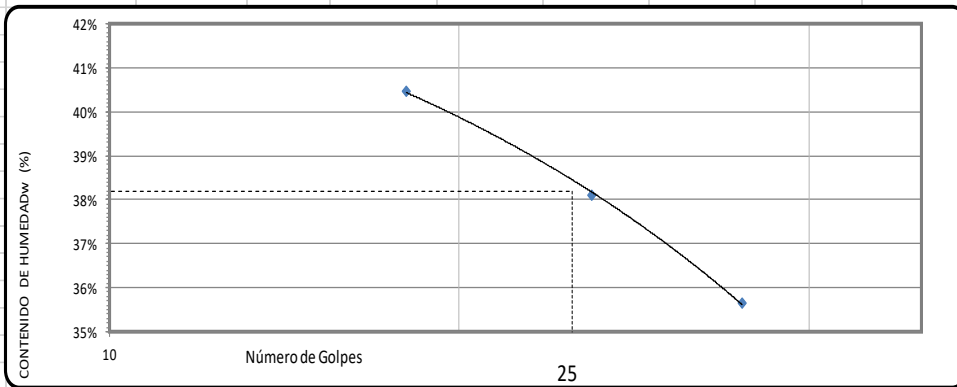
Proyecto Y/O Obra **“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”**

Solicita: CAROL KATHERINE BOTTEGARUIZ
 Ubicación: JR NICOLAS DE PIÉROLA N° Calicata: 02 Profundidad: 3,00 m
 Provincia: TAMBOPATA Coordenadas UTM E: 0478289 N: 8607418 Capa/Nivel: UNICA
 Distrito: TAMBOPATA Muestreado por : E. G. Ensayado por: C. ALMIRON
 Región: MADRE DE DIOS Fecha de muestre 19 de Setiembre de 2022 Fecha de Ensayo: 28 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra: **Alteradas** Tipo De Suelo: **Inorganico** Uso de Material: **Sub Rasante** Tamaño máxím **N°4**
 Descripción Visual - Manual: 0 Mét. de secado: **Horno a 110 +/-5°C**
 Preparación De Muestra: **Mét. C: Pilas cónicas (agregado fino húmedo)**

LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS MTC E 110

Pomo	18	20	9
Masa Pomo(g)	38.70	25.00	24.89
Masa Pomo+Suelo húmedo (g)	60.98	45.77	49.96
Masa Pomo+Suelo Seco (g)1	54.56	40.04	43.37
Masa Pomo+Suelo Seco (g)2	54.56	40.05	43.36
Contenido de Humedad(%)	40.48%	38.10%	35.66%
Nro. de Golpes	18	26	35

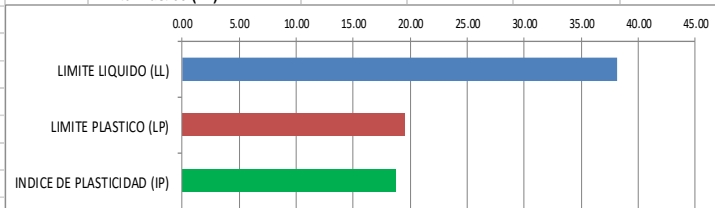


Límite Líquido (LL) 38.19

LIMITE PLASTICO (L.P.) E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) MTC E 111

Pomo	T31	T26
Masa Pomo(g)	14.11	14.15
Masa Pomo+Suelo húmedo (g)	21.05	21.73
Masa Pomo+Suelo Seco (g)1	19.92	20.49
Masa Pomo+Suelo Seco (g)2	19.91	20.50
Contenido de Humedad(%)	19.45	19.56
Cantidad mínima requerida 6g	¡Cumple!	¡Cumple!

Límite Plástico (LP): 19.50



RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 38.19
LIMITE PLASTICO (LP) 19.50
INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 18.69

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

OBRA

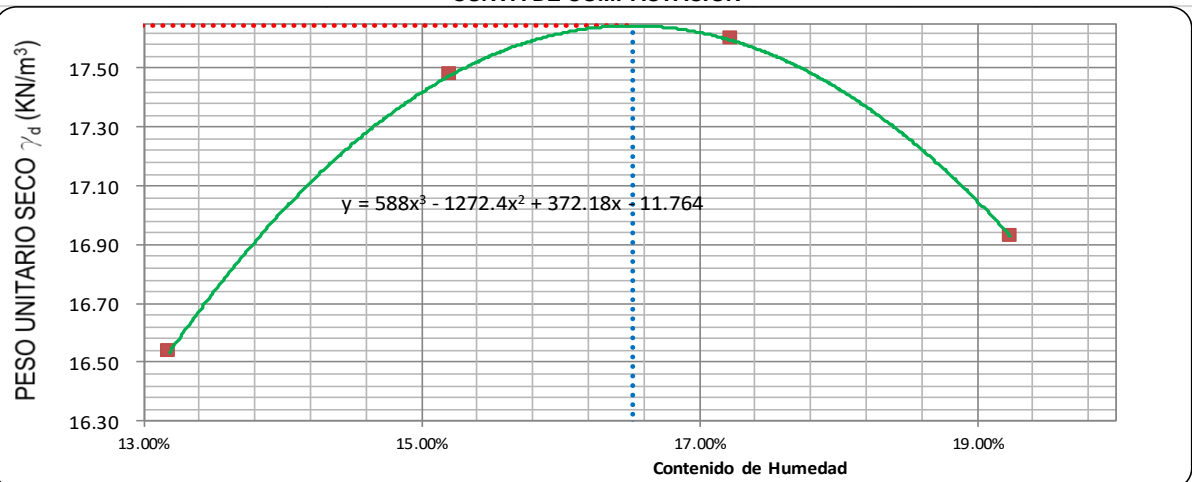
“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”

Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ		
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	02
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478289 N: 8607418
Distrito:	TAMBOPATA	Profundidad:	1-Enero-1900
Región:	MADRE DE DIOS	Capa/Nivel:	UNICA
Fecha de Ensayo:	4/10/2020	Muestreado por :	E. G.
Ensayado por:	C. A.	Fecha de muestreo:	19/09/2022

Descripcion Visual				
Tamaño Máximo:	2"	Método de Ensayo	Método C	Metodo de prep Mét. B: Cuarteo Manual
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.00%	Fraccion de ensayo:	100.00%	%W Fracion de Sobretamaño: 0.00%
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.00%	Humedad de Recepcion	21.08	
% Ret. Tamiz N° 4:	0.00%	Fracion de Sobretamaño	0.00%	

Test N°	1	2	3	4
Nro. Capas:	5	5	5	5
Nro. Golpes:	56	56	56	56
Masa Suelo + Molde (g)	9987.00	10293.00	10399.00	10304.00
Masa Molde (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
Masa Suelo Compactado (g)	4031.00	4337.00	4443.00	4348.00
Volumen Del Molde (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.91	2.05	2.10	2.06
Humedad & Densidad Seca				
Pomo N°	4	24	11	14
Masa Pomo(g)	25.20	25.00	38.00	37.60
Masa Pomo+Suelo Húmedo(g)	159.90	192.40	183.10	198.30
Masa Pomo+Suelo Seco(g)	144.21	170.30	161.78	172.37
Humedad%	13.18%	15.21%	17.22%	19.24%
Densidad Seca (g/cm ³)	1.686	1.782	1.794	1.726
Peso Unitario Seco KN/m ³	16.534	17.476	17.596	16.928

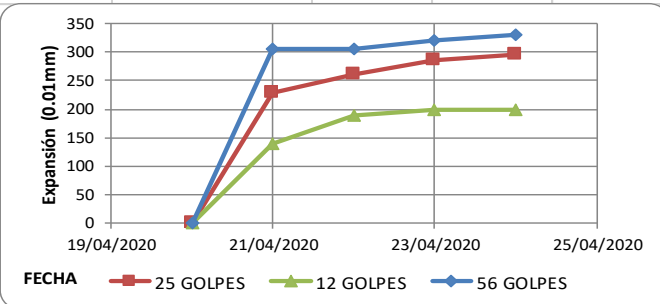
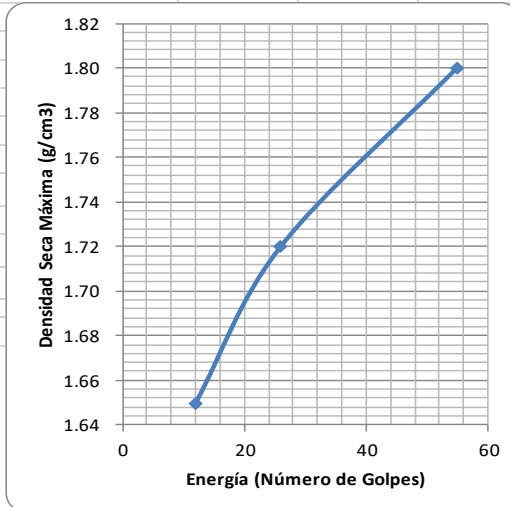
CURVA DE COMPACTACION

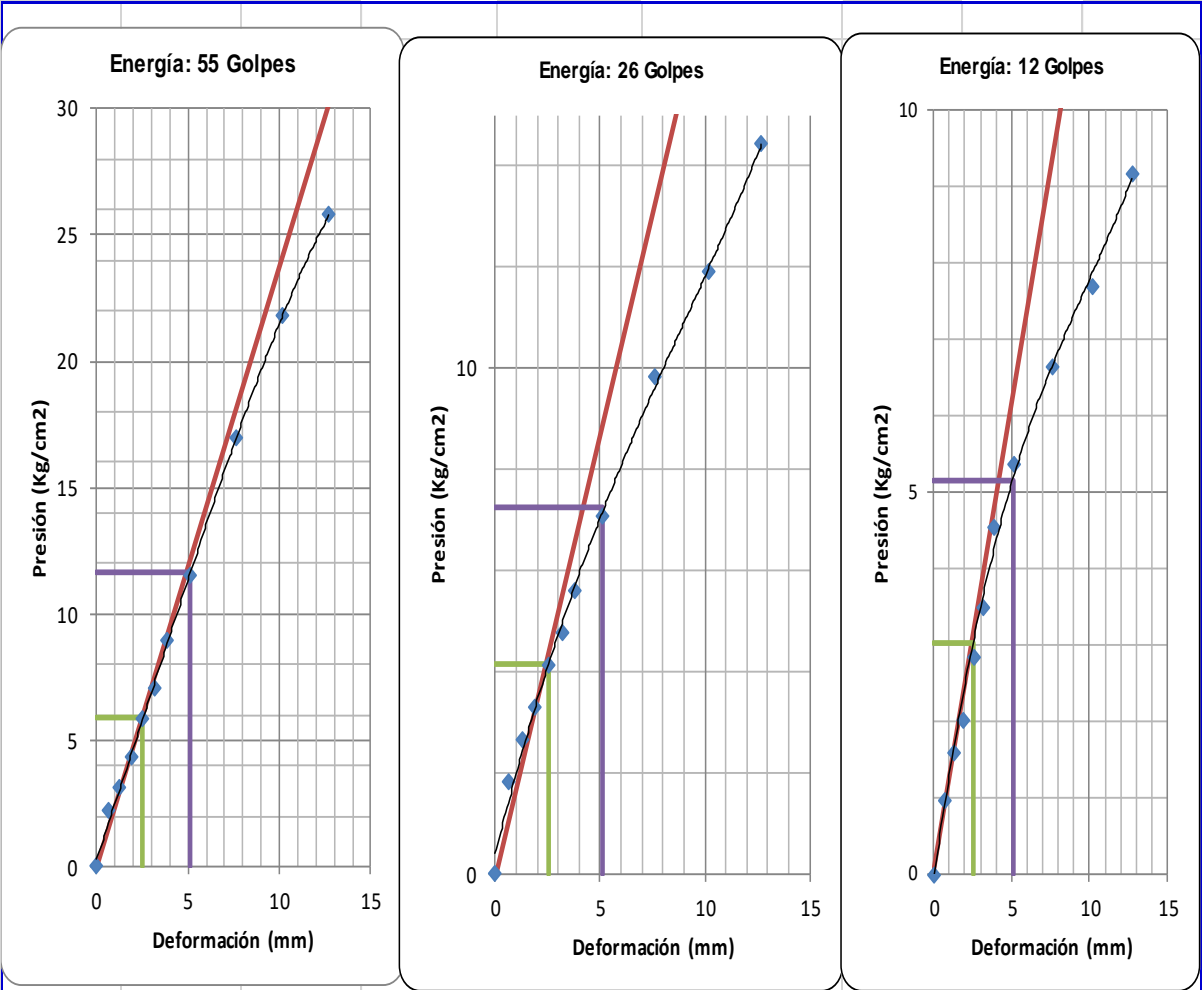


Óptimo Contenido de Humedad (%)	16.51			
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.800	g/cm ³	1.80	Ton/m ³
Peso Unitario Seco KN/m ³	17.645	KN/m ³		

ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

OBRA	"MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022"							
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ			Profundidad:	1.5 m			
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	02	Muestreado por :	E. G.			
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:		Fecha de muestreo:	19/09/2022			
Distrito:	TAMBOPATA	N: 8607418	E: 0478289	Ensayado por:	C. A.			
Región:	MADRE DE DIOS	Capa/Nivel:	UNICA	Fecha de Ensayo:	17/10/2022			
Proctor Modificado								
Maxima densidad Seca(g/cm ³)				1.80				
Humedad Óptima(%)				16.51				
Compactación								
Nro. Molde	9	5	4					
Nro. Capas:	5	5	5					
Nro. Golpes(energía)	55	26	12					
Masa Suelo+Molde(g)	12,398	12,198	12,024					
Masa Molde(g)	7,949.70	7,954.10	7,945.20					
Masa Compactada(g)	4,448.30	4,243.90	4,078.80					
Volumen Molde(cm ³)	2,124.36	2,122.37	2,121.50					
Alto Molde(cm)	11.64	11.64	11.64					
Densidad Húm.(g/cm ³)	2.09	2.00	1.92					
Densidad Seca(g/cm ³)	1.80	1.72	1.65					
		0.08	0.07					
Contenido Humedad								
	Antes de Saturación							
Pomo N°	43	38	24					
Masa Pomo(g)	31.10	31.20	25.00					
Masa Pomo+Suelo Húm(g)	192.40	162.20	133.70					
Masa Pomo+Suelo Seco(g)	169.54	143.64	118.30					
Humedad	16.51%	16.51%	16.51%					
Expansión								
FECHA	MOLDE N° (0.01mm)							
	9	5	4					
20/04/2020	0	0	0					
21/04/2020	305	229	140					
22/04/2020	307	262	190					
23/04/2020	322	286	198					
24/04/2020	332	295	198					
Def (mm)	3.320	2.95	1.98					
Def. (cm)	0.332	0.295	0.198					
%Expansión	2.85%	2.53%	1.70%					
Penetración								
Ec. Dial Carga	10.816 '+'		4.187 x +		-0.00009 x2			
Penetración		Presión Patrón (Kgf/cm2)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm2)					
(in)	(mm)		Molde 9		Molde 5		Molde 4	
		(Kgf/cm2)	Dial	(Kgf/cm2)	Dial	(Kgf/cm2)	Dial	(Kgf/cm2)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		8.00	2.23	6.00	1.81	2.00	0.97
0.05	1.27		12.00	3.07	10.00	2.65	5.00	1.60
0.07	1.90		18.00	4.33	13.00	3.28	7.00	2.02
0.10	2.54	70.31	25.00	5.81	17.00	4.12	11.00	2.86
0.12	3.17		31.00	7.07	20.00	4.76	14.00	3.49
0.15	3.81		40.00	8.96	24.00	5.60	19.00	4.54
0.20	5.08	105.46	52.00	11.48	31.00	7.07	23.00	5.39
0.30	7.62		78.00	16.95	44.00	9.80	29.00	6.65
0.40	10.16		101.00	21.77	54.00	11.91	34.00	7.70
0.50	12.70		120.00	25.76	66.00	14.43	41.00	9.17





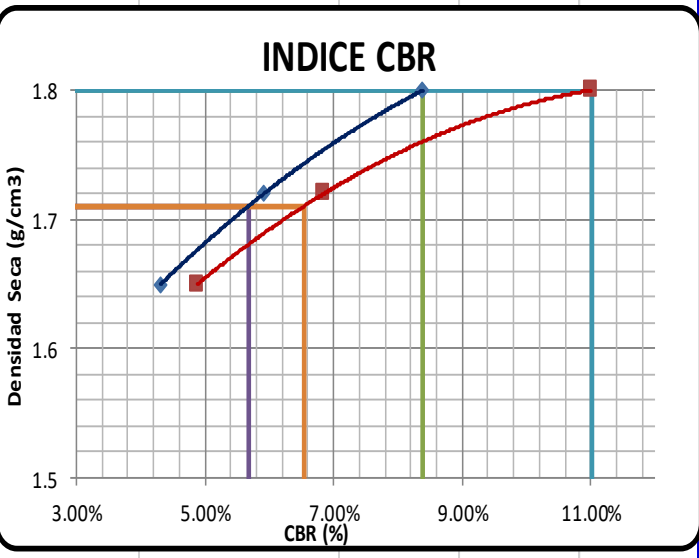
Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm2)	%CBR
0.1In	5.90	8.39%	0.1In	4.16	5.92%	0.1In	3.03	4.31%
0.2In	11.61	11.01%	0.2In	7.23	6.85%	0.2In	5.15	4.88%

CBR SEGUN ENERGIA DE COMPACTACION Y PENETRACION

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca (g/cm3)
	0.1In	0.2In	
12	4.31%	4.88%	1.65
26	5.92%	6.85%	1.72
55	8.39%	11.01%	1.8

CBR			
Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1In	0.2In
100%	1.8	8.39%	11.01%
95%	1.71	5.67%	6.53%
INDICE CBR		5.67%	

OBSERVACIONES :



Obra Y/O Proyecto	“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”							
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGARUIZ							
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	01	+20% Ceniza	Profundidad:	1.5	m	
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478496	N: 8607420	Capa/Nivel:	UNICA		
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por :	E. G.					
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestreo:	lunes, 19 de Setiembre de 2022					

LIMITE DE CONSISTENCIA - PASA LA MALLA N° 40 NTP 339.129, ASTM D4318

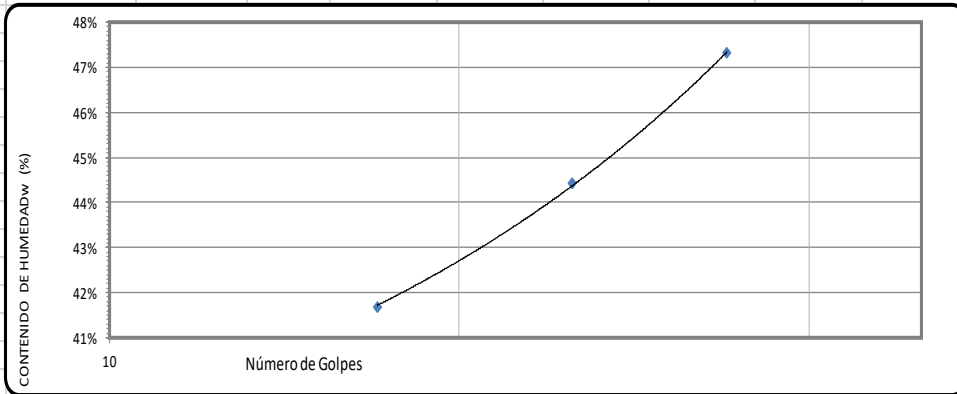
Proyecto Y/O Obra **“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”**

Solicita: CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ
 Ubicación: JR NICOLAS DE PIÉROLA N° Calicata: 01 Profundidad: 3,00 m
 Provincia: TAMBOPATA Coordenadas UTM E: 0478496 N: 8607420 Capa/Nivel: UNICA
 Distrito: TAMBOPATA Muestreado por : E. G. Ensayado por: C. ALMIRON
 Región: MADRE DE DIOS Fecha de muestre 19 de Setiembre de 2022 Fecha de Ensayo: 28 de Setiembre de 2020

Tipo de muestra: Alteradas Tipo De Suelo: Inorganico Uso de Material: Sub Rasante Tamaño máxim: N°4
 Descripción Visual - Manual: 0 Mét. de secado: Horno a 110 +/-5°C
 Preparación De Muestra: Mét. C: Pilas cónicas (agregado fino húmedo)

LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS MTC E 110

Pomo	T-27	T-19	T-74
Masa Pomo(g)	37.59	38.93	37.21
Masa Pomo+Suelo húmedo (g)	43.67	45.44	43.02
Masa Pomo+Suelo Seco (g)1	42.00	43.79	41.67
Masa Pomo+Suelo Seco (g)2	42.01	43.80	41.67
Contenido de Humedad(%)	37.87%	33.95%	30.27%
Nro. de Golpes	35	26	19



Limite Liquido (LL) **33.61**

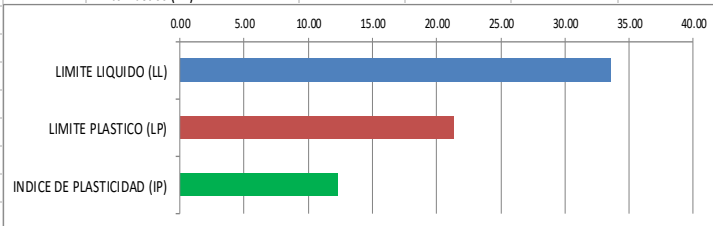
LIMITE PLASTICO (L.P.) E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) MTC E 111

Pomo	T-1	T-14
Masa Pomo(g)	24.24	25.48
Masa Pomo+Suelo húmedo (g)	32.50	31.90
Masa Pomo+Suelo Seco (g)1	31.04	30.78
Masa Pomo+Suelo Seco (g)2	31.04	30.59
Contenido de Humedad(%)	21.47	21.13
Cantidad mínima requerida 6g	¡Cumple!	¡Cumple!

Limite Plástico (LP): **21.30**

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL) 33.61
LIMITE PLASTICO (LP) 21.30
INDICE DE PLASTICIDAD (IP) 12.31



N PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

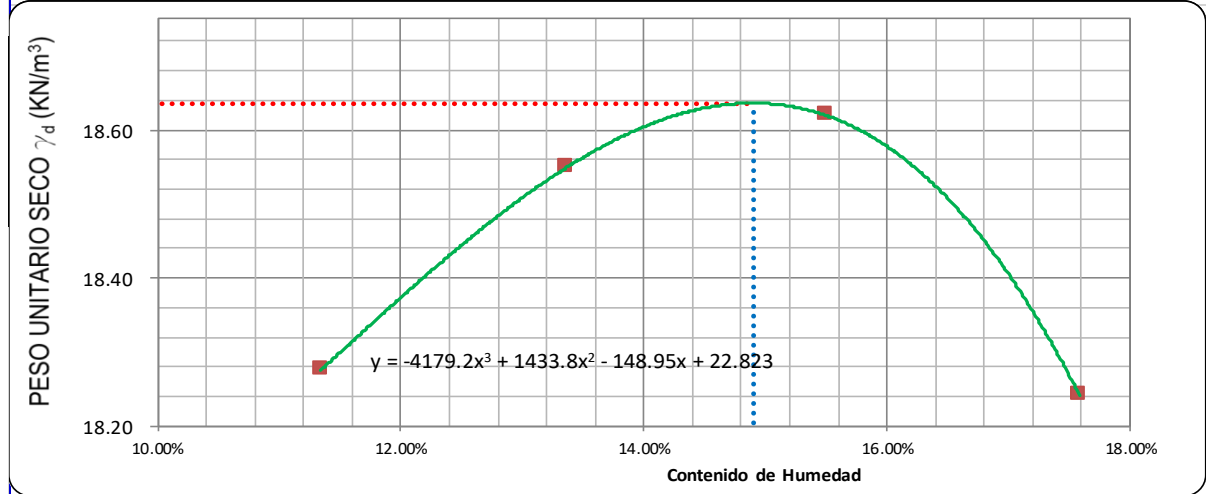
OBRA	"MEJORA MIENTO DE		

Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ		
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	01
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478496 N: 8607420
Distrito:	TAMBOPATA	Profundidad:	1-Enero-1900
Región:	MADRE DE DIOS	Capa/Nivel:	UNICA
Fecha de Ensayo:	6/10/2022	Muestreado por :	E. G.
Ensayado por:	C. A.	Fecha de muestreo:	0/01/1900

Descripcion Visual				
Tamaño Maximo:	2"	Método de Ensayo	Método C	Metodo de prep Mét. B: Cuarteo Manual
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.00%	Fraccion de ensayo:	100.00%	%W Fracion de Sobretamaño: 0.00%
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.00%	Humedad de Recepcion	25.99	
% Ret. Tamiz N° 4:	0.40%	Fracion de Sobretamaño	0.00%	

Test N°	1	2	3	4
Nro. Capas:	5	5	5	5
Nro. Golpes:	25	25	25	25
Masa Suelo + Molde (g)	10758.00	10905.00	11008.00	10996.00
Masa Molde (g)	6359.00	6359.00	6359.00	6359.00
Masa Suelo Compactado (g)	4399.00	4546.00	4649.00	4637.00
Volumen Del Molde (cm3)	2120.00	2120.00	2120.00	2120.00
Densidad Húmeda (g/cm3)	2.08	2.14	2.19	2.19
Humedad & Densidad Seca				
Pomo N°	T8	T17	P	T13
Masa Pomo(g)	84.80	79.30	76.90	72.70
Masa Pomo+Suelo Húmedo(g)	208.00	224.60	223.50	222.50
Masa Pomo+Suelo Seco(g)	195.45	207.47	203.83	200.10
Humedad%	11.34%	13.37%	15.50%	17.58%
Densidad Seca (g/cm3)	1.864	1.892	1.899	1.860
Pesao Unitario Seco KN/m3	18.276	18.550	18.620	18.242

GRA DE COMPACTACION



Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.90		
Máxima Densidad Seca (g/cm ³)	1.900	g/cm ³	1.90 Ton/m ³
Peso Unitario Seco KN/m ³	18.636	KN/m ³	

ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

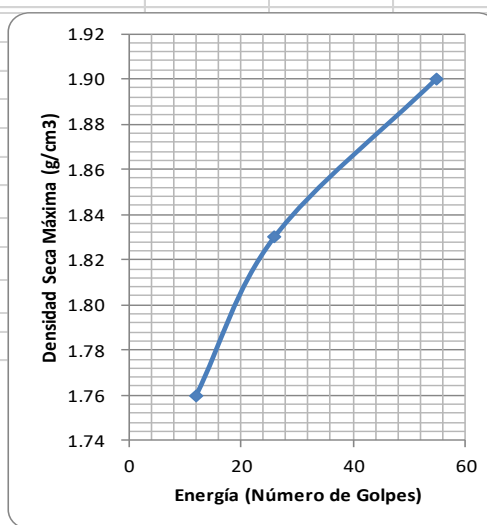
OBRA	“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”		
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ		Profundidad: 1.5 m
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata: 01	Muestreado por : E. G.
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	Fecha de muestreo: 19/09/2022
Distrito:	TAMBOPATA	N: 8607420 E: 0478496	Ensayado por: C. A.
Región:	MADRE DE DIOS	Capa/Nivel: UNICA	Fecha de Ensayo: 17/10/2022

Proctor Modificado

Maxima densidad Seca(g/cm ³)	1.9 g/cm ³
Humedad Óptima(%)	14.90 %

Compactación

Nro. Molde	15	14	13
Nro. Capas:	5	5	5
Nro. Golpes(energía)	55	26	12
Masa Suelo+Molde(g)	12,335.00	12,215.00	12,083.00
Masa Molde(g)	7,780.00	7,760.30	7,811.70
Masa Compactada(g)	4,555.00	4,454.70	4,271.30
Volumen Molde(cm ³)	2,090.00	2,115.80	2,108.29
Alto Molde(cm)	11.64	11.66	11.68
Densidad Húm.(g/cm ³)	2.18	2.11	2.03
Densidad Seca(g/cm ³)	1.90	1.83	1.76

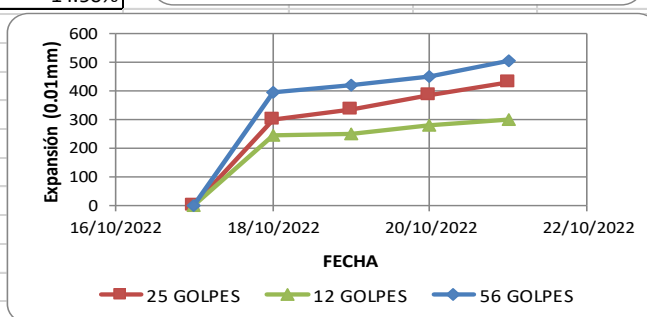


Contenido Humedad

Pomo N°	Antes de Saturación		
	1	2	3
Masa Pomo(g)	30.50	31.20	31.80
Masa Pomo+Suelo Húm(g)	256.80	234.00	255.70
Masa Pomo+Suelo Seco(g)	227.45	207.70	226.67
Humedad	14.90%	14.90%	14.90%

Expansión

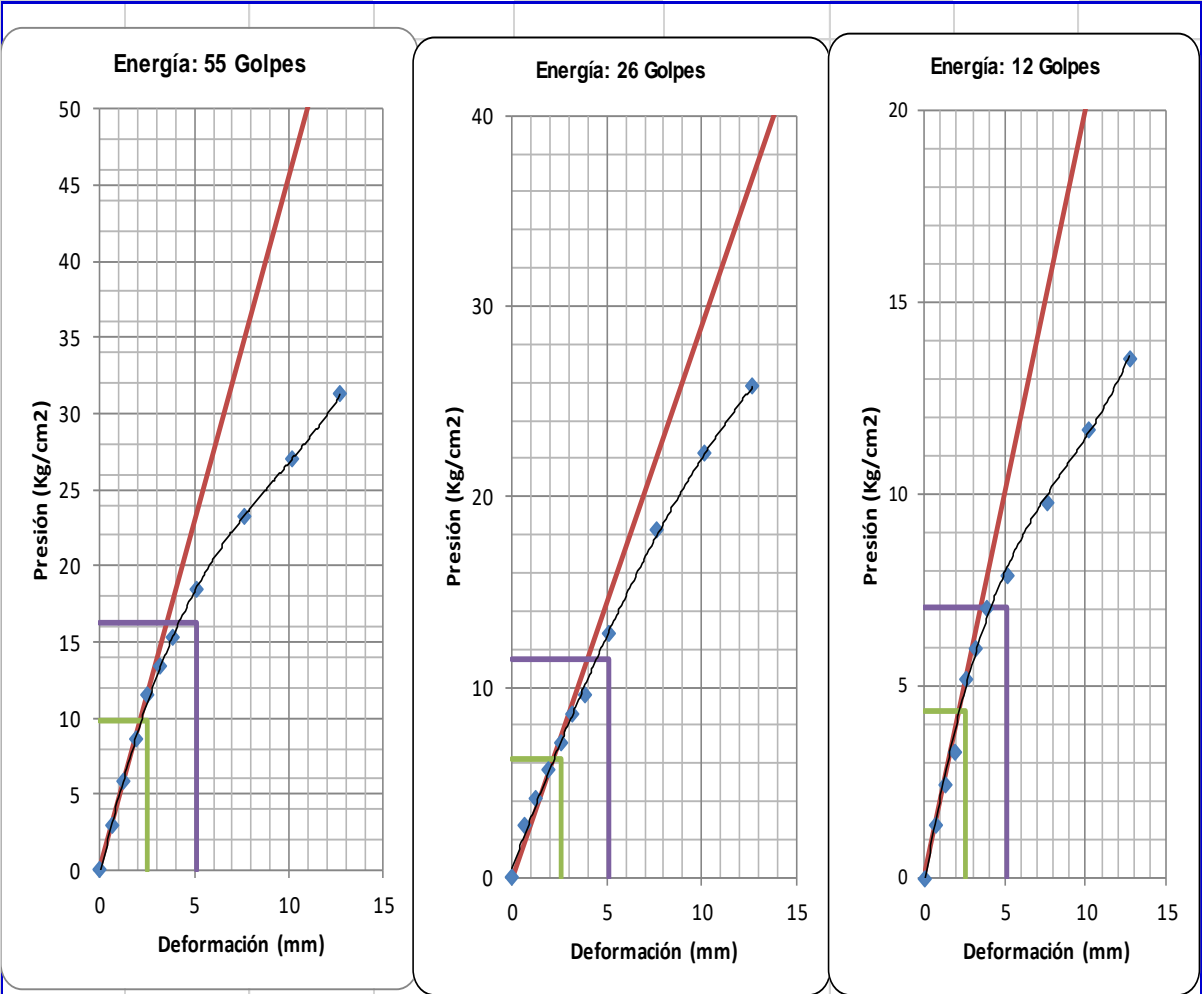
Fecha	MOLDE N° (0.01mm)		
	15	14	13
17/10/2022	0	0	0
18/10/2022	398	300	245
19/10/2022	420	336	250
20/10/2022	450	385	278
21/10/2022	505	430	300
Def (mm)	5.050	4.3	3
Def. (cm)	0.505	0.43	0.3
%Expansión	4.34%	3.69%	2.57%



Penetración

Ec. Dial Carga	10.816 ´+	4.187 x +	-0.00009 x2
----------------	-----------	-----------	-------------

Penetración		Presión Patrón (Kg/cm ²)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm ²)					
In	mm		Molde 15		Molde 14		Molde 13	
			Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)	Dial	(Kg/cm ²)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		11.00	2.86	10.00	2.65	4.00	1.39
0.05	1.27		25.00	5.81	17.00	4.12	9.00	2.44
0.07	1.90		38.00	8.54	24.00	5.60	13.00	3.28
0.10	2.54	70.31	52.00	11.48	31.00	7.07	22.00	5.18
0.12	3.17		61.00	13.38	38.00	8.54	26.00	6.02
0.15	3.81		70.00	15.27	43.00	9.59	31.00	7.07
0.20	5.08	105.46	85.00	18.42	58.00	12.75	35.00	7.91
0.30	7.62		108.00	23.24	84.00	18.21	44.00	9.80
0.40	10.16		126.00	27.01	103.00	22.19	53.00	11.70
0.50	12.70		146.00	31.20	120.00	25.76	62.00	13.59



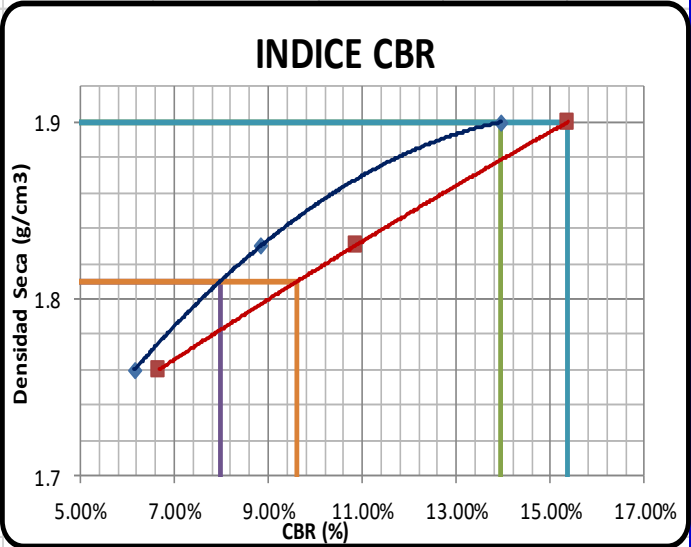
Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR	Penetración (in)	Presión (Kg/cm ²)	%CBR
0.1In	9.80	13.94%	0.1In	6.22	8.84%	0.1In	4.33	6.15%
0.2In	16.21	15.37%	0.2In	11.44	10.84%	0.2In	7.04	6.68%

Energía Compactación = Penetración

Energía (Golpes)	CBR		Densidad Seca (g/cm ³)
	0.1In	0.2In	
12	6.15%	6.68%	1.76
26	8.84%	10.84%	1.83
55	13.94%	15.37%	1.9

DETERMINACION DEL INDICE CBR

Grado de Compactación	Densidad Seca	CBR	
		0.1In	0.2In
100%	1.9	13.94%	15.37%
95%	1.81	7.98%	9.62%
INDICE CBR		7.98%	



OBSERVACIONES :

Obra Y/O Proyecto	“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”						
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ						
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	02	+20% Ceniza	Profundidad:	1.5	m
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478289	N: 8607418	Capa/Nivel:	UNICA	
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por :	E. G.				
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestreo:	lunes, 19 de Setiembre de 2022				

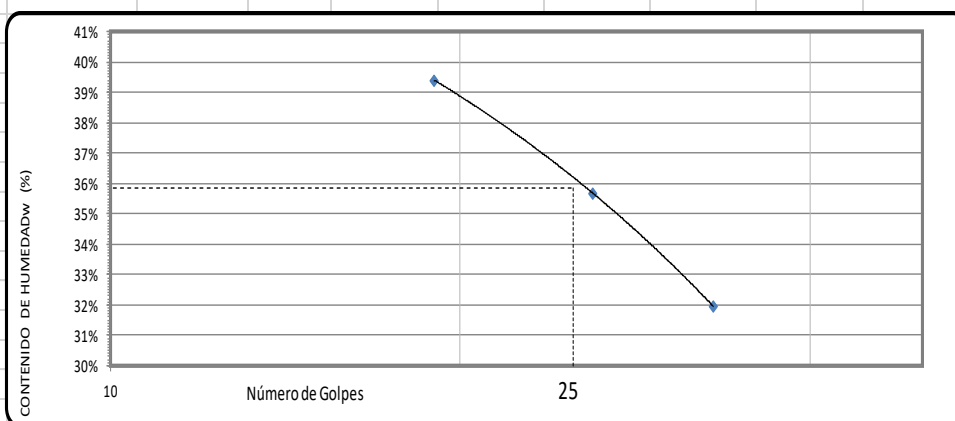
Proyecto Y/O Obra "MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022"

Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ						
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	02	Profundidad:	3,00 m		
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM E:	0478289	N:	8607418	Capa/Nivel:	UNICA
Distrito:	TAMBOPATA	Muestreado por:	E. G.		Ensayado por:	C. ALMIRON	
Región:	MADRE DE DIOS	Fecha de muestre	19 de Setiembre de 2022		Fecha de Ensayo:	28 de Setiembre de 2020	

Tipo de muestra:	Alteradas	Tipo De Suelo:	Inorganico	Uso de Material:	Sub Rasante	Tamaño máxim	N°4
Descripción Visual - Manual:					0	Mét. de secado:	Horno a 110 +/-5°C
Preparación De Muestra:	Mét. C: Pilas cónicas (agregado fino húmedo)						

LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS MTC E 110

Pomo	T-6	T-11	T-16			
Masa Pomo(g)	38.70	39.20	37.40			
Masa Pomo+Suelo húmedo (g)	61.98	60.23	59.90			
Masa Pomo+Suelo Seco (g)1	55.40	54.70	54.45			
Masa Pomo+Suelo Seco (g)2	55.80	55.02	54.69			
Contenido de Humedad(%)	39.40%	35.68%	31.96%			
Nro. de Golpes	19	26	33			



Límite Líquido (LL) 35.87

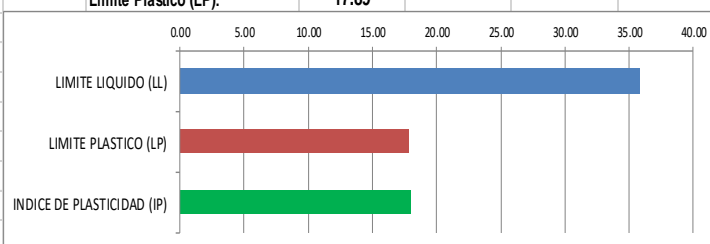
LIMITE PLÁSTICO (L.P.) E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) MTC E 111

Pomo	T-3	T-22			
Masa Pomo(g)	14.12	14.15			
Masa Pomo+Suelo húmedo (g)	19.05	20.23			
Masa Pomo+Suelo Seco (g)1	18.30	19.31			
Masa Pomo+Suelo Seco (g)2	18.30	20.50			
Contenido de Humedad(%)	17.94	17.83			
Cantidad mínima requerida 6g	¡No Cumple!	¡Cumple!			

Límite Plástico (LP): 17.89

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO (LL)	35.87
LIMITE PLASTICO (LP)	17.89
INDICE DE PLASTICIDAD (IP)	17.98



ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

OBRA

“MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022”

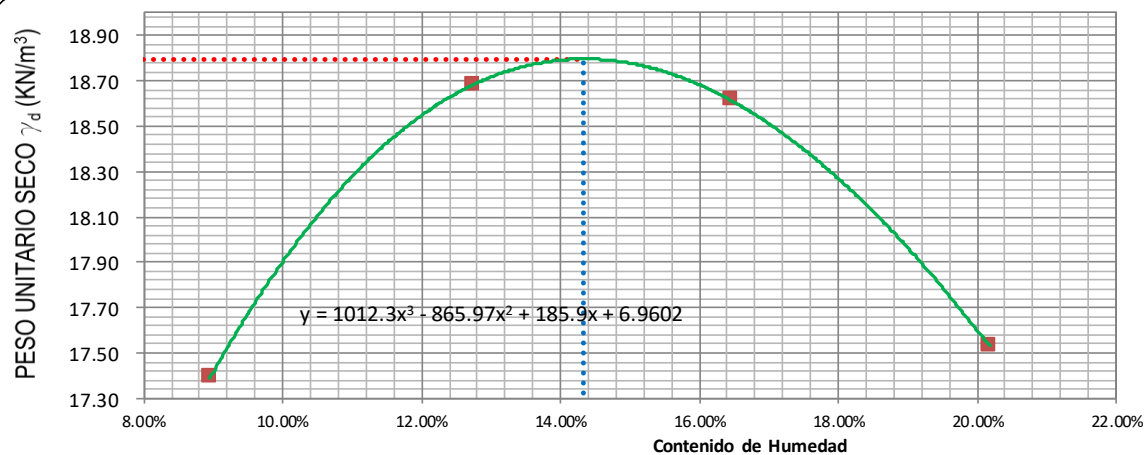
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ		
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	02
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:	E: 0478289 N: 8607418
Distrito:	TAMBOPATA	Profundidad:	1-Enero-1900
Región:	MADRE DE DIOS	Capa/Nivel:	UNICA
Fecha de Ensayo:	5/10/2022	Muestreado por :	E. G.
Ensayado por:	C. A.	Fecha de muestreo:	19/10/2022

Descripcion Visual

Tamaño Maximo:	2"	Método de Ensayo	Método C	Metodo de prep	Mét. B: Cuarteo Manual
% Ret. Tamiz 3/4 in.:	0.00%	Fraccion de ensayo:	100.00%	%W Fracion de Sobretamaño:	0.00%
% Ret. Tamiz 3/8 in.:	0.00%	Humedad de Recepcion	28.19		
% Ret. Tamiz N° 4:	0.00%	Fracion de Sobretamaño	0.00%		

Test N°	1	2	3	4
Nro. Capas:	5	5	5	5
Nro. Golpes:	56	56	56	56
Masa Suelo + Molde (g)	10037.00	10493.00	10625.00	10494.00
Masa Molde (g)	5956.00	5956.00	5956.00	5956.00
Masa Suelo Compactado (g)	4081.00	4537.00	4669.00	4538.00
Volumen Del Molde (cm ³)	2112.36	2112.36	2112.36	2112.36
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.93	2.15	2.21	2.15
Humedad & Densidad Seca				
Pomo N°	T_4	T-24	T-11	T-14
Masa Pomo(g)	25.30	25.00	25.80	24.95
Masa Pomo+Suelo Húmedo(g)	176.20	222.30	194.30	209.00
Masa Pomo+Suelo Seco(g)	163.80	200.00	170.50	178.10
Humedad%	8.95%	12.74%	16.45%	20.18%
Densidad Seca (g/cm ³)	1.773	1.905	1.898	1.788
Peso Unitario Seco KN/m ³	17.389	18.682	18.614	17.531

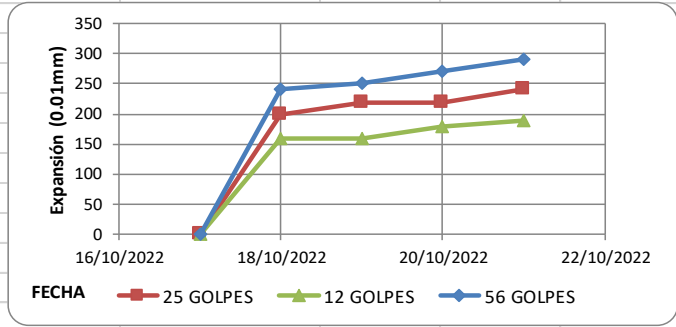
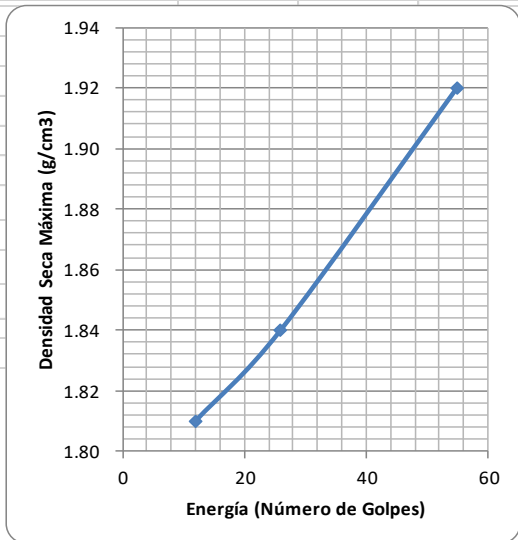
CURVA DE COMPACTACION



Óptimo Contenido Humedo(%)	14.34		
Máxima Densidad Seca(g/cm ³)	1.920	g/cm ³	1.92 Ton/m ³
Peso Unitario Seco(KNm ³)	18.796	KN/m ³	

ENSAYO CBR ASTM D 1883 y AASHTO T 93

OBRA	"MEJORAMIENTO DE CBR CON CENIZAS DE CASCARA DE CASTAÑA DEL JR NICOLAS DE PIÉROLA, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE DIOS 2022"							
Solicita:	CAROL KATHERINE BOTTEGA RUIZ			Profundidad:	1.5 m			
Ubicación:	JR NICOLAS DE PIÉROLA	N° Calicata:	02	Muestreado por :	E. G.			
Provincia:	TAMBOPATA	Coordenadas UTM:		Fecha de muestreo:	19/09/2022			
Distrito:	TAMBOPATA	N: 8607418	E: 0478289	Ensayado por:	C. A.			
Región:	MADRE DE DIOS	Capa/Nivel:	UNICA	Fecha de Ensayo:	17/10/2022			
Proctor Modificado								
Maxima densidad Seca(g/cm ³)				1.92				
Humedad Optima(%)				14.34				
Compactación								
Nro. Molde	C	B	A					
Nro. Capas:	5	5	5					
Nro. Golpes(energía)	55	26	12					
Masa Suelo+Molde(g)	12,300	12,188	11,824					
Masa Molde(g)	7,667	7,748	7,445					
Masa Compactada(g)	4,633.00	4,440.00	4,379.00					
Volumen Molde(cm ³)	2,113.44	2,112.19	2,116.96					
Alto Molde(cm)	11.59	11.61	11.59					
Densidad Húm.(g/cm ³)	2.19	2.10	2.07					
Densidad Seca(g/cm ³)	1.92	1.84	1.81					
Contenido Humedad								
	Antes de Saturación							
Pomo N°	16	5	3					
Masa Pomo(g)	31.00	32.10	31.50					
Masa Pomo+Suelo Húm(g)	202.10	190.30	187.40					
Masa Pomo+Suelo Seco(g)	180.64	170.46	167.85					
Humedad	14.34%	14.34%	14.34%					
Expansión								
FECHA	MOLDE N° (0.01mm)							
	C	B	A					
17/10/2022	0	0	0					
18/10/2022	240	200	160					
19/10/2022	250	220	160					
20/10/2022	270	220	180					
21/10/2022	290	240	190					
Def (mm)	2.900	2.4	1.9					
Def. (cm)	0.29	0.24	0.19					
%Expansión	2.50%	2.07%	1.64%					
Penetración								
Ec. Dial Carga	10.816 x +		4.187 x +		-0.00009 x2			
Penetración		Presión Patrón (Kgf/cm2)	CARGA (Area Pistón 19.878 cm2)					
In	mm		Molde C		Molde B		Molde A	
			Dial	(Kgf/cm2)	Dial	(Kgf/cm2)	Dial	(Kgf/cm2)
0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.02	0.63		16.00	3.91	12.00	3.07	3.00	1.18
0.05	1.27		25.00	5.81	20.00	4.76	8.00	2.23
0.07	1.90		37.00	8.33	15.00	3.70	10.00	2.65
0.10	2.54	70.31	51.00	11.27	34.00	7.70	14.00	3.49
0.12	3.17		63.00	13.80	39.00	8.75	16.00	3.91
0.15	3.81		82.00	17.79	47.00	10.43	23.00	5.39
0.20	5.08	105.46	106.00	22.82	61.00	13.38	29.00	6.65
0.30	7.62		159.00	33.92	86.00	18.63	38.00	8.54
0.40	10.16		206.00	43.74	106.00	22.82	44.00	9.80
0.50	12.70		245.00	51.88	130.00	27.85	50.00	11.06



ANEXO 2 – Panel Fotográfico

Foto 2 Estabilización Química



Foto 3 Excavación de Calicatas y Muestreo



Foto 4 Foto de ensayos en laboratorio

