



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS
DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

JULIACA - PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS
DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN
DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. EFRAÍN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ÁRNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17



“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”

RESOLUCIÓN DECANAL N° 212-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de abril del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-714 presentado por el (la) Bachiller: **JHONN YEISON APAZA LARICO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JHONN YEISON APAZA LARICO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

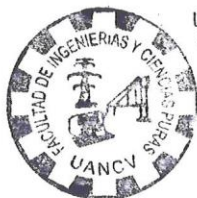
ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO. – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JHONN YEISON APAZA LARICO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Miercoles 16 de abril del 2025
- * **HORA** : 08:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mor. **WALTER J. LIZÁRRAGA ARMAZA**
DECANO (e)
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1505-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 15 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 16155 por el señor (a): **JHONN YEISON APAZA LARICO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1342- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS) formato N° 269- 2024 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHONN YEISON APAZA LARICO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 269- 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JHONN YEISON APAZA LARICO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE MATERIALES**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



[Signature]
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



[Signature]
Dr. Efraín Parillo Bosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 538-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 01 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 6906, presentado el o (la) Bachiller JHONN YEISON APAZA LARICO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN...

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: JHONN YEISON APAZA LARICO ha presentado su propuesta de investigación Titulado: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA...

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 170 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el o (la) Bachiller: JHONN YEISON APAZA LARICO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE MATERIALES.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN de al (a la) docente Mgtr. ARNALDO YANA TORRES.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

D. M. HON QUISPE HUANCA DECANO CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc Archivo 2024 Interesado (a)



ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JUL

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

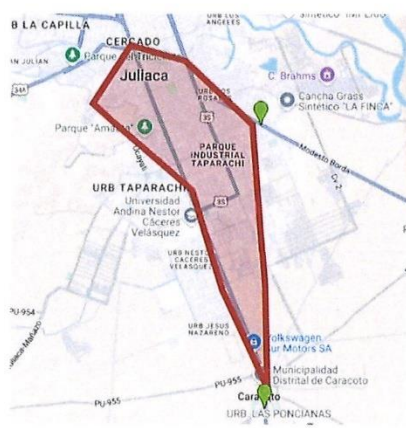
1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	6%
2	Submitted to Prairie View A&M University Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1%



Metadatos Complementarios



Título de la Tesis	
ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHONN YEISON APAZA LARICO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	47230029
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-6039-9073
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659

Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de Materiales - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca, Caracoto CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA Coordenadas: Latitud: -15.5255752 Longitud: -70.1199371 URL Maps https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1x5W Mx5KdvnHEKI6r7shBlk847umd4V0&usp=sharing</p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Julio 2024 – Abril 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01</p>

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 DIRECTOR
 Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHONN YEISON APAZA LARICO, identificado con DNI
Nro. 47230029, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la **Tesis** o **Trabajo de Investigación**, **Trabajo Académico**
denominada:

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO
RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA
CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA
CIUDAD DE JULIACA

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 15 de MAYO del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

En primer lugar, a mis queridos padres.



AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por permitirnos la existencia.



ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la situación problemática.....	1
1.2 Planteamiento del problema.....	2
1.2.1 Pregunta general.....	2
1.2.2 Preguntas específicas.....	2
1.3 Justificación de la investigación	2
1.3.1 Justificación practica	3
1.3.2 Justificación técnica	3
1.3.3 Justificación ambiental.....	3
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo general	3
1.4.2 Objetivos específicos.....	4



1.5	Hipótesis.....	4
1.5.1	Hipótesis general	4
1.5.2	Hipótesis específicas	4
1.6	Operacionalización de variables	5

CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1	Antecedentes del trabajo de investigación	6
2.1.1	Antecedentes internacionales	6
2.1.2	Antecedentes nacionales	8
2.1.3	Antecedentes locales	9
2.2	Marco teórico	12
2.2.1	Suelo de fundación	12
2.2.2	Asentamiento del terreno de fundación.....	12
2.2.3	Mejoramiento de la zona de fundación.....	14
2.2.4	Plan de organización de superficies.	15
2.2.5	Consolidación de suelos.	15
2.2.6	Problemas geotécnicos en las autopistas.....	16
2.2.7	Especificaciones físicas e índice del suelo.....	17
2.2.8	Granulometría de superficies.	17
2.2.9	Límites de Atterberg.....	18
2.2.10	Planes de organización de suelos.	18
2.2.11	Estabilización de suelos.	24



2.2.12 Organización de superficies con finalidades de estabilización	24
2.2.13 Insumos empleados en la gestión de superficies	25
2.2.14 Variantes que afectan el modelo de los pavimentos.	27
2.2.15 Organización de superficie con finalidad de estabilización.	28
2.2.16 Problemáticas geotécnicas en las vías.	29
2.2.17 Modelo de caminos no pavimentados.	29
2.2.18 Métodos de diseño.	29
2.2.19 Método AASTHO.	30
2.2.20 Módulo de resiliencia.	30
2.2.21 Análisis de tráfico.	30
2.3 Marco conceptual	30

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación	33
3.1.1 Nivel de investigación	33
3.1.2 Tipo de investigación	33
3.1.3 Método de investigación	33
3.1.4 Diseño de la investigación.	34
3.2 Población y muestra	34
3.2.1 Población	34
3.2.2 Muestra.	34
3.2.3 Diseño muestral.	34



3.2.4	Ubicación del área en estudio.....	34
3.2.5	Procedimientos a la recolección de datos.....	34
3.2.6	Trabajo en laboratorio	35

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1	Muestra de datos conseguidos del análisis.....	40
4.1.1	Especificaciones mecánicas y físicas de la cantera en evaluación para el apoyo en pavimentos.....	40
4.1.2	Cualidades físicas de desechos de ladrillo reutilizado para optimizar las cualidades mecánicas de superficies	47
4.1.3	Cualidades mecano-físicas de superficies de la cantera en evaluación para el sistema del soporte, con suma al 3%, 5%, 7%, y 9% de desechos de ladrillo reciclado.	48
	CONCLUSIONES.....	51
	RECOMENDACIONES	52
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
	ANEXOS	55



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	5
Tabla 2. Gradación de la cantera Caracoto	41
Tabla 3. Productos Conseguídos en el ensayo de Límites de Atterberg.....	42
Tabla 4. Productos Conseguídos del ensayo CBR al 95% y CBR al 100% de la MDS en su condición natural	43
Tabla 5. Corresponde a Arena – Insumo Base	43
Tabla 6. Abrasión de los Ángeles – Insumo Base	44
Tabla 7. Durabilidad al sulfato Insumo Base	45
Tabla 8. Alargadas y chatas – Insumo Base	45
Tabla 9. % de caras fracturadas Insumo Base	46
Tabla 10. Sales solubles – Insumo Base	47
Tabla 11. Cualidades físicas de los desechos de ladrillo.....	47
Tabla 12. F’c del patrón, T 0°C.....	48
Tabla 13. Valores Hallados CBR de superficies de la cantera “Caracoto” con suma de desechos de ladrillo	49



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema típico del suelo..... 14

Figura 2. Optimización del terreno..... 14

Figura 3. Compactación de suelo 16

Figura 4. Problemas geotécnicos 17

Figura 5. Límites de consistencia 18

Figura 6. Estabilización de suelos 24

Figura 7. Estabilización con químicos..... 26

Figura 8. Estabilización con sal..... 26

Figura 9. Curva granulométrica común del insumo ensayado 35

Figura 10. Recta con pendiente para conseguir el LL del insumo ensayado 36

Figura 11. Parábola común de conexión humedad-densidad seca del insumo 38

Figura 12. Curvas penetración vs carga para 56,25 y 12 golpes del insumo 39

Figura 13. Curvas típicas de conexión CBR-densidad seca 39

Figura 14. Curva de gradación de la cantera 41

Figura 15. IP 42

Figura 16. CBR al 100% y 95% 43

Figura 17. Corresponde a arena base vs MTC 44

Figura 18. Abrasión de los ángeles capa base vs MTC..... 44

Figura 19. Durabilidad al sulfato Insumo Base 45



Figura 20. Alargadas y chatas capa base vs MTC.....	46
Figura 21. % de caras fracturadas capa base vs MTC.....	46
Figura 22. % Sales solubles capa base vs MTC.....	47
Figura 23. Ilustración resumen del OCH con suma de desechos de ladrillo.....	48
Figura 24. Gráfico resumen MDS con suma de desechos de ladrillo.....	49
Figura 25. CBR al 95%	50
Figura 26. CBR al 100%	50



RESUMEN

Las ciudades menores de las regiones de Puno aún tienen caminos de tierra sin pavimentar, sin superficies flexibles o rígidas, a pesar de que la mayoría de estos pueblos están pavimentados. La ejecución de pavimentos requiere superficies valorizadas que cumplan con la EG-2013. El sitio de la cantera de suelos de Caracoto es natural y/o estabilizado para erigir los edificios necesarios en las carreteras de Caracoto y el sur de Juliaca. Un Objetivo General es estabilizar la cantera para mejorar sus cualidades mecánicas, lo que puede requerir la adición de desechos de ladrillos: El excedente de ladrillos reutilizados se utilizó para optimizar las mecánicas especificaciones de las superficies de la cantera "Caracoto" y crear la cimentación y subbase de la carretera de Juliaca. Las siguientes respuestas se relacionan con el mecanismo destinado a lograr los objetivos y conclusiones: Los análisis de laboratorio de las superficies de la cantera de Caracoto mostraron una característica sobre el contenido de humedad del suelo, distribución granulométrica, los límites de Atterberg, organización de la parte superficial, como la densidad seca límite y conexión de carga de California más bajos que la EG-2013 para proyectos de pavimentos. Por ende, las cualidades mecánicas de la superficie deben mejorarse mediante la estabilización. Los ensayos de estabilización del suelo utilizando residuos de ladrillos al 3%, 5%, 7% y 9% en peso implican que las subestructuras de base de pavimento flexible deben utilizar el 7% y todas las estructuras de base de pavimento deben utilizar el 9%.

Palabras clave: Estabilización, Ladrillos, Canteras, Pavimento, Residuos.



ABSTRACT

Minor towns in Puno's regions still have unpaved dirt roads without flexible or stiff surfaces, even though most of these villages are paving. Pavement construction requires EG-2013-compliant valorised soils. The Caracoto soil quarry site is natural and/or stabilised for erecting the requisite buildings on Caracoto and southern Juliaca roads. A General Objective is to stabilise the quarry to enhance its mechanical qualities, which may need the addition of brick waste: Recycled brick surplus was utilised to improve the mechanical properties of the "Caracoto" quarry soils and create Juliaca's highway foundation and subbase. The following replies relate to the mechanism meant to achieve the objectives and conclusions: Laboratory analyses of Caracoto quarry soils showed lower natural moisture content, granulometric distribution, consistency limits, soil classification, maximum dry density, and California Bearing Ratio than the EG-2013 standard for paving projects. Thus, soil mechanical qualities must be improved by stabilisation. The soil stabilisation trials using brick waste at 3%, 5%, 7%, and 9% by weight imply that flexible pavement base substructures should use 7% and all pavement base structures should use 9%.

Keywords: Stabilization, Bricks, Quarries, Pavement, Waste.



INTRODUCCIÓN

Conforme con la EG-2013, desarrollada por el MTC, las vías urbanas deben construirse sobre suelos de una calidad que se considere aceptable y además deben mantenerse en cumplimiento con esta norma. En el proceso de aplicación de esta norma se considera la disposición de extracción de la cantera Caracoto. Existen varias urbanizaciones que podrían aportar los insumos para las subbases y bases de los pavimentos. Algunas de estas urbanizaciones pueden ser, Néstor Cáceres Velásquez, Satélite y Nazareno. Se ha aceptado que existen algunos escenarios que pueden requerir la optimiza las cualidades mecánicas de los suelos que se discutieron anteriormente. Esto a pesar de que este es el caso. Para lograr este objetivo, el proceso de estabilización incluirá los ladrillos que sobren de lo requerido. Durante la creación de esta obra, estos objetivos se cumplieron con éxito a través del proceso de producción. En la primera unidad se propuso plantear el análisis de la situación problemática fundamental y se propone que la aplicación de los materiales derivados de las superficies de la cantera de Caracoto se utilicen para el desarrollo de la construcción de pavimentos en las vías de la localidad de Caracoto, que se encuentra situada al sureste de la localidad de Juliaca. A continuación, se presenta una recopilación de tres preocupaciones distintas, junto con los objetivos e hipótesis, así como tres obstáculos particulares, y se presenta una justificación que incorpora componentes técnicos, económicos y ambientales. Además, se presenta una recopilación de tres obstáculos únicos.

En el cap II se examina el contexto, el marco conceptual y teórico. También se proporciona información de fondo. El conocimiento sobre las superficies de cantera y los procesos de estabilización se incluye en todos y cada uno de estos marcos, al igual que en cualquier otro tipo de investigación. Es dentro del marco conceptual que se proporcionan más ejemplos.

Las metodologías que se presentan en el cap III sobre las técnicas de estudio metodológica han sido diseñadas con el objetivo de ser empleadas y llevadas a cabo a nivel



experimental. Esto es resultado del hecho de que esto ha ocurrido. En el cap IV, es la Evaluación y discusión de valores hallados, se puede encontrar un resumen completo de las respuestas a las preguntas. Aquí, investigaremos las cualidades mecánicas y físicas de las superficies del suelo de la cantera Caracoto, así como las características físico-mecánicas de los desechos de ladrillo. Esto se hará con el fin de cumplir con el objetivo de este capítulo. Al final del capítulo se presenta un estudio de varias soluciones de estabilización diferentes. Una de las posibilidades que se analiza es la incorporación de desechos de ladrillo en proporciones basadas en el peso de tres %, cinco %, siete % y nueve por ciento, respectivamente.



CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Exposición de la situación problemática

El crecimiento poblacional de Juliaca requiere de nuevas construcciones urbanas y proyectos de infraestructura, en especial obras viales, que promuevan la sociedad. La fabricación mecanizada de ladrillos en Juliaca está generando una gran cantidad de residuos de ladrillos que no se aprovechan adecuadamente debido a la falta de conocimiento. De acuerdo con la RNE - CE 010 y la EG-2013, este proyecto de investigación identificará las propiedades de los residuos reciclados de las fábricas de ladrillos y propondrá un material alternativo para las subbases de pavimentos.

Construcción de carreteras utilizando suelos de alta calidad de canteras ubicadas en la localidad de Juliaca como pueden ser, la cantera Taparachi, Espinal" y la cantera Monos. La zona sur de la localidad de Juliaca ha sido testigo del crecimiento de urbanizaciones habitadas por muchos ciudadanos tal es el caso de la urbanización Néstor Cáceres Velásquez, Urb. San Sebastián, San Francisco, Urb. Jesús de Nazareno y la urbanización Satélite. Los pavimentos naturales son una opción para los suelos irregulares en estos proyectos, pero deben diseñarse antes de la construcción de la carretera. La ciudad de Caracoto es sucia. Lamentablemente, la



proximidad y los altos costos de transporte han limitado el paso a paso de estabilización destinado a optimizar las propiedades mecánicas de las superficies del suelo de la cantera Caracoto. Esta tesis tiene como objetivo explicar por qué estos suelos y lascas de ladrillo son relevantes de acuerdo con los requisitos del MTC. El RCD proporcionará escombros de ladrillo de numerosas ubicaciones de la ciudad. Los escombros de ladrillo pueden mejorar la estabilidad del suelo de la cantera y las cualidades mecánicas con un tratamiento adecuado.

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 *Pregunta general*

¿Cómo será la influencia de la incorporación de residuos de construcción de ladrillo reciclado en las propiedades físico-mecánicas del suelo de la cantera Caracoto para la construcción de pavimentos en la localidad de Juliaca?

1.2.2 *Preguntas específicas*

- ¿Cómo son las propiedades físico-mecánicas de los suelos de la cantera Caracoto?
- ¿Cuáles serán las características físicas de los residuos de construcción de ladrillo reciclado?
- ¿Cuál será las nuevas propiedades mecánicas mediante el ensayo de Proctor y CBR con la adición de residuos de construcción de ladrillo reciclado?

1.3 Justificación de la investigación

Este trabajo de investigación, realiza el estudio del uso de desechos reciclados de ladrilleras de Juliaca como material de subbase para pavimento debido a la longevidad, resistencia y rigidez del ladrillo. Podemos verificar que el ladrillo triturado para este uso cumpla con la EG-2013.

La presentación de los resultados del estudio explican las cualidades físicas y químicas de los desechos de reciclaje de ladrillo triturado, lo que permite que se reutilicen para recuperar parte de su energía.



1.3.1 Justificación práctica

Esta investigación demostrará la importancia del óxido de calcio en el hormigón y servirá como referencia para futuras investigaciones documentales y experimentales.

1.3.2 Justificación técnica

La ingeniería siempre desarrolla nueva tecnología para proyectos de construcción. Los suelos de cantera se utilizan a menudo como materiales básicos para carreteras e infraestructura, aunque sus cualidades físico-mecánicas pueden necesitar mejoras. Por lo tanto, tuvo lugar la estabilización de la superficie para optimizar las cualidades del suelo a través de la suma de insumos correctos. Estos componentes ahora añaden cemento, cal, asfalto y yeso. Se utilizarán ladrillos reciclados y escombros de demolición para construir este componente, por lo que se necesita una clasificación y un tratamiento cuidadosos para garantizar sus características físicas y estructurales.

1.3.3 Justificación ambiental

Las carreteras y autopistas causan enormes daños ambientales, pero las tecnologías modernas pueden mitigar estos efectos. Esto se aplica especialmente a los desechos que han contaminado los factores ambientales tales como el suelo, el agua y el aire. Como las mezclas asfálticas residuales, los aceites, los lubricantes y los ladrillos de arcilla se utilizan para crear nuevas carreteras sin que estas consideren problemas de carácter técnico, para evitar y poder reducir los daños.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar la influencia de la adición de los residuos de construcción de ladrillo reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de cantera Caracoto para la construcción de pavimentos en la ciudad de Juliaca.



1.4.2 *Objetivos específicos*

- Evaluar las propiedades físico-mecánicas de los suelos de la cantera Caracoto.
- Evaluar las características físicas de los residuos de construcción de los ladrillos reciclados provenientes de la demolición.
- Analizar las nuevas propiedades mecánicas de los suelos de la cantera Caracoto con la adición de residuos de construcción de ladrillo reciclado según los ensayos de CBR y Proctor.

1.5 **Hipótesis**

1.5.1 *Hipótesis general*

La incorporación de los residuos de construcción de ladrillo mejora las propiedades físico-mecánicas de los suelos de cantera Caracoto para la construcción de pavimentos en la localidad de Juliaca.

1.5.2 *Hipótesis específicas*

- La incorporación de residuos de ladrillo permitirá mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de la cantera Caracoto, para que cumplan con las especificaciones del MTC
- Las características físicas de los residuos de construcción de ladrillo reciclado incorporado en los suelos de la cantera Caracoto permitirá mejorar sus propiedades mecánicas del suelo.
- La adición de residuos de construcción de ladrillo reciclado mejora la condición de las propiedades mecánicas de los suelos de la cantera en estudio.

✓ **Variable independiente**

Material de residuos de ladrillos reciclados

a. Indicadores

- % de incorporación de ladrillo reciclado



✓ Variable dependiente

Características mecánicas y físicas de la vía

a. Indicadores

- Gradación
- CBR, PM
- LL, LP

1.6 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR
Variable independiente: Residuos de ejecución de ladrillos reciclados	La generación de desechos de ejecución y demolición, a veces denominados RCD, está estrechamente vinculada a la construcción. Estos residuos están asociados a la industria de la construcción. Es la creatividad la responsable de la destrucción de edificios e infraestructuras antiguas, además de la construcción de nuevas iniciativas. Es deber del sector de la construcción cumplir con esta obligación.	5%, 7% y 9%	%
Variable dependiente: Cualidades físicas y mecánicas de los suelos de la cantera	Se requiere un examen exhaustivo de las cualidades mecánicas y físicas que deben estar presentes en una cimentación granular para que sea conforme a las especificaciones que se han establecido EG-2013 (MTC, 2013).	Propiedades físicas y mecánicas	Gradación CBR, PM LL, LP



CAPITULO II

MARCO TEORICO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes del trabajo de investigación

2.1.1 *Antecedentes internacionales*

Uno de los estudios que Farhad R. llevó a cabo en 2014 para evaluar la posibilidad de utilizar ladrillos reutilizados como material agregado para las hiladas de cimentación de los arcones se terminó con éxito. El departamento que depende del Departamento de Transporte de Minnesota. Las muestras de ladrillo recolectadas variaban en edad desde ocho meses hasta ciento treinta años, y las últimas muestras de ladrillos se originaron a partir de acciones vinculadas a la construcción y destrucción. La edad de las muestras de ladrillos variaba desde ocho meses hasta ciento treinta años. El estudio se realizó con la intención de determinar si el ladrillo reciclado podría o no usarse en la construcción de carreteras que se planeaban. Después de pulverizar las muestras, se sometieron a tres pruebas distintas: absorción de humedad, resistencia a la abrasión y resistencia a los elementos. Se reveló, como resultado del estudio realizado, que la mayoría de los ladrillos no cumplían con las especificaciones para agregados de cantera que estableció el Departamento de Transporte de Minnesota (MnDOT). Los criterios que se han determinado son los siguientes: abrasión al 41,6%,



absorción al 8,7% y cumplimiento del ensayo de solidez para sulfato de magnesio. Según los resultados del estudio, los investigadores recomendaron que la subbase no debería incluir más del 10 por ciento de agregado de ladrillo en ningún momento.

Una investigación que Cameron D., Rahman M. y A. M. llevaron a cabo y publicaron en 2013 reveló sus resultados. La construcción de carreteras sin aglomerado que utilizan agregados reciclados como material para el desarrollo de infraestructuras. UniSA es la organización que se encarga de representar a la Universidad de Australia del Sur. Una institución que otorga el mismo peso a los entornos naturales y artificiales en términos de su importancia. Para determinar si es posible o no crear pavimentos utilizando agregado de (RCA) y (RCM), tuvo lugar un análisis en Adelaida, Australia. La finalidad del proyecto fue analizar la viabilidad de utilizar estos materiales. La deconstrucción es el proceso que da como resultado la producción de estos dos materiales. Para determinar la propiedad de módulo de elasticidad y la tasa de deformación, se llevaron a cabo varias investigaciones. Estas investigaciones incluyeron abrasión, permeabilidad, límites de Atterberg, pruebas triaxiales sin drenaje CBR y pruebas triaxiales de carga repetida, entre las investigaciones que se llevaron a cabo. A continuación, se incluye una compilación de los valores obtenidos de las numerosas pruebas que tuvieron lugar: Esto significó que el RCM se incluyó en RCA hasta el nivel del veinte por ciento. El dos por ciento fue el índice de plasticidad, el cuarenta y dos por ciento fue el valor de abrasión de Los Ángeles y la relación de rodamiento de California (CBR) fue al menos el ochenta por ciento. El límite líquido fue el veintisiete por ciento y el índice de plasticidad fue el dos por ciento. Todos y cada uno de ellos es el resultado que se obtuvo. Debido a que cumplieron con los estándares que ya estaban vigentes, fueron aceptables para su uso en la ejecución de pavimentos de carreteras. Esto se debió a que calificaron de acuerdo con las especificaciones. Cuando RCA se combina con RCM, la tasa de deformación del material aumenta, pero el módulo elástico del material disminuye. Esto se debe al hecho de que la proporción de RCM aumenta en proporción a la cantidad de RCA



presente. El incremento de la velocidad de deformación y la pérdida de rigidez que se producen durante esta fase dificultan la utilización de las combinaciones como insumo de soporte, debido a que ambos procesos se producen simultáneamente. Por otro lado, el RCA que incluye hasta un veinte por ciento de RCM resultó ser adecuado para su uso como subbase para superficies de carreteras, según los resultados del trabajo de investigación.

2.1.2 Antecedentes nacionales

En el año 2019, Acuña y Rumaja examinaron las cualidades físicas, químicas y mecánicas de los materiales de escombros reutilizados de las ladrillerías de San Jerónimo en la localidad de Cusco. Se utilizaron pruebas de laboratorio en la investigación cuantitativa exploratoria y experimental. Las cuatro muestras de desechos de ladrillos quemados reciclados promediaron 45,58% para abrasión de Los Ángeles, 53,8% para CBR, 85,37% para equivalente de arena, 0,14% para sales solubles y 18,13% para partículas planas y alargadas. Los 4 especímenes de desechos reutilizados de ladrillos cocidos en exceso promediaron 28,45% de abrasión de Los Ángeles, 66,94% de CBR, 0,02% de sales solubles, 16,37% de partículas planas y alargadas y 100% de equivalente de arena. Estos resultados se comparan con el insumo de subbase natural de la cantera Sencca, que tenía un 27,92 % de abrasión de Los Ángeles, un 51,28 % de CBR, un 9 % de índice de plasticidad, un 25 % de límite de fluidez, un 35,74 % de equivalencia de arena y un 0,11 % de sales solubles. Los materiales de prueba también cumplen con los estándares granulométricos de EG-2013. El insumo de la cantera Sencca tiene valores de LL y LP, mientras que las muestras cocidas y sobrecalentadas no los tienen. Los materiales quemados y sobrecalentados se pueden utilizar para la subbase del pavimento de acuerdo con EG-2013, y las curvas granulométricas de ambos especímenes de ladrillos son similares ya que fueron tratadas en la misma trituradora.

Reyes (2019) en su proyecto que persiguió la finalidad de determinar las repercusiones del reuso de residuos cerámicos rojos (R.C.R), los que son: ladrillos, tejas, baldosas, mayólicas, entre otros, en la subbase de los pavimentos flexibles, el método que siguió el



proyecto fue una clase de estudio aplicado a nivel correlacional-experimental; por ello realizaron pruebas a 24 especímenes, dichos especímenes fueron dosificadas en proporciones porcentuales sucesivas; luego los diez especímenes fueron sometidas a estudios de laboratorio resultando como producto un CBR de 26% para la muestra 12.5/87.5, posteriormente se pudo obtener una densidad seca límite de 1.82 g/cm³, con un contenido de humedad óptimo de 12.9%, y LL de 22%; por otro lado, para el espécimen 25/75 se obtuvo un valor de CBR de 34,6%, una densidad seca límite de 1,827 g/cm³, LL de 17% y a su vez un contenido de humedad óptimo de 11,7%; por último, para el espécimen 50/50 se consiguió un CBR de 40,9%, con un contenido de humedad óptimo de 10,5%, obteniéndose una densidad seca límite de 1,845 g/cm³ y un LL; además del insumo R.C.R. El cribado clasificó al material como una arena bien calibrada con limo por el sistema SUCS y A-1-a (1) por AASHTO, con un IP y un LL de 21%. La combinación de dosificaciones variables de ambos materiales permitirá mejorar las condiciones y propiedades geotécnicas de los suelos. Donde sólo las relaciones 25/75 y 50/50 cumplen con los criterios de subbase para pavimentos flexibles de la CE 010 Pavimentos Urbanos, mientras que la relación 12,5/87,5 presenta un CBR de 26%, por debajo del límite de 30%.

2.1.3 Antecedentes locales

Los autores Salamanca y Condori (2010) afirman en su trabajo titulado "Incidencia del polvo de ladrillo en la compactación de suelos para obras viales" que los resultados de las pruebas de laboratorio indican que la sustitución del polvo de ladrillo por un 5% a 10% de finos en peso produce un aumento de la densidad seca superior al 10%. Esta es la conclusión a la que los autores pudieron llegar después de realizar las pruebas. Esta suposición está respaldada por los valores hallados de los experimentos de laboratorio llevados a cabo, que proporcionan la base para esta afirmación. Una de las variables que conforma a incrementar la durabilidad de la plataforma es el polvo de ladrillo. Para proporcionar un nivel adecuado de durabilidad, las superficies de las vías deben tener la calidad para ser resistentes que



permita aguantar las cargas importantes de todo tipo de vehículos, así como la acumulación de precipitaciones. La composición arcillosa de los ladrillos puede producir disminuciones importantes de la permeabilidad de los suelos compactados cuando se mezclan con polvo de ladrillo. Esta reducción se produce por la combinación de polvo de ladrillo y polvo de ladrillo. El uso de una combinación homogénea es necesario ya que al hacerlo se ralentiza la degradación de la carretera, algo que es esencial.

Año 2017 Theresa Gonzales Gonzales. Esta iniciativa se centra principalmente en el reciclaje y la reutilización de recursos que ya no se utilizan, incluidos los materiales básicos y de subbase. Estos materiales tienen el potencial de ser mejorados mediante la incorporación de suelos de cantera que poseen las granulometrías necesarias. Esto se debe a que la forma triturada del asfalto, al acoplarse con los suelos de las actividades de cantera, tiene el potencial de optimizar las cualidades mecánicas del material. Por lo tanto, es importante evitar desechar el asfalto sobrante de los pavimentos anteriores. Además, las losas que se retiran de los pavimentos duros son un excelente material para el desarrollo de agregados reciclados. En el desarrollo de elaboración de concreto que cumple con los estándares de resistencia reglamentarios, la incorporación de estos agregados reciclados a los agregados naturales hace que el proceso de producción sea más simple. La meta de este proyecto es evaluar el desempeño mecánico de los pavimentos que se han construido con materiales reciclados. Las vías que se utilizarán para esta investigación se encuentran en la región San Miguel, San Román, Puno -2017. En esta investigación se utilizó un diseño transversal y no se realizaron experimentos como parte de la investigación. Este diseño, que se distingue por sus componentes y el alcance de la investigación, crea la apariencia de que se realizó una cantidad suficiente de estudio para brindar una explicación a los fenómenos. Si bien se ha demostrado que la $F'c$ disminuye cuando el porcentaje de agregados reciclados supera el 10%, los hallazgos sugieren que los desechos de pavimentos inflexibles pueden reusarse para fabricar agregados reciclados, que después pueden usarse en concreto para la ejecución de vías



utilizando agregados reciclados. Esto a pesar de que la resistencia del concreto disminuyó cuando el porcentaje de agregados reciclados superó el 10%. A pesar de que este resultado es aceptable, el reciclaje de agregados sigue siendo una posibilidad. La f'_{cr} , determinada en $f'_{c}=210 \text{ kg/cm}^2$, se ha conseguido empleando, con una adición del 70% de agregado grueso natural y 30% de agregado grueso reciclado. Como consecuencia de ello se obtiene un hormigón $f'_{c}=205 \text{ kg/cm}^2$, lo que implica una disminución de la resistencia del 5%.

Apaza 2022. Hoy en día, los materiales de construcción reutilizados se utilizan para la sostenibilidad ambiental. Muchas naciones lo utilizan para reducir las consecuencias de los residuos sólidos no tratados. Los planes de manejo de desechos eficaces se construyen a partir de la recuperación de materiales de construcción, lo que garantiza que cumplan con los requisitos de la aplicación. Este estudio examina las cualidades mecánicas y físicas del material de cantera natural y los escombros de hormigón reciclado para subbases de pavimento. En esta tesis se empleó el diseño experimental aplicado con población ilimitada. La evaluación de los valores se basó en el programa experimental, que probó el insumo natural, el insumo reciclado y la combinación ideal con el límite CBR%. Se muestrearon el hormigón reciclado (MR) y el material natural Cantara Taparachi (MN). Se evaluaron las cualidades físicas del MR (prueba de abrasión, IP, gradación, equivalente de arena y plano y alargado) y las propiedades mecánicas del MN (prueba Proctor y CBR). Se probaron mezclas con diferentes porcentajes de MR (60, 40, 20 y 0%) para Proctor y CBR. Se tomó la muestra ideal de las mezclas para probar la Subbase y compararla con el MN. La Mezcla 03 (60% MN y 40% MR) tiene una capacidad de carga CBR superior, lo que indica que los escombros de concreto reciclado mejoran las cualidades las características mecánicas y físicas de los insumos naturales de las canteras con una plasticidad IP elevada, lo que lo hace adecuado para la formación de subbase de pavimento flexible en Juliaca 2022, superando los estándares límites de EG – 2013.



2.2 Marco teórico

2.2.1 *Suelo de fundación*

Al considerar los viajes por tierra, las superficies ofrecen una variación y complejidad prácticamente infinitas. Después de la sistematización y generalización científica, la categorización de los suelos debe reevaluarse a fondo. Las técnicas de categorización de suelos existían antes, pero nuestra comprensión era mucho menor. Los sistemas iniciales se basaban en características triviales o eran difíciles de asociar con características básicas; ahora están obsoletos.

La clasificación es un método simple de clasificación de suelos. De hecho, dividir el suelo en fracciones de tamaño de partículas es adecuado para categorizarlo si cada fracción ha sido nombrada en función de rangos de tamaño. Dado que los procedimientos de categorización del tamaño de partículas eran simples, muchos ingenieros aún vinculan la grava, la arena, el limo y la arcilla con las dimensiones de las moléculas en varios suelos o fracciones. Dado que las aplicaciones de ingeniería necesitan la categorización del suelo por parámetros mecánicos fundamentales, un sistema debería hacerlo. Un técnico puede usar un sistema de categorización para crear criterios y seleccionar qué rutas seguir antes de aprender más sobre las cualidades del suelo. Aunque parecen simples, la organización de la dimensión de las moléculas y las propiedades cruciales son volátiles y vulnerables a anomalías y situaciones inusuales. Por lo tanto, los criterios de clasificación basados en un solo tamaño de partícula son en gran medida ineficaces.

2.2.2 *Asentamiento del terreno de fundación*

Cuando la fuerza de las excavaciones se aplica sobre un suelo de cimentación delgado y compresible, el problema más importante que surge es la probabilidad de que se formen asentamientos dentro de la cimentación:

- Debido a la gran cantidad de presión que ejerce el terraplén en la parte del centro de la corona en contraste con la presión que se halla por debajo de la

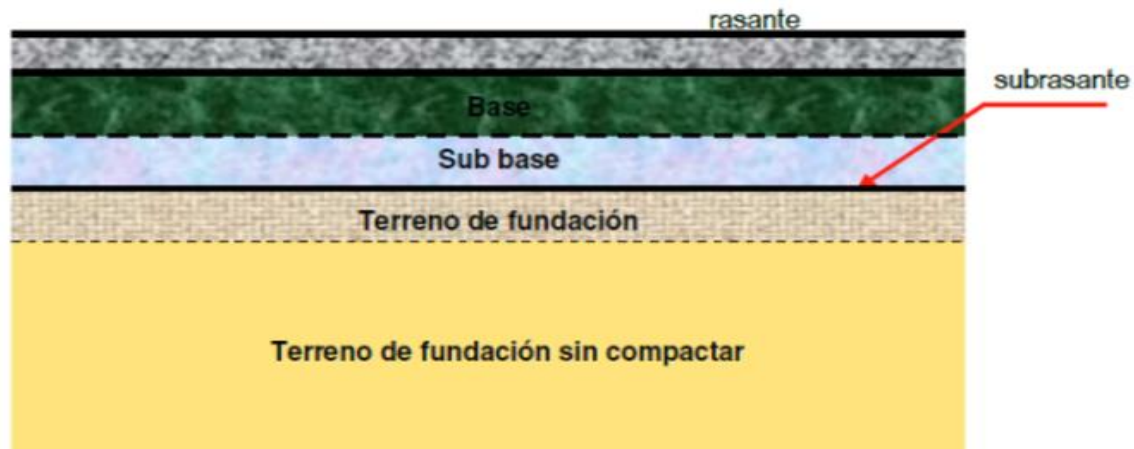


superficie de la calzada, hay una reducción en la cantidad de actividad de bombeo que se lleva a cabo. Esto se debe a la diferencia de presión.

- Cuando se forman asentamientos diferenciales longitudinales, tienen un efecto perjudicial sobre las capas del pavimento, donde el sistema de drenaje y otros componentes que son esenciales para el funcionamiento de la carretera. Estos asentamientos son causados por cambios en el flujo del suelo de cimentación, que son causados por la producción de asentamientos diferenciales longitudinales.
- Para cruzar con seguridad áreas inundadas o encharcadas, es necesario disminuir la altura del terraplén en una cantidad suficiente. Esto es imprescindible.
- Los pequeños sistemas de drenaje experimentan una disminución progresiva de su eficacia con el tiempo, con el núcleo del sistema hundiéndose más que los extremos del sistema. La consecuencia inevitable de esto es que la disposición hidráulica se vuelve insatisfactoria, lo que finalmente lleva al colapso del sistema.
- Si el terraplén es considerable en ancho y tiene bermas, existe la probabilidad de que aparezcan grietas hacia la parte superior del terraplén. Esto es particularmente cierto si el terraplén está compuesto por en su sección por bermas.
- Si los terraplenes que permiten el acceso, como los que tienen un soporte de pilotes del tipo punta, no están incluidos en la asentación, la transición que se necesita entre estas estructuras y las estructuras principales se verá obstaculizada. Esto se debe a que la transición es necesaria.

Figura 1

Sistema típico del suelo



2.2.3 Mejoramiento de la zona de fundación.

En muchos casos se puede observar que el suelo para el cimiento suele ser considerablemente fuerte, compresible y bastante dura como para poder soportar en caminos afirmados. Este fenómeno puede ser causado por la estructura de la cimentación y las bajas presiones. Existe una tendencia significativa de que los terraplenes reaccionen incluso a cambios mínimos que ocurren dentro del sistema. Esta tendencia es significativa. Tanto las cuestiones antes mencionadas como las soluciones que se han propuesto para ellas suelen ser excesivamente costosas y limitadas en cuanto a su alcance geográfico.

Figura 2

Optimización del terreno





2.2.4 Plan de organización de superficies.

La inspección de todas las edificaciones, puentes y planes requiere conocimiento del suelo. La identificación in situ y la minimización de las muestras dañadas son cruciales. Los elementos visualmente identificables incluyen marga azul, arena fina, amarilla y otros. Todos los laboratorios deben llevar a cabo ambos ensayos fundamentales de las formas indicadas. Para suelos cohesivos, donde la densidad relativa y para tipo de superficies consideradas no cohesivas, la humedad natural o la F'_c sin confinamiento son útiles. En cambio, estas estadísticas muestran un reconocimiento generalizado. Con esta información, el ingeniero puede identificar los tipos de suelo y comprender sus propiedades. Se intentó categorizar los suelos. Esta descripción requiere un análisis simplificado del tamaño de partícula y un estudio del límite de Atterberg. También son útiles las características del contenido de humedad o la F'_c sin confinar para tipo de suelos considerados no cohesivos y la densidad relativa o el ID para suelos cohesivos.

2.2.5 Consolidación de suelos.

Esta optimiza la compresibilidad, la resistividad y la relación deformación-esfuerzo. El volumen del suelo cambia rápidamente debido a la reducción de los huecos. La pérdida de aire y los cambios de volumen son el resultado de la consolidación del suelo que bloquea el drenaje de agua a través de los huecos del suelo. La tierra compactada está parcialmente saturada.

La compactación crea un sistema de superficie que mantiene el rendimiento mecánico durante todo el proyecto. Aunque la permeabilidad y la flexibilidad son importantes, rara vez se prefieren al comportamiento esfuerzo-deformación, la resistencia y la compresibilidad. Estas posibles disparidades se vuelven más complejas cuando se espera que los suelos compactados duren y toleren el agua y las cargas.

Figura 3*Compactación de suelo*

2.2.6 Problemas geotécnicos en las autopistas.

La construcción de carreteras requiere una evaluación geotécnica de los insumos de cantera y de la superficie de cimentación, puesto que es necesario perseguir las siguientes finalidades de estudio:

- ✓ Evaluar la eficiencia de la construcción y de los materiales.
- ✓ Utilizar bien los recursos de trazado.

El ingeniero actúa según las tendencias históricas de la primera parte. Antes de principios del siglo XX, las carreteras se creaban utilizando materiales accesibles. Las maneras actuales de movimiento de tierras y la inexistencia de un sistema de análisis inspiraron esta idea. Los materiales de calidad superior se hicieron populares en la mejora de la serviciabilidad del tráfico en la carretera y la infraestructura requería más resiliencia. Algunas áreas inicialmente tienen nuevas carreteras, represas, embalses y ferrocarriles. Se necesitan más movimientos de tierra, especialmente en lugares empinados, para una movilidad rápida y segura. En tercer lugar, la conciencia ambiental promueve soluciones ecológicas. La economía guió la optimización y el uso inadecuados del suelo. Para evitar la eliminación de basura y la transferencia de elementos prestados o en disputa, examine y mejore los materiales de la ruta.

Figura 4

Problemas geotécnicos



2.2.7 Especificaciones físicas e índice del suelo.

El suelo es líquido, sólido y gaseoso. La fase sólida incluye minerales superficiales y sólidos adsorbidos. El agua predomina en la fase líquida, aunque otros líquidos diminutos pueden alcanzar las superficies. Puede haber dióxido de carbono y vapores de azufre, aunque predomina el aire. A menudo se denomina a esta última una capa viscosa de agua adsorbida entre las fases sólida y líquida que se desintegra durante la evaporación intensa del suelo. Líquido y gas superficiales. Solo las fases líquida y sólida cubren esta superficie. El material vegetal descompuesto domina el contenido orgánico de la turba. Después del examen de los parámetros del suelo, estos aspectos son más fáciles de medir. Se pueden determinar el peso unitario de la superficie, las muestras saturadas y la densidad molecular del apoyo.

2.2.8 Granulometría de superficies.

La clasificación de la dimensión de las moléculas es crucial para los suelos. La categoría es necesaria para comprender la interacción entre la dimensión de las moléculas y el suelo en ingeniería. Las características cuantificables se utilizan en las clasificaciones de suelos. La masa del espécimen determina el área de superficie seca y friable conservada entre dos tamices en una sucesión. Distribución de la masa a lo largo de cada tamiz. La abertura máxima del tamiz para tamizar es de 0,070 mm. Hacer que el limo y la arcilla sean más finos

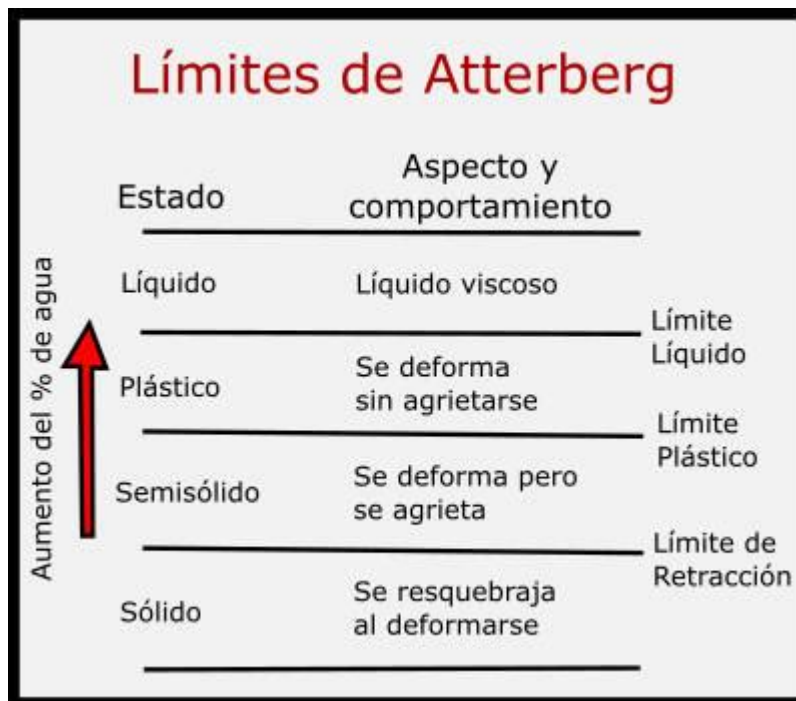
se está volviendo cada vez más difícil. Para medir las partículas de limo y arcilla, se necesita sedimentación.

2.2.9 Límites de Atterberg.

La arcilla funciona gracias a sus minerales. La humedad y la arcilla determinan la flexibilidad del suelo. Compare el suelo con muestras secas y saturadas para determinar su contenido de agua. El 1ero es flexible, por otro lado, el número 2 es duro y frágil. La humedad del suelo afecta la consistencia y la elasticidad. Las características de los límites de consistencia o las medidas de consistencia cuantifican la plasticidad. LL indica el contenido de humedad natural en el cual los rollos de superficie colapsan con un umbral de energía dado, mientras que LP indica el contenido de humedad en el cual las pastes de suelo estrechos se rompen bajo consolidación.

Figura 5

Límites de consistencia



2.2.10 Planes de organización de suelos.

Todas las estructuras, como puentes y obras de construcción deben ser evaluados, lo que permite la minimización de las muestras dañadas son cruciales. Esto implica la



identificación del suelo para la caracterización de la muestra. Los elementos visualmente visibles incluyen marga azul, arcilla dorada, arena fina y otros.

Facilita la identificación del suelo y la comprensión del comportamiento para los ingenieros. Su esfuerzo de clasificación de suelos.

2.2.10.1 Plan de organización SUCS.

Un aspecto estructural clave de SUCS es la Tabla de Plasticidad. Este estudio se realizó con casagrande. Los valores hallados de este estudio están aquí. Casagrande halló que los suelos unidos a una codificación con una LL en la dirección de la abscisa y un registro de plástico en una de las direcciones de la ordenada convergen para asignar suelo a cada sección de la tabla con diferentes características. Debido a esto, Casagrande puede restringir la agregación de entradas finas durante las audiencias de calidad.

a) Suelos gruesos.

Dos letras mayúsculas indican la insignia de cada organización. Una lista ayuda a explicar su significado:

- Viven en suelos ricos en grava. Una frase amplia, grava, se escribe con G.
- Suciedad visible: arena. La letra S representa arena.

Como no hay otros rasgos distintivos, el suelo es del grupo genérico S. La categorización utiliza el tamiz n.º 4. La arena y la grava son depósitos en las cuatro formaciones geológicas:

- 1) Excelente sustancia con calificaciones y castigos mínimos. Bien calificada. La combinación de símbolos genéricos crea GW y SW.
- 2) Entrada mal juzgada con pocas consecuencias. P señala mal análisis. La combinación de símbolos genéricos crea grupos GP y SP.
- 3) Insumo con moléculas no plásticas. M (terrible en sueco). Valores hallados de la cohorte GM/SM.
- 4) Tiene numerosos polímeros. C representa arcilla. Las categorías GC y SC.



1) Grupos GW y SW.

Estos son evaluados de formar consistente. Los estudiantes son evaluados por consistencia (Cu) y forma (Cc) en la instalación de estudio. Las rocas calificadas fluctúan entre 1 y 3 y son consistentes por encima de 4.

2) Grupos GP y SP.

Estos restos son consistentes ya que no tienen un agente en la parte media y cuentan con un solo intervalo de tamaño o nivel de potencia.

3) Reuniones de GM y SM.

Para poder hallar el componente de la mano de obra n.º 40 que está por debajo de la ubicación de la línea A, identifíquelo o verifique que su participación acumulada sea menor al 6 %. Esto identificará el componente relacionado con la tarea. La deformación por deformación, el umbral de filtración libre y el número de partículas determinan las cualidades cualitativas del componente grueso en los materiales compuestos. Solo el 4 % de los votantes de Big House respondió a la encuesta. Una toma dual como de la clase GW-GM muestra el tipo de roca ampliamente mejorada con la incorporación de aletas no plásticas que varían del 6 al 13 %.

4) Grupos GC y SC.

La división en el trabajo n.º 40 en la línea A requiere la mayor distinción y el disco de plástico debe ser más aparente que el 6 % al 7 %. El disco de plástico debe ser más visible de lo esperado. Los mismos factores similares determinaron que las juntas tienen una clasificación GM y SM tuvieron penalizaciones superiores al 13 % en parte del peso. Los mismos factores causaron este resultado. Los materiales que están muy desgastados, tienen menos del 5 % de partículas y están confinados por los niveles de roca y agua se incluyen en la tabla GW-SW. A diferencia del perímetro, esto suele ser lo opuesto.



b) Suelos finos.

Esta sección cubre el manejo del Sistema de suelos agrupados, indicados por dos letras mayúsculas para cada grupo. Estos símbolos fueron elegidos utilizando los mismos criterios que los suelos gruesos, lo que dio como resultado las siguientes divisiones:

- Sedimento inorgánico0
- C significa arcillas no orgánicas.

Cada categoría de superficie contiene dos enlaces de retención de líquidos. Si las superficies ML, CL u OL tienen una compresibilidad inferior al 50%, la tabla no especifica la etiqueta como L.

A. Grupos CL y CH.

Estos se encuentran en superficies no orgánicas. Ip supera el 6% y LL es del 50% en el segmento de conjunto CL de la línea A. Las ruedas CH varían desde el área por encima de la línea A ($LL > a$ la mitad).

B. Grupos ML y MH.

En la primera tabla, ML, posee LL al 50% abajo de la línea A e IP al 6% y 4% por encima de ella, en contraste al área abajo de la línea A, que tiene $LL > \text{medio}$. Estos suelos refinados y delicados tienen muchas partículas de suelo, como otros especímenes de lodos de molino.

C. Reuniones OL y OH.

Los naturales con frecuencia se alinean con la línea A, pero los ML gruesos y los MH gruesos muestran estas interacciones. Procesar el fluido más alejado de una superficie inorgánica no cambia su índice de flexibilidad, elevándolo a un estado posible más distante. Porque el color que fluye se expande ligeramente.

D. Grupo Pt.

Los bordes de las superficies de turba se pueden determinar después de un examen intensivo con llana Ideo. Los registros plásticos son del 100% al 150% absolutamente.



Al igual que los suelos espesos, se utilizarán cajas frontales gemelas si un componente fino no coincide con uno de los compuestos. MH-CH interactúa con partículas pequeñas en el núcleo del archivo plástico hasta que se alcanza la línea A. La física de los ensayos de superficie gruesa necesita esta representación para un procedimiento especializado confiable.

2.2.10.2 Plan de organización AASHTO.

Este método divide los suelos en 8 grupos basados en el desempeño utilizando las letras A-I a A-8. Donde este método puede dividir los suelos inorgánicos en clases de grupos A-I a A-7. Esta estrategia siguió el enfoque anterior. Estas personas se dividen en 122 agrupaciones. Los compuestos orgánicos dominan los suelos A-8.

a) Suelos granulares.

El material pequeño puede pasar a través del filtro 200 y alcanzar una concentración del 35%. Los suelos se utilizan para clasificar los grupos de las clases; A-1, A-2 y A-3.

Grupo A-1:

En este tipo de grupo se detectarán las gravas, arena y una cantidad pequeña de aglutinante. Se utilizaron características individuales para evaluar estas combinaciones. Esta categoría también incluye combinaciones sin aglutinante de alta calidad:

- ✓ Los materiales a base de piedra o grava se clasifican como A-1a, independientemente de la calibración del agente aglutinante. Esto ocurre independientemente de los agentes aglutinantes en los materiales.
- ✓ Incluso con un aglutinante, los materiales A-1b son en su mayoría arena gruesa bien clasificada. La mejor categorización es esta.

Grupo A-2:

Tiene una variedad de componentes granulares y partículas diminutas que constituyen menos del 35%:

- ✓ Las categorías A-2-4 y A-2-5 incluyen materiales con calidades de suelo A-4 y A-5. Ciertos insumos pueden pasar un tamiz de tamaño 40 con un 35-50%



de partículas pequeñas. Estos materiales tienen niveles de limo que superan la categoría A-1. La mezcla de grava y arena es arenosa. También tienen materiales de arena fina más limo no plástico que los depósitos considerados en la categoría A-3.

- ✓ Sin embargo, mientras que los suelos A-6 y A-7 tienen la misma fracción de suelos que pasan por el tamiz 40, su composición es similar.

Grupo A-3:

La arena con una concentración mínima de limo y la arena fina son ejemplos. Esta categoría incluye arena de río, gruesa y sin piedras.

b) Suelos finos limo arcillosos.

La investigación mostró que el filtro de malla 200 eliminó el 135% de las partículas diminutas. Los tipos de suelo incluyen A-4, A-5, A-6 y A-7 según sus características.

Grupo A-4:

Considerando el 75% de la cantidad de las partículas son suficientemente pequeñas para pasar a través del tamiz de malla 200. Esta categoría tiene suelos inflexibles. Esta categoría incluye una combinación de limos con hasta aproximadamente un 65% de material de grava y arena. Donde la categoría puede cubrir mezclas similares.

Grupo A-5:

No disponen de moléculas micáceas ni diatomeas que diferencien estas superficies de las de la categoría anterior. Se diferencian únicamente en esto. Su flexibilidad y características innatas les proporcionan una gran capacidad líquida.

Grupo A-6:

Estas personas utilizan arcilla plástica. Por lo menos un 76% de estos tipos de suelos que deben permitir el paso por el tamiz de malla 200 para ser considerados aceptables. Se permiten mezclas de arena y arcilla si la proporción arena-grava es inferior al 64%. La

disposición volumétrica de estos materiales normalmente cambia durante la transición de seco a húmedo.

Grupo A-7:

Estas superficies son iguales a A-6 más allá de la elasticidad. Este sistema restringe los líquidos.

- ✓ Subgrupo A-7-5: Elementos por debajo del índice de plasticidad y el límite líquido.
- ✓ Subgrupo A.7.6: Superficies con un alto índice de flexibilidad en comparación con el límite líquido y cambios volumétricos considerables.

2.2.11 Estabilización de suelos.

Dos enfoques mejoran la estabilidad del suelo: El aumento de la superficie cumple con la resistencia al corte, en situaciones acuáticas, aunque las fluctuaciones del contenido de agua pueden causar inestabilidad volumétrica cuando se realiza de manera efectiva.

Figura 6

Estabilización de suelos



2.2.12 Organización de superficies con finalidades de estabilización

Los estudios visuales y manuales son el primer paso en la evaluación de la estructura y las características del suelo. La composición mineral afecta la estabilidad del volumen del suelo, por lo que debe examinarse. La microscopía química, infrarroja, de rayos X y electrónica pueden identificar minerales. Abordar la estabilidad y la coherencia. Las



observaciones de campo pueden identificar minerales en la mayoría de las aplicaciones prácticas.

- ✓ Estratigrafía detallada del suelo y evaluaciones regionales. La perforación o el muestreo de pozos no perturbados es crucial. Verifique los tonos del tipo de suelo y el agua presente en los estanques y examine los recortes frescos.
- ✓ Sumerja la muestra extraída del suelo con agua destilada. La recomendación es una evaluación global. El grupo no debe alterarse antes de la inmersión en agua, excepto para secarse. La conducta del grupo se observa durante 10 minutos después de la inmersión.

La dispersión se muestra mediante halos que rodean cada categoría sobre un fondo negro. Usar la formas más óptima puede ahorrar dinero sin poner en peligro la estabilidad del planificador. Comprender las propiedades y la composición del suelo mejora la identificación de la superficie.

2.2.13 Insumos empleados en la gestión de superficies

El enfoque de diseño afecta la estabilidad. Se necesita una caracterización detallada de la superficie para identificar la categoría y la cantidad adecuadas de estabilizador. Las secciones a continuación cubren los conceptos básicos de los aditivos estabilizadores del suelo.

2.2.13.1 Estabilización con productos químicos.

Varios agentes químicos han logrado este objetivo, generalmente con éxito. La estabilización basada en ácidos se está volviendo más popular debido a las pruebas que muestran que numerosos ácidos mejoran la calidad del suelo, algunos de los cuales son alternativas económicamente viables a los tratamientos estándar.

Figura 7*Estabilización con químicos***2.2.13.2 Estabilización con sales.**

Los ácidos y las bases se neutralizan para formar sales. Sales como NaCl , CaCl_2 y KCl son típicas. La fórmula química es NaHCO_3 . Muchas sales básicas incluyen iones hidroxilo. Las sales ácidas incluyen iones de hidrógeno. El laboratorio ha probado varias sales, pero el coste y la disposición de estas las han restringido al Na y al CO_3 , ampliamente reconocido, sustancialmente ampliado.

Figura 8*Estabilización con sal***2.2.13.3 Control con CaCl_2**

Acorde a la clase de superficie, el 0,5% de CaCl_2 puede incrementar los pesos volumétricos en un once %. No obstante, es requerido más estudios. El Cuerpo de Ingenieros



recomienda esta sal porque reduce el polvo en las carreteras sin pavimentar. Puede conservar dos 2/3 de la humedad necesaria. Las principales restricciones del CaCl_2 incluyen:

- ✓ Ciertos insumos son posibles de atravesar una malla del tamiz de 200 y actuar debidamente a la incorporación y la reacción con la sal.
- ✓ El compuesto de la sal necesita mantenerse en su lugar ya que se ubica alejado del punto del nivel freático.

Regule el suelo utilizando Na_2SiO_3 . Cuando se hidratan, los silicatos de calcio gelatinosos e insolubles del silicato de sodio estabilizan el suelo en sales de calcio diluidas en agua. Cuando se aplica solo, el silicato de sodio funciona solo en suelos arenosos a temperaturas suaves, en la superficie, lo que provocó delaminación y formación de ampollas vulnerables al desgaste de los neumáticos.

Las perturbaciones físicas, la formación de costras superficiales y los cambios de humedad impiden que las partículas no arcillosas se solidifiquen, lo que dificulta la separación en circunstancias abrasivas. La sal se absorbe en el suelo mediante varios métodos, desde complejas combinaciones de plantas bajo una cuidadosa supervisión hasta simples mezclas in situ utilizando herramientas comunes de construcción de suelo.

2.2.14 Variantes que afectan el modelo de los pavimentos.

Los tres factores que se indican a continuación son los que más influyen en el diseño de los pavimentos, más allá de los criterios:

A. Especificaciones de los insumos que forman la terracería y el nivel subrasante.

La parte de la capa de la sub-rasante y el camino de tierra influyen en la serviciabilidad asociado al espesor de la estructura del pavimento, por otro lado, la losa tiene un efecto mínimo. La ejecución del camino puede ser de exploración o muestreo, según los objetivos. El escenario dos requiere que el banco se coloque en una ubicación funcional y que se evalúen sus conformantes.



B. El clima.

La lluvia o el aumento de los niveles de humedad afectan a los pavimentos. Esto generalmente requiere que el diseñador construya e instale sistemas de drenaje adicionales para carreteras. Los efectos de las heladas en suelos blandos pueden producir el deterioro en los pavimentos. La T y los cambios rápidos pueden afectar a los modelos grandes, como la losa de concreto de un pavimento rígido.

C. El tránsito.

Las limitaciones deben ser internas. Replicar especificaciones de carga variadas en instalaciones de investigación es difícil. Los pesos en vacío de los vehículos varían de 16.000 libras por eje a 300.000 libras para los DC-8. Las presiones de los neumáticos de todos los tipos de vehículos en este caso son típicas que varían de 4 a 6 kg/cm², mientras que las de los automóviles son de 13 a 14 kg/cm². Se necesitan dos métodos de carga para completar un ciclo de pavimento para el avión más grande.

Las aplicaciones de carga iniciales tienen un gran impacto en el deterioro del pavimento, mientras que los desarrollos sucesivos generan un menor impacto.

2.2.15 Organización de superficie con finalidad de estabilización.

Las clasificaciones de Northcote de superficies por estabilidad, tamaño de molécula, forma y organización son populares. La forma, la dimensión y el desarrollo son texturas. Incluyen alcalinidad, acidez, tono y concreciones. Esta categoría sigue siendo impopular a pesar de los esfuerzos. Comprender los factores físicos y químicos del suelo puede ayudar en los estudios de estabilización. El análisis del suelo comienza con la identificación visual y física. La técnica de Northcote clasifica los minerales utilizando las características minerales del suelo observado. La metodología de Northcote estima la mayoría de las categorías minerales a partir de observaciones y análisis de campo. Tres suposiciones subyacentes:



- ✓ Cada observación de campo debe registrarse minuciosamente, incluida su ubicación.
- ✓ Para alcanzar conclusiones lógicas puede ser necesario detectar la suciedad al tacto. El mejor análisis del suelo incluye estabilización, pruebas y propiedades y componentes del suelo.
- ✓ Ubique y especifique los materiales y la fabricación.
- ✓ Utilice herramientas de seguimiento.

La ejecución de vías requiere un estudio geotécnico de la superficie de cimentación y los materiales de la cantera. Al establecer los objetivos de la investigación, tenga en cuenta estas variables

2.2.16 Problemáticas geotécnicas en las vías.

El comportamiento del ingeniero de primer elemento está influenciado por la historia. El préstamo y el vertido fuera de la vía persistieron hasta 1980. Se están ejecutando nuevas carreteras, trenes y embalses en varios lugares. En segundo lugar, la civilización requiere carreteras seguras y eficientes, lo que requiere más movimientos de tierra, especialmente en las colinas. El aspecto final, la conciencia ambiental, fomenta la limpieza.

En última instancia, las preocupaciones económicas han afectado a la mejora y el uso del suelo dañado. Los desarrollos de infraestructura vial afectan a los animales y a las personas visualmente, en términos de escorrentía y barreras.

2.2.17 Modelo de caminos no pavimentados.

Existen numerosos tipos de caminos afirmados con materiales con suelos granulares y suelos de forma irregular, incluidas las carreteras con tráfico reducido y hasta con una cantidad de 300.000 ejes reiterados iguales durante un periodo de 10 años.

2.2.18 Métodos de diseño.

Estos modelos de deformación deben simular con precisión el desempeño de estos insumos en diversas situaciones, y los modelos de carreteras con poco tránsito deben



incorporarlos. El nuevo enfoque determinará rápidamente el espesor de la capa en función de las cargas cíclicas elevadas, las circunstancias ambientales, previsto dentro de un período del modelo. Se examinan el asfalto, el hormigón hidráulico y las carreteras pavimentadas.

2.2.19 Método AASTHO.

El enfoque de diseño de carreteras de poco tráfico de AASHTO. Los nomogramas y los catálogos de diseño de AASHTO guían la construcción de carreteras sin pavimentar. Evalúe las características de resistencia para estimar el espesor de la carretera sin pavimentar.

2.2.20 Módulo de resiliencia.

En la construcción de la infraestructura de pavimentos flexibles, se pueden aplicar los resultados de las pruebas de módulo robusto de laboratorio. Se deben considerar los cambios en el nivel de confiabilidad R. Se deben examinar los cambios anuales de humedad de la subrasante para ver cómo la humedad afecta el módulo robusto. Estos cambios afectan la resistencia del suelo.

2.2.21 Análisis de tráfico.

El diseño del pavimento depende del volumen de tráfico. La frecuencia con la que cada clase de eje debe determinarse durante el periodo del desarrollo del diseño del pavimento. Las lecturas de los medidores de tráfico 1 deben informar esta evaluación.

2.3 Marco conceptual

- 1) **Abrasión:** La referencia técnica, establece que el desgaste es la pérdida de la capa superficial y la producción de los materiales aglomerados por el contacto continuo. Esto es causado por la fricción frecuente.
- 2) **Agregado fino:** La mayoría de sus partículas son arena de menos de 4,76 milímetros.
- 3) **Agregado grueso:** Fragmentos de grava ricos en minerales de 56 a 4,76 milímetros.



- 4) **Disposición de soporte CBR:** Beviá y Bañón (2010), el término se refiere al peso que la tierra puede soportar sin hundirse. También creen que la disposición de carga del suelo es crucial.
- 5) **Cualidades físico mecánicos de Subbases:** Las especificaciones del insumo tienen como objetivo aumentar su resistencia mecánica, lo que fomenta una transmisión de potencia constante y progresiva. Esto reduce la gravedad del hundimiento del marco, minimizando los daños adicionales.
- 6) **Compactación:** Das (2015) afirma que la compactación requiere la extracción de aire para mejorar la densidad del suelo. Calcular el peso específico seco de un soporte puede revelar su compresión. Divida el peso del cojinete por su volumen para determinar su peso.
- 7) **Contenido óptimo de humedad:** Humedad necesaria para obtener la mayor cantidad de densidad seca presente en el suelo.
- 8) **Densidad:** Das (2015) define la consistencia como la relación entre la masa sólida y el volumen. Este vínculo ayuda a la consistencia. Si no se alcanza el contenido de humedad adecuado para la consolidación, es posible que se haya alcanzado la condición máxima.
- 9) **Granulometría:** Utilice la prueba de dimensión molecular estándar, MTC E 107, para determinar los tamaños de partículas de agregado. También llamado "medición del volumen de partículas", este método se utiliza a veces. Dentro de la partícula, esto afecta la organización de la dimensión de las moléculas a lo largo de mm.
- 10) **Índice CBR:** El comprobador de tamaño de partículas estándar MTC E 107 puede medir una amplia gama de tamaños de partículas. Esta métrica mide el tamaño de las partículas. Con este método se puede evaluar con precisión la



distribución de las partículas de los granos en función de su tamaño. Los orificios del tamiz tienen unos pocos milímetros de ancho.

11) IP: El IP distingue las fases líquida y plástica. El MTC (2016) define los límites líquidos (LL) como la relación del contenido promedio de agua presente en el suelo entre los límites líquido y plástico. Los límites de consumo de plástico y líquido están vinculados.

12) Proctor: Los hallazgos del MTC (2016) muestran que el Proctor debe hallar los mejores valores del contenido de humedad presente en el suelo para encontrar la densidad de compactación.

13) Subbase granular: Cuando los pavimentos de asfalto u hormigón carecen de soporte, normalmente se necesita esta capa. Se encuentra entre la subrasante de la carretera y el suelo del pavimento. Dado su bajo soporte de peso durante el movimiento del vehículo, la capa más baja puede considerarse fundamental. Esto se debe a su proximidad a la Tierra. Esta capa drena, ahorrando recursos a medida que los límites de la capa superior cargan hacia abajo en la cadena. El drenaje cae en este estrato.



CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño de la investigación

3.1.1 Nivel de investigación

Nivel explicativo: Los ladrillos de demolición son aquellos elementos que pueden mejorar las propiedades físico - mecánicas de la parte superficial de la cantera en evaluación con un ensayo proporcional. Los ladrillos unitarios pueden encontrar elementos de la superficie que mejoran las cualidades mecano-físicas de la construcción de carreteras.

3.1.2 Tipo de investigación

Aplicado: Dicho método utiliza conocimientos en teoría y prácticos para optimizar las cualidades mecano-físicas de las superficies de canteras menores utilizando escombros de ladrillo.

3.1.3 Método de investigación

Sampieri afirma que este estudio utiliza el enfoque experimental para probar una hipótesis utilizando valores de pruebas de laboratorio para deducir e identificar correlaciones entre variables para probar hipótesis contra datos empíricos.



3.1.4 Diseño de la investigación

Se examinan las propiedades mecano-físicas de las superficies de la cantera en evaluación. Utilice escombros de ladrillo reciclado, establezca y determine las cantidades adecuadas para estabilizar el suelo.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Para la definición de la población de análisis agrega las canteras de ejecución de carreteras en la localidad de Juliaca, como son: Taparachi, La Rinconada, Los Monos y Caracoto.

3.2.2 Muestra

El espécimen representativo de este estudio se eligió a través de un muestreo de cantera, la cual tiene las especificaciones a continuación:

TIPO : No probabilístico.

CLASE : Intencional.

CANTERA : Caracoto.

3.2.3 Diseño muestral

Para estabilizar el suelo granular de la cantera Caracoto, la muestra no probabilística del MTC (2014) estará compuesta por 0%, 3%, 5%, 7% y 9% de material de agregado reciclado de ladrillos. Se realizarán pruebas de cumplimiento de los componentes físicos y mecánicos de cada combinación.

3.2.4 Ubicación del área en estudio

Se midió la capacidad resistente de los insumos granulares y materiales de arena aluvial de las canteras estudiadas y sus propiedades en el laboratorio de la UANCV.

3.2.5 Procedimientos a la recolección de datos

Las combinaciones reglamentarias tendrán pesos de 0%, 3%, 5% y 7%.

Prueba de las especificaciones mecano-físicas de la base granular estabilizada. En pruebas posteriores se evaluarán las cualidades mecano-físicas de la cimentación granular estabilizada a tres dosis.

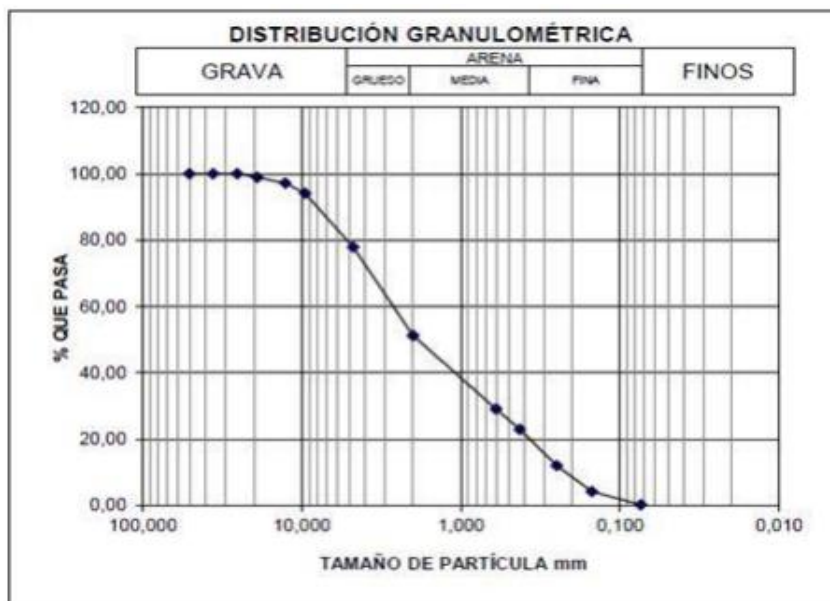
3.2.6 Trabajo en laboratorio

A. Granulometría.

La granulometría analiza las moléculas de la superficie. La numeración y estandarización de las mallas o tamices en secuencia decreciente distribuye el tamaño. Para calcular un porcentaje que pasa a través de cada tamiz, presente la entrada a todos los tamices, mida las moléculas retenidas en cada filtro y calcule el porcentaje acumulado retenido en relación con el peso seco total.

Figura 9

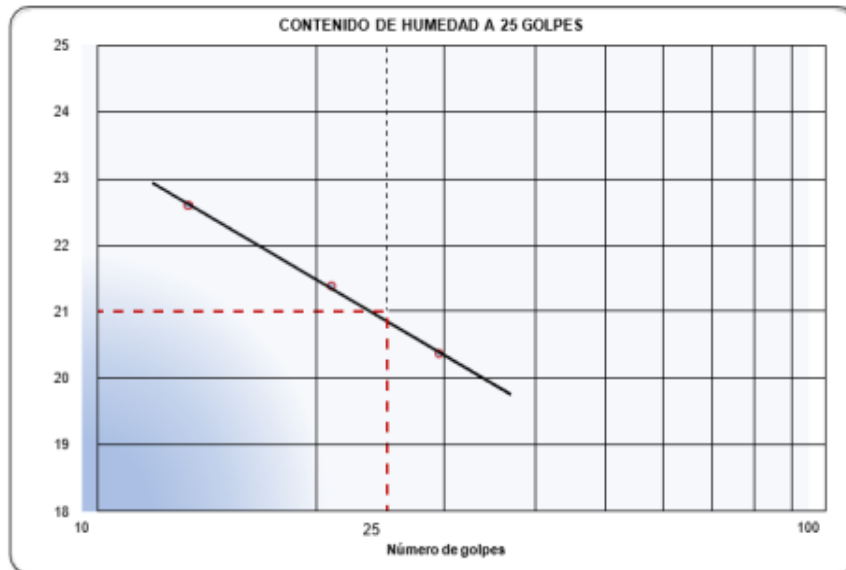
Curva granulométrica común del insumo ensayado



10 nos permite mostrar el contenido de humedad LL del eje x del ensayo de copa de Casagrande.

Figura 10

Recta con pendiente para conseguir el LL del insumo ensayado



C. Materia orgánica.

La construcción de pavimentos requiere material orgánico que degrade el suelo. Como resultado, se forman espacios vacíos y problemas de asentamiento.

D. Desgaste.

Las cualidades físicas fundamentales son esenciales para las mezclas y los suelos granulares. La durabilidad de los agregados gruesos bajo contacto continuo con esferas de acero depende de la resistencia al desgaste o la abrasión. La construcción determina el desgaste máximo.

E. Equivalente de arena.

La arcilla y el limo sucio hacen que el agua degrade el pavimento. El método coincide con las alturas de arena y arcilla posteriores al proceso de sedimentación.

F. Forma de la molécula.

La estructura y el espesor que tienen las moléculas del material son cruciales para la aplicación de estos agregados. Varias moléculas planas y alargadas se rompen bajo una



energía externa moderada, por lo tanto, las formas no regulares con suficiente zona de suelo son las óptimas para la adhesión con hormigón de asfalto o distintos aglutinantes y la resistencia.

G. Textura de suelo.

La funcionalidad de entrada controlada acorde a la textura del insumo, que influye en la resistencia y el aguante al desliz.

H. Absorción.

Dado que los materiales porosos necesitan más asfalto, la disposición de los insumos para absorber agua o asfalto es vital en el modelo. Este componente es crucial para analizar la piedra de cantera o los agregados de base.

I. Proctor Modificado.

La consolidación a una energía especial puede generar la variación de la densidad del suelo como también la alteración del contenido de humedad. La manera más segura para determinar la densidad máx. de la superficie en estado seco y la cantidad del contenido de humedad.

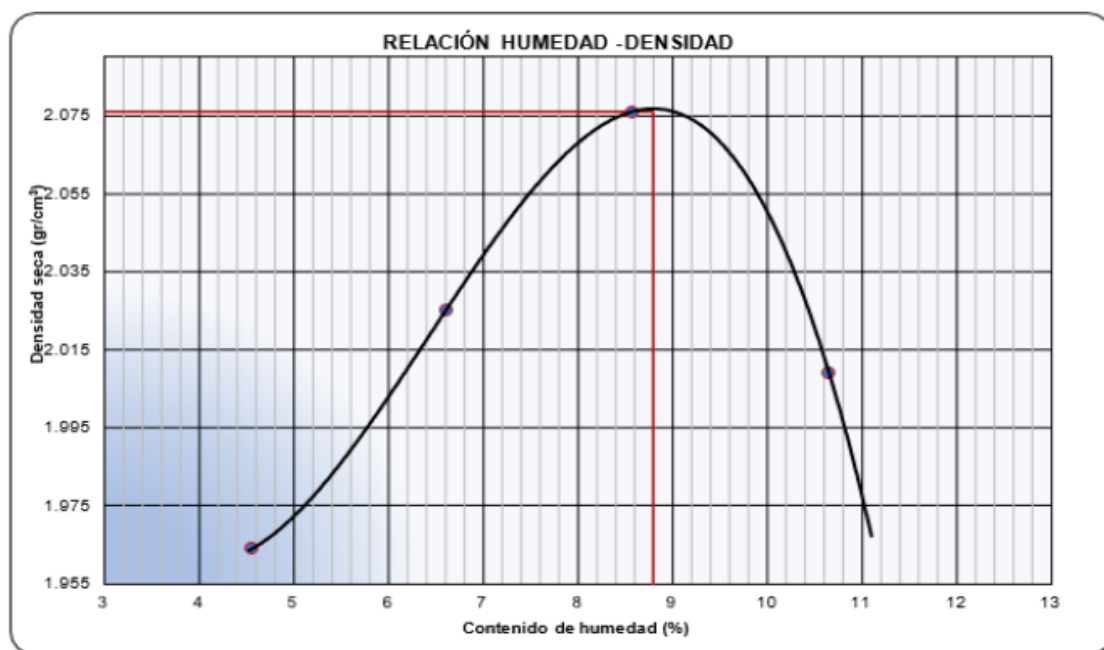
El ensayo Proctor estandarizado se modificó para manejar mayores cargas de suelo, lo que indicó una modificación para recrear con mayor precisión el mismo efecto en una escala más pequeña. La energía de compactación varía según el tipo de suelo en la prueba Proctor actualizada, utilizada en aplicaciones geotécnicas:

- ✓ Dimensión del molde.
- ✓ Número de golpes aplicados.
- ✓ Altura de caída del pisón
- ✓ Peso del pisón.
- ✓ Cantidad de capas.

Dos ensayos Proctor utilizan 3 maneras de disposición molecular, los cuales son mostrados en la figura 11, asignada la curva estándar que permite establecer valores de densidad seca máxima.

Figura 11

Parábola común de conexión humedad-densidad seca del insumo



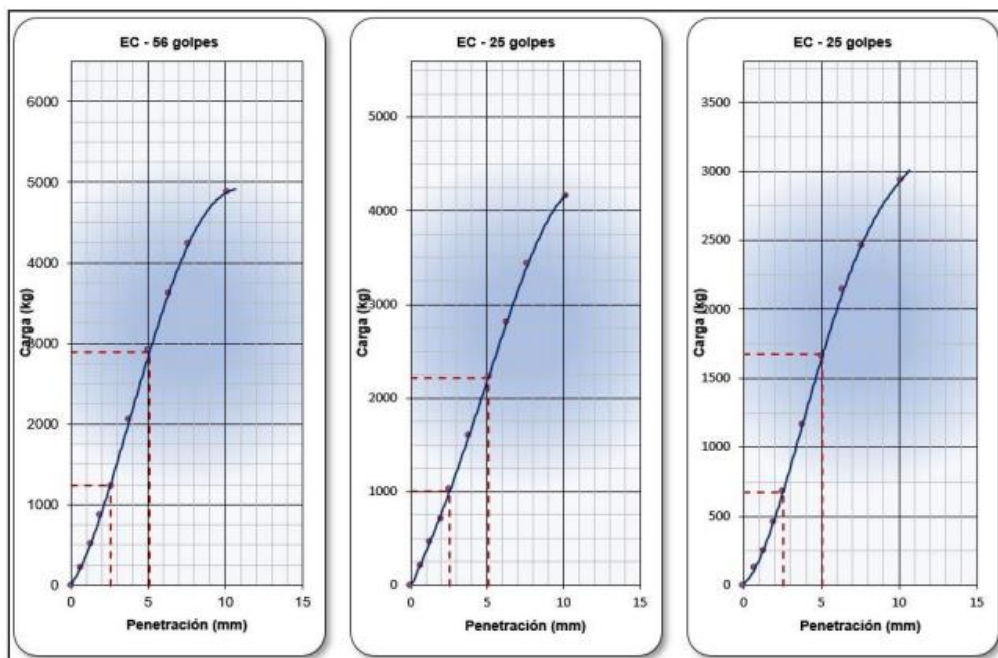
La prueba de Proctor actualizado diseña óptimamente el uso de las cargas altas del tren de cargas. La optimización la resistencia del suelo, la distribución de la carga, la porosidad. La relación entre la densidad máxima seca y el valor encontrado en laboratorio muestra la consolidación de la parte superficial.

J. Valor Relativo de Soporte (CBR).

La energía de un pistón estándar para alcanzar una profundidad indicada es un % de la energía requerida para penetrar un molde. En la figura 12, se puede observar curvas de peso de CBR de 25, 12 y 56 revoluciones de energía de compactación frente a un proceso de penetración.

Figura 12

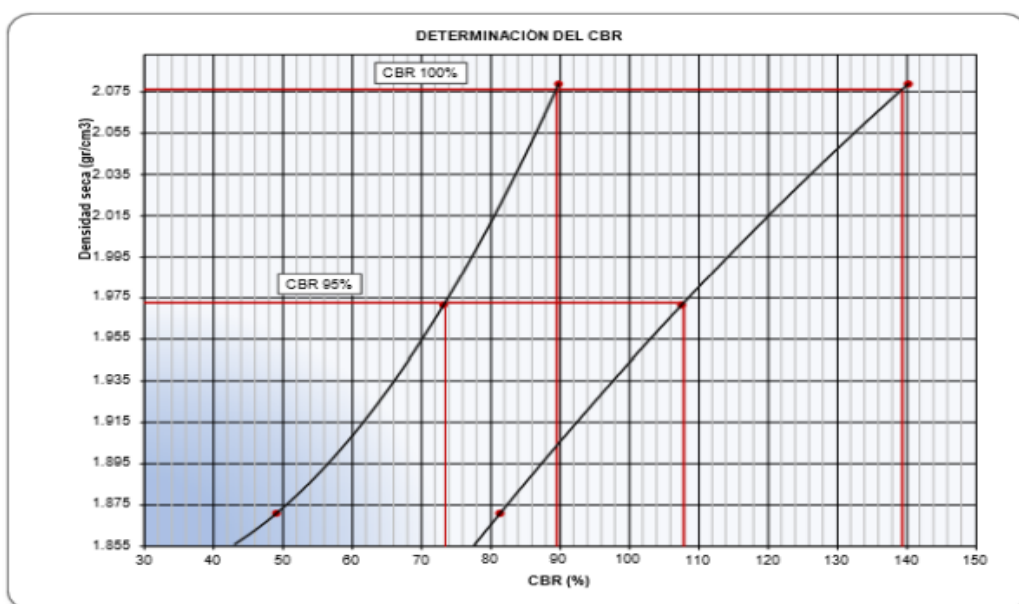
Curvas penetración vs carga para 56,25 y 12 golpes del insumo



La imagen 12 nos muestra 6 pesos para realizar penetraciones de 0,1” y 0,2” en tres categorías que generan energía. La ilustración 10 compara los seis productos de las tres densidades secas de las pruebas de CBR para ejercer la energía de compresión a cada uno, con el valor del CBR al 100% o al 95% del valor de la densidad máx. seca según el nivel.

Figura 13

Curvas típicas de conexión CBR-densidad seca





CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANALISIS

4.1 Muestra de datos conseguidos del análisis

4.1.1 *Especificaciones mecánicas y físicas de la cantera en evaluación para el apoyo en pavimentos*

Resultados de las pruebas realizadas en laboratorio:

Se realizaron pruebas de calidad física y mecánica según estándares de laboratorio:

- ✓ Granulometría por tamiz.
- ✓ Restricciones de consistencia.
- ✓ Clasificación del Sistema de Clasificación Unificada de Suelos.
- ✓ La mayor densidad seca.
- ✓ CBR: Índice de Sostenimiento de California
- ✓ El estudio granulométrico de los insumos sacados cuantifica las dimensiones de las moléculas de la superficie, conforme al MTC (CBR).

a) **Granulometría**

Según el MTC, el examen granulométrico de los insumos sacados evalúa los diámetros de las moléculas de la superficie.

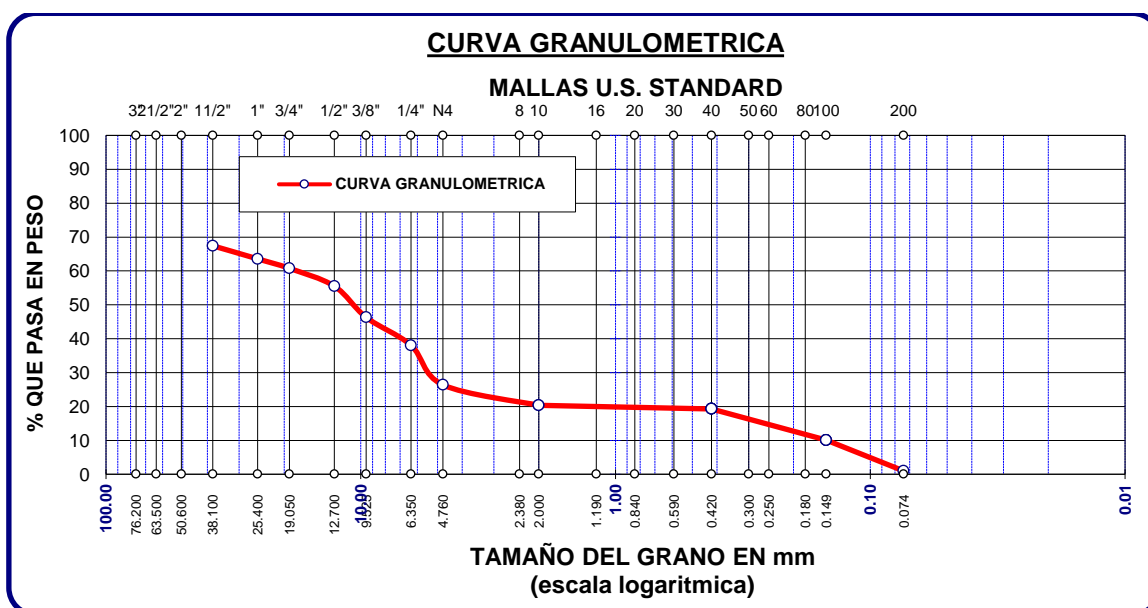
Tabla 2

Gradación de la cantera Caracoto

Tamiz	Peso Retenido	% Retenido	R. Acumulado	% Pasa
2 ½"	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	12.04	0.10	0.10	99.90
1 ½"	4031.01	32.48	32.58	67.42
1"	479.08	3.86	36.44	63.56
¾"	349.45	2.82	39.25	60.75
½"	649.67	5.23	44.49	55.51
3/8"	1143.09	9.21	53.70	46.30
¼"	1023.76	8.25	61.95	38.05
Nº 4	1449.05	11.68	73.62	26.38
Nº 8	0.00			
Nº 10	748.98	6.03	79.66	20.34
Nº 16	0.00			
Nº 20	0.00			
Nº 30	0.00			
Nº 40	133.12	1.07	80.73	19.27
Nº 50	0.00			
Nº 80	0.00			
Nº 100	1140.07	9.19	89.92	10.08
Nº 200	1129.22	9.10	99.01	0.99
Base	122.31	0.99	100.00	0.00

Figura 14

Curva de gradación de la cantera



El material provino del apoyo de la cantera en evaluación conforme con a las condiciones de la norma ASTM D 1241. Los datos del análisis granulométrico para los tamices 4, 10 y 40 se muestran en la Tabla 3 y la Ilustración 14. El filtro No. 200 carece de moléculas, este último problema.

b) Límites de Atterberg

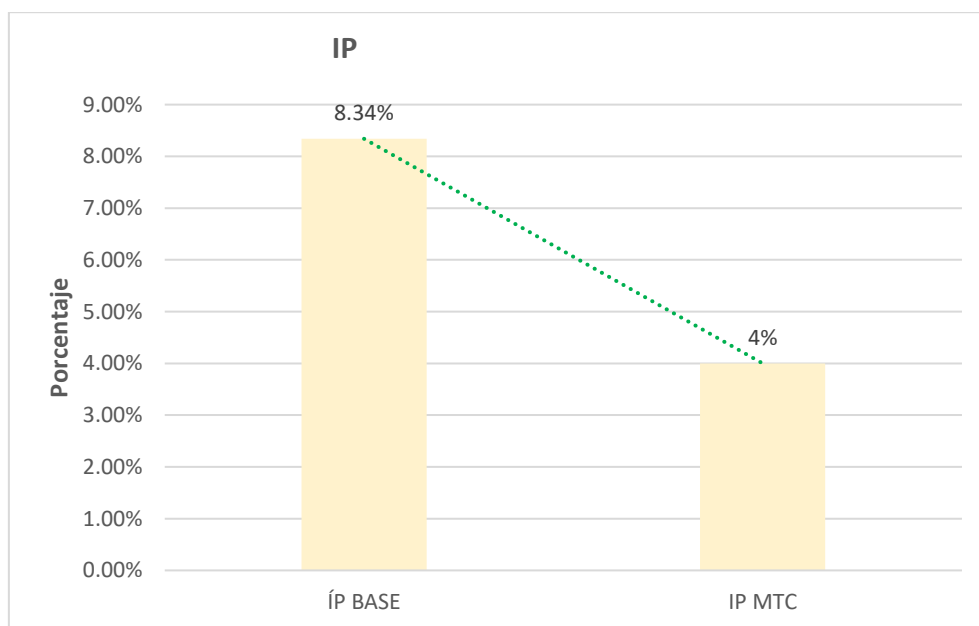
Tabla 3

Productos Conseguidos en el ensayo de Límites de Atterberg

Muestra	LL	LP	ÍP
Base	36.24%	27.88%	8.35%

Figura 15

IP



En la tabla 3 y lo que muestra la figura 15, nos muestran resultados de los LL, LP y el Índice de Plasticidad de la prueba realizada, lo que demuestra que los parámetros se encuentran dentro de las especificaciones de la norma MTC E 111. Detalles de agregado grueso La flexibilidad superior al 4 % para este insumo genera problemáticas de consistencia, tres mil msnm.

c) CBR

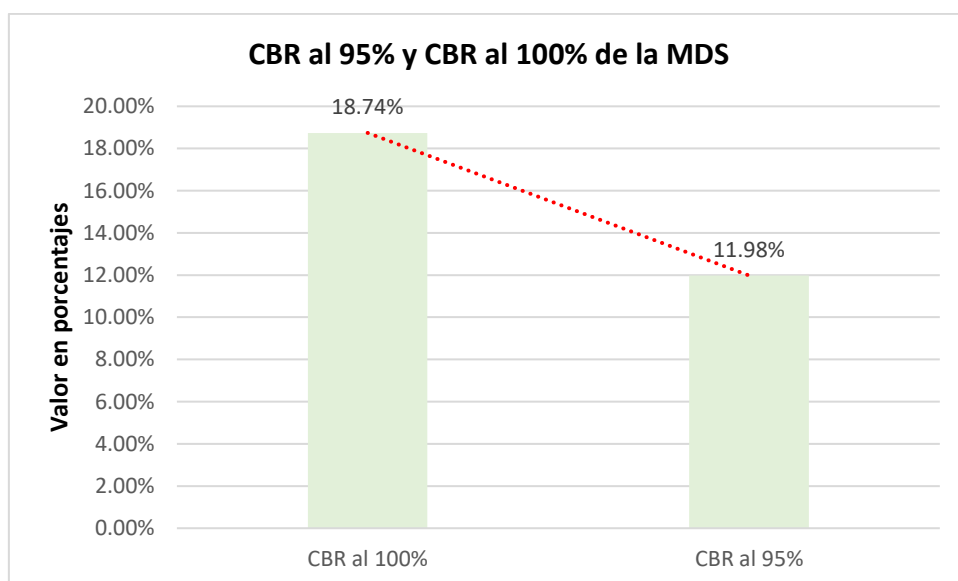
Tabla 4

Productos Conseguídos del ensayo CBR al 95% y CBR al 100% de la MDS en su condición natural

Detalles	CBR al 100%	CBR al 95%
Base	18.74%	11.98%

Figura 16

CBR al 100% y 95%



El insumo utilizado de la cantera no supera los valores de la prueba con valores de CBR del 100% y 95%, como se muestra en el cuadro 4 y la Ilustración 16. Las Especificaciones Técnicas R.D. No. 22-2013-MTC/14 emplean el CBR basado en el tráfico para ejes del 100% y 80%, a diferencia de la Tabla 403-02. El tráfico en ejes similares para bases granulares puede superar (106), ya que los vehículos de elevado Tn requieren un CBR del 100% para la ejecución del cimiento.

d) Equivalente de arena

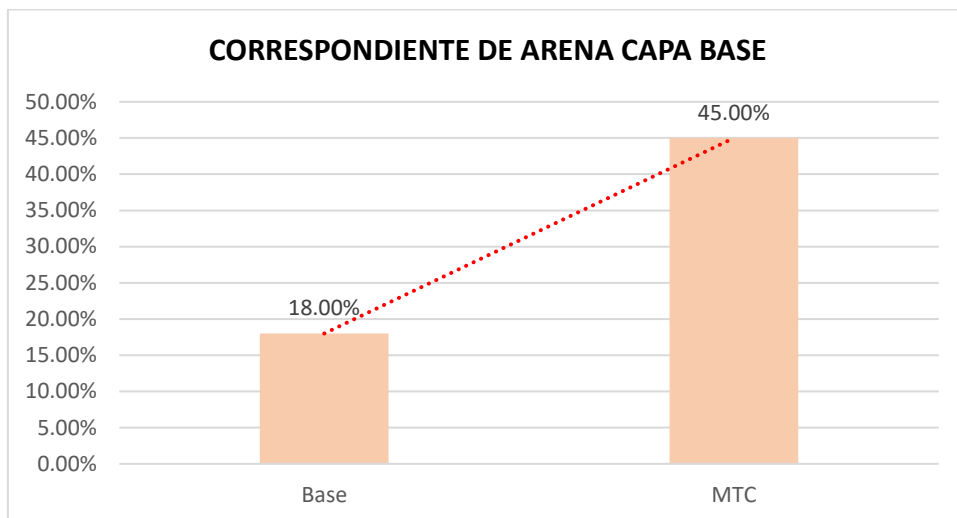
Tabla 5

Corresponde a Arena – Insumo Base

Especificaciones	Base	MTC
Igual a arena capa base	18.00%	45.00%

Figura 17

Corresponde a arena base vs MTC



La imagen 17 y el cuadro 5 coinciden con el cuadro 403 del Manual de Carreteras. A elevaciones superiores a 3000 m, el aporte por debajo del 18,00% infringe los criterios de agregado fino. Dado que el material de arcilla es más frecuente que el material de la arena, la calidad debería mejorar.

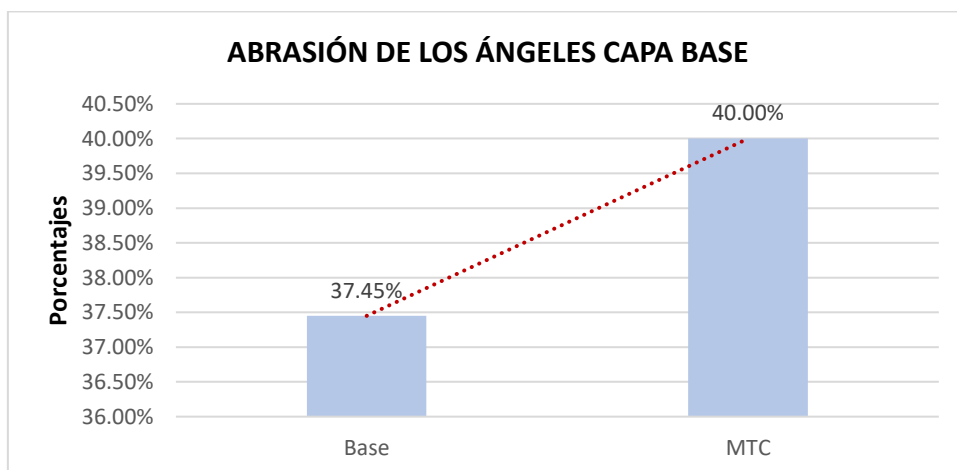
e) Abrasión de los ángeles

Tabla 6

Abrasión de los Ángeles – Insumo Base

Detalles	Base	MTC
Abrasión de los Ángeles capa base	37.45%	40.00%

Figura 18. Abrasión de los ángeles capa base vs MTC



La Figura 18 y el cuadro 6 y señalan los valores conseguidos de la prueba de abrasión de arena LA. La Tabla 403-03 de las Especificaciones R.D. 22-2013-MTC/14 coincide con los valores. Por encima de 3000 m, el agregado grueso no alcanza con el requisito del 37,45 %. La mejora funciona bien para insumos gruesos de rápida degradación.

f) Sulfatos de sodio y Mg

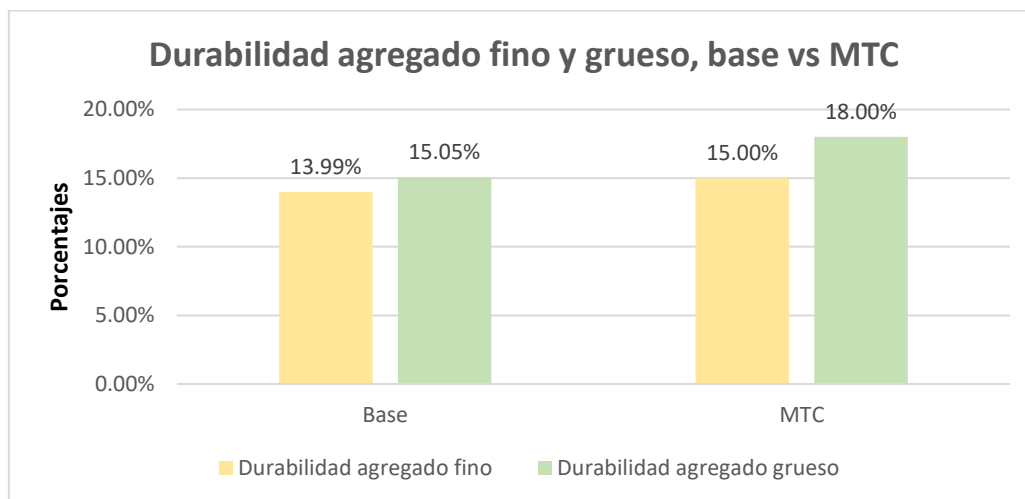
Tabla 7

Durabilidad al sulfato Insumo Base

Especificaciones	Base	MTC
Durabilidad agregado fino	13.99%	15.00%
Durabilidad agregado grueso	15.05%	18.00%

Figura 19

Durabilidad al sulfato Insumo Base



En el cuadro 7 y la Figura 19 muestran la resistencia de los agregados gruesos y finos a la sal y al sulfato de magnesio. Las Especificaciones técnicas de la Resol. Directoral N° 22-2013-MTC/14 definen los agregados por encima de 3000 msnm en las Tablas 403-04 y 403.

g) Chatas alargadas

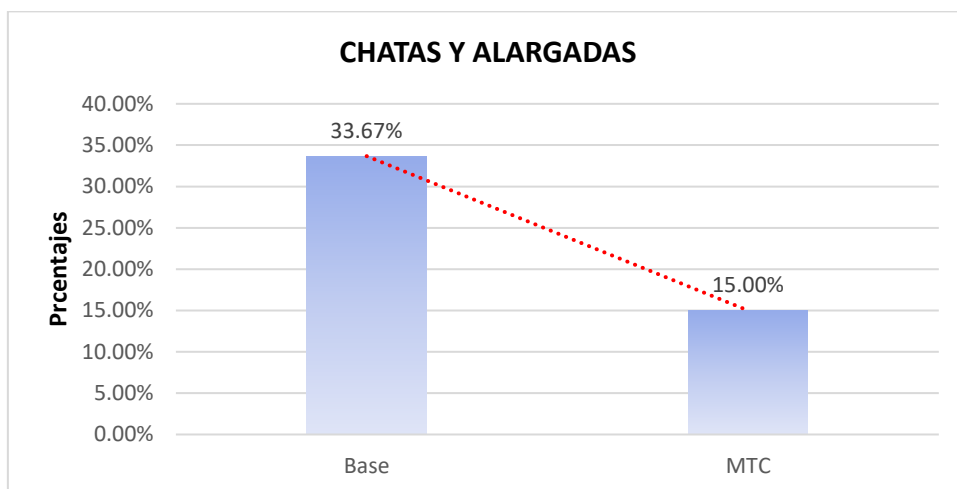
Tabla 8

Alargadas y chatas – Insumo Base

Especificaciones	Base	MTC
Alargadas y Chatas	33.67%	15.00%

Figura 20

Alargadas y chatas capa base vs MTC



La R.D. 22-2013-MTC/14 indica que el agente no cumple con los criterios mínimos.

La Ilustración 20 y el cuadro 8 cuentan los agregados alargados y planos.

h) Caras fracturadas

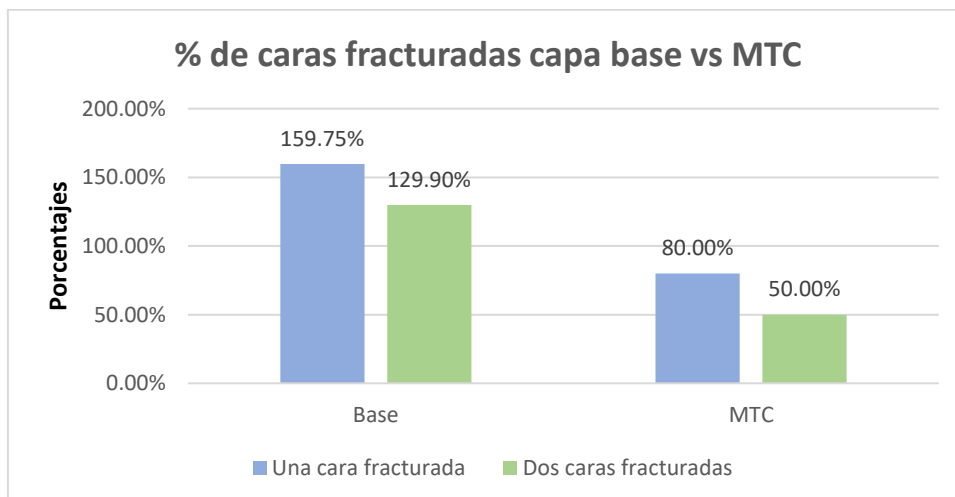
Tabla 9

% de caras fracturadas Insumo Base

Especificaciones	Base	MTC
1 cara fracturada	159.75%	80.00%
2 cara fracturada	129.90%	50.00%

Figura 21

% de caras fracturadas capa base vs MTC



La Resol. Directoral N° 22-2013-MTC/14, en su Tabla 403-03, identifica resultados de ensayos de cuantificación de agregados planos y alargados que incumplen los mínimos de la normativa. Para agregado grueso de más de 3000 m.

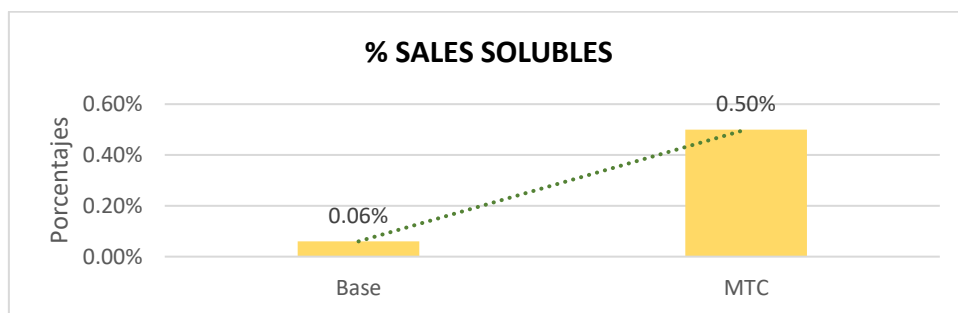
i) Sales solubles

Tabla 10

Sales solubles – Insumo Base

Detalles	Base	MTC
% Sales solubles	0.060%	0.5%

Figura 22. % Sales solubles capa base vs MTC



4.1.2 *Cualidades físicas de desechos de ladrillo reutilizado para optimizar las cualidades mecánicas de superficies*

Los escombros de ladrillo a base de arcilla tienen la mayor absorción de agua, según los porcentajes de absorción y transferencia. La granulometría cambia con el hormigón de mayor tamaño. Hincapie y Aguja (2003) afirman que los materiales reciclados son adecuados a pesar de las variaciones de desarrollo. La literatura de ingeniería describe las cualidades físicas de los fragmentos de ladrillo.

Tabla 11

Cualidades físicas de los desechos de ladrillo

Evaluación	Ladrillo
Peso por unidad suelto consolidado (g/cm ³)	1,30
Humedad (%)	7,89
Gravedad específica	2,56
Absorción (%)	17.03
Granulometría promedio (mm)	2,67
% que pasa en el tamiz 200 (%)	12,10

La Tabla 11 indica que las partículas microscópicas de ladrillo triturado refuerzan las cimentaciones del pavimento.

4.1.3 Cualidades mecano-físicas de superficies de la cantera en evaluación para el sistema del soporte, con suma al 3%, 5%, 7%, y 9% de desechos de ladrillo reciclado.

a. Proctor modificado

Los valores hallados actualizados del ensayo Proctor con escombros de ladrillo reciclado se encuentran en el cuadro 12.

Tabla 12

F'c del patrón, T 0°C.

Especímenes	Proctor Modificado		MTC E-115 EG – 2013
	OCH	MDS	Ds (g/cm3)
SN + 3% RL	7.56	2.18	> 1.9
SN + 5% RL	8.42	2.15	> 1.9
SN + 7% RL	7.61	2.08	> 1.9
SN + 9% RL	8.64	2.11	> 1.9

Figura 23

Ilustración resumen del OCH con suma de desechos de ladrillo

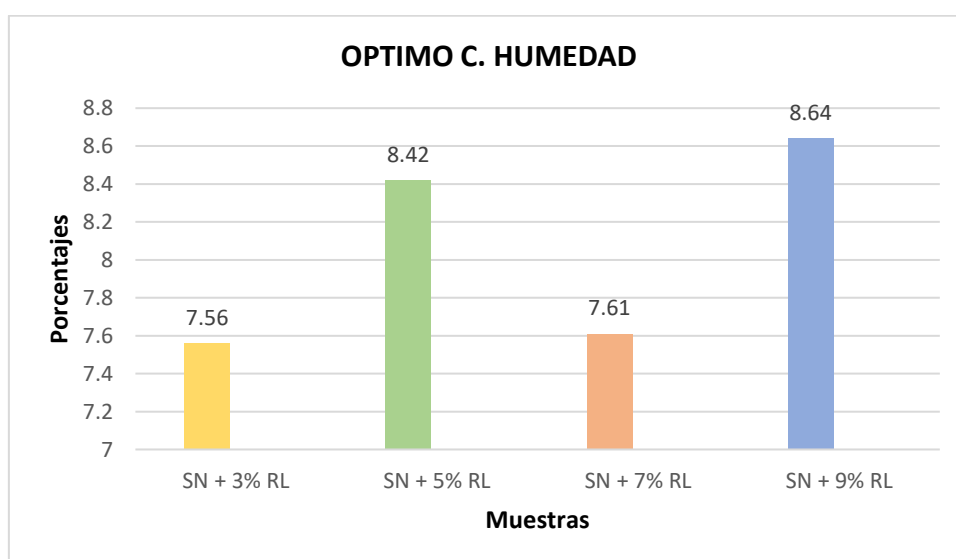
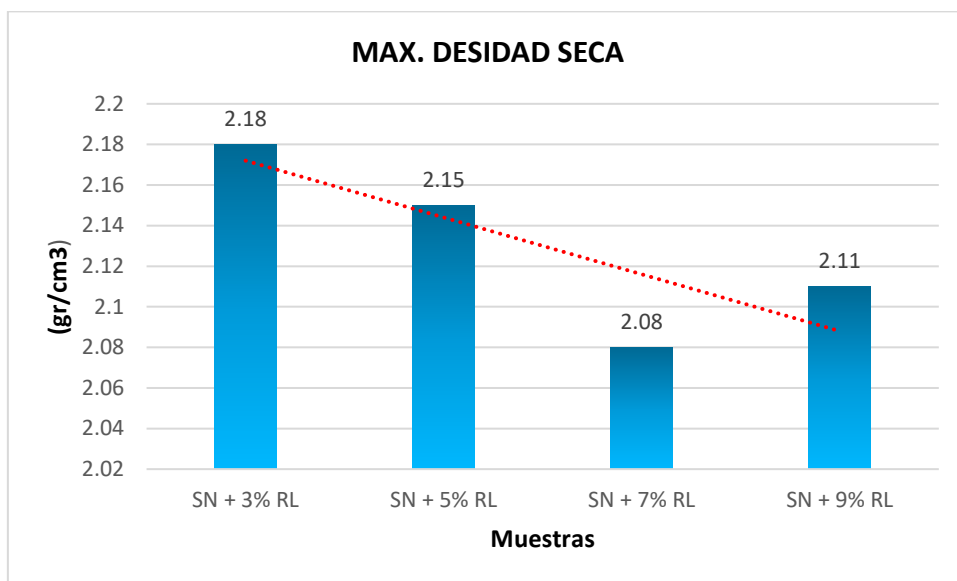


Figura 24

Gráfico resumen MDS con suma de desechos de ladrillo



Los resultados de la prueba Proctor modificada para OCH y MDS con escombros de ladrillo se encuentran en el cuadro 15 y las ilustraciones 23 y 24. La norma MTC E 115 y el Manual general de vías proporcionan un valor primario de MDS de 2,18 % con 3 % de RL y 5 %, 7 % y 9 % de RL.

b. CBR

Los valores hallados del ensayo Proctor modificado para escombros de ladrillo se encuentran en el cuadro 13.

Tabla 13

Valores Hallados CBR de superficies de la cantera "Caracoto" con suma de desechos de ladrillo

Especímenes	CBR		MTC E-132 EG – 2013 (%)
	CBR al 95% de la MDS	CBR al 100% de la MDS	
SN + 3% RL	49.50	74.56	> 80.00
SN + 5% RL	52.76	79.34	> 80.00
SN + 7% RL	57.12	86.89	> 80.00
SN + 9% RL	71.89	104.71	> 80.00

Figura 25

CBR al 95%

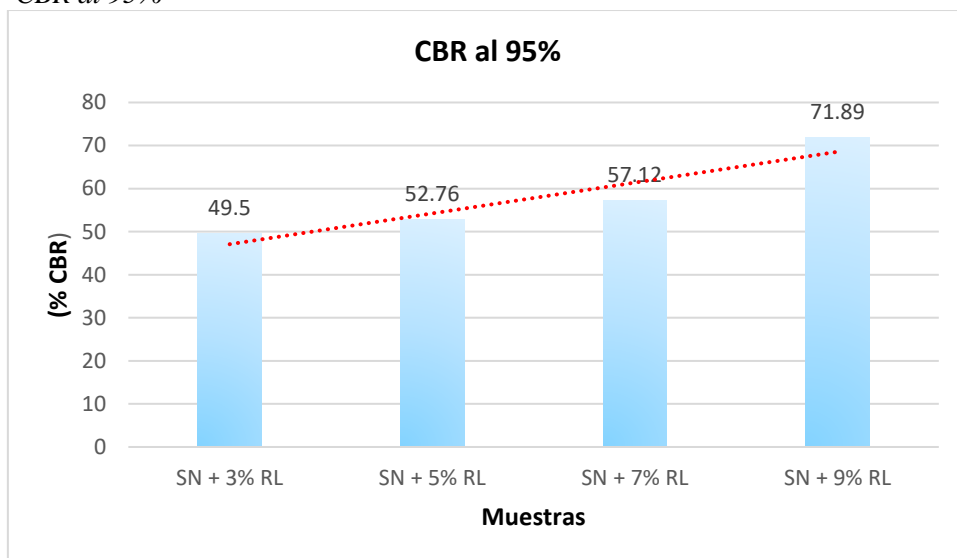
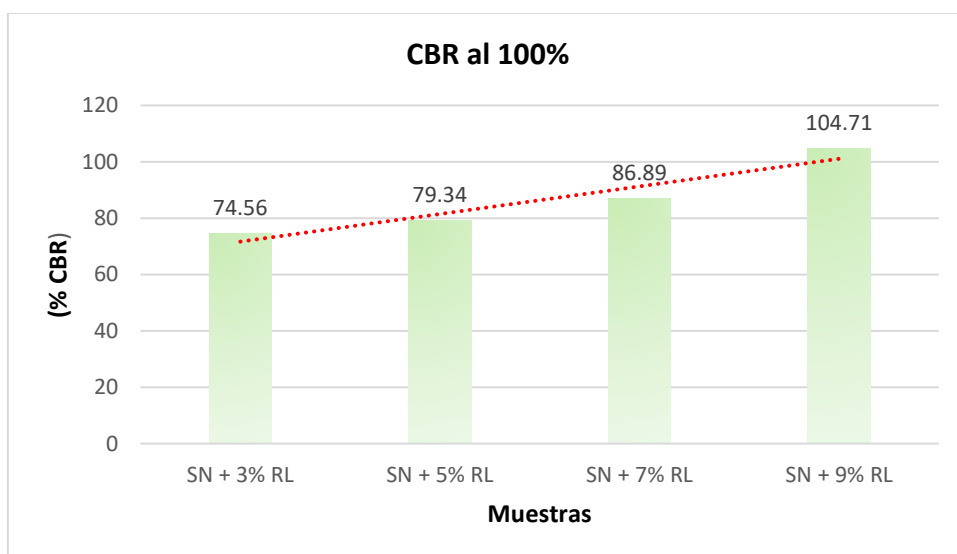


Figura 26

CBR al 100%



Consulte la Tabla 16 y las Figuras 25 y 26 para conocer el cumplimiento de la norma del MTC y el Manual de carreteras con los productos CBR al 95 % y 100 % de MDS y escombros de ladrillo del ensayo de conexión de carga de California inicial al 100 % de la densidad seca límite (MDS) del 74,56 %, que incluye 3 % de RL y 5 %, 7 % y 9 % de RL. Agregar el 9% de RL eleva el valor a 104,71%, lo cual es suficiente para una base de pavimento ya que el tráfico en el eje CBR del 106% necesita 100.



CONCLUSIONES

1. Los datos de laboratorio sobre el suelo se utilizan para evaluar el contenido de humedad natural de las superficies de la cantera Caracoto, el análisis de clasificación, las limitaciones de consistencia, la organización de la superficie, la MDS y la conexión de carga de California. Dado que los pavimentos no cumplen con la norma EG-2013 MTC, se requiere estabilización para optimizar las propiedades mecánicas.
2. Los responsables deben tener cuidado al emplear el reúso y el reciclaje para analizar las propiedades de los escombros de ladrillo físicas, ya que los escombros de ejecución y derribamiento generan una gran cantidad de basura. El ladrillo puede estabilizar y mejorar la mecánica del suelo. Según las tablas del estudio, sus características mecánicas y físicas son compatibles con las superficies, lo que los hace apropiados para la estabilización del suelo del pavimento.
3. Los escombros de ladrillo al 3 %, 5 %, 7 % y 9 % estabilizan el suelo de la cantera Caracoto. Las estadísticas revelan un 7 % de RL = 57,01 %. La construcción de la subbase se beneficiaría de un CBR del 50 %, que el MTC necesita alcanzar el 100 %. El MTC para el 100 % de CBR exige que las estructuras esenciales de todos los tipos de pavimento tengan entre un 80 % y un 100 % de la MDS, conforme al tránsito del eje. La adición de un 9 % de RL aumentó el CBR de MDS en un 104,71 % hasta el 100 %.



RECOMENDACIONES

1. Para la construcción de pavimentos es muy necesario utilizar materiales de altísima calidad. Por ello, es de suma importancia cumplir con los estándares que se describen en la EG-2013, publicada por el MTC, para las superficies que se usan en la ejecución de subbases y bases de pavimentos.
2. Por otra parte, es muy necesario que los residuos de ladrillos posean cualidades físicas excepcionales y se coloquen en cantidades suficientemente grandes para garantizar la estabilidad del suelo. Los residuos de ladrillos tienen la disposición de optimizar las especificaciones mecánicas de las superficies y facilitar la amalgama de suelos.
3. El plan de estabilización debe basarse en el aumento del suelo respetando las limitaciones de homogeneidad, densidad seca máxima causada por compactación y el índice de carga de California (CBR). Este es un componente crucial del plan. Para garantizar el cumplir de los requerimientos de la MTC EG-2013, es fundamental adherirse a los criterios que se incluyen en la evaluación de los resultados.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACUÑA OBREGÓN, J.T. y RUMAJA SANTOS, M. *Evaluación de los residuos reciclados de las ladrilleras de san jerónimo, para la aplicación en subbase de pavimentos, en la ciudad del cusco – 2018 [en línea]. Cusco. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2019 [Fecha de consulta: 13 de marzo del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/4169>*
- ALMADHOUN, Y.M.S. *Soil Mechanics Laboratory Manual. Gaza: Islamic University of Gaza.*
- AMAYA PORTILLO, J.M., SALMERÓN SOSA, J.N. y VILLATORO CHÁVEZ, R.C. *Estudio técnico exploratorio para la utilización de residuos reciclados de concreto, mampostería de bloque de concreto y ladrillo de barro en mezclas de suelocemento [en línea]. San Miguel. Tesis de pregrado. Universidad de El Salvador, 2013 [Fecha de consulta: 13 de marzo del 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/6240/>*
- ANZORA RODRIGUEZ, J.R., PERDOMO PERAZA, P. A. y ROMERO MAGAÑA, C.R. *Estudio físico-químico del proceso de construcción del ladrillo de obra artesanal, para su utilización en la elaboración de una propuesta escultórica y su intervención pictórica en la conformación de proyectos artísticos, 2017 [en línea]. San Salvador. Tesis de pregrado. Universidad de El Salvador, 2018 [Fecha de consulta: 29 de abril del 2021]. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/16926/1/14103370.pdf>*
- ARBULÚ JURADO, C. *Facebook [En línea]. S.l.: s.n., s.f. [Fecha de consulta: 15 de abril del 2021]. Disponible en: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=124383489257587&set=pb.100050578090127.-2207520000..&type=3>*
- ARISHA, A., GABR, A., EL-BADAWY, S. y SHWALLY, S. *Using Blends of Construction & Demolition Waste Materials and Recycled Clay Masonry Brick in Pavement. Procedia*



Engineering [en línea] Amsterdam: Elsevier, 2016, 143, pp. 1317-1324 [Fecha de consulta: 13 de abril del 2021]. ISSN 18777058. DOI

MARTINEZ, Bickel, 2021. Evaluación de residuos ladrilleros triturados, para su uso en subbase de pavimentos rígidos en la ciudad de Vilcas Huamán, 2021. Lima: Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/63570?show=full>

ACUÑA, Julie y RUMAJA, Marc, 2019. Evaluación de los residuos reciclados de las ladrilleras de San Jerónimo, para la aplicación en sub base de pavimentos, en la ciudad del Cusco - 2018. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/212/browse?type=author&value=Acu%C3%B1a+Obreg%C3%B3n%2C+Julie+Teresa>

SANCHEZ, Alexander, YAPIAS, Edgar, 2019. Utilización de ladrillo triturado en el diseño de pavimento rígido para la Avenida Las Torres, Lurigancho-Chosica. Lima: Universidad César Vallejo, 2019. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57169> MASIAS, Kimberly, 2018. Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso. Piura: Universidad de Piura. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UDEP_15eaca3c1b02ac93b5e6f5e68d8d36fc

NUÑEZ, Yonel, 2018. Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. <https://repositorio.unc.edu.pe/>



ANEXOS



ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tema : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
Ejecutor : Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: TECNOLOGÍA DE MATERIALES – P17

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Índices	Instrumentos de medición
Interrogante general. ¿Cómo influye la adición de residuos de construcción de ladrillo reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de suelos de cantera Caracoto para la construcción de pavimentos en la ciudad de Juliaca?	Objetivo general. Analizar la influencia de la adición de residuos de construcción de ladrillo reciclado en las propiedades físicas y mecánicas de suelos de cantera Caracoto para la construcción de pavimentos en la ciudad de Juliaca.	Hipótesis general. La aplicación de residuos de construcción de ladrillo mejorara las características físicas y mecánicas de suelos de cantera Caracoto para la construcción de pavimentos en la ciudad de Juliaca.	Variable independiente: Residuos de construcción de ladrillos reciclados	<ul style="list-style-type: none"> • CBR • Máxima densidad seca • Humedad optima • Índice de resistencia 	• %	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de laboratorio. • Ensayos de laboratorio. • Ensayos de laboratorio. • Ensayos de laboratorio.
Interrogantes específicos 1. ¿Cómo son las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la cantera Caracoto? 2. ¿Cuáles serán las características físicas de residuos de construcción de ladrillo reciclado? 3. ¿Cómo serán las nuevas propiedades mecánicas mediante el ensayo de Proctor y CBR con la adición de residuos de construcción de ladrillo reciclado?	Objetivos específicos 1. Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la cantera Caracoto. 2. Evaluar las características físicas de los residuos de construcción de ladrillo reciclado. 3. Evaluar la adición de residuos de construcción de ladrillo reciclado en las nuevas propiedades mecánicas mediante el ensayo de Proctor y CBR.	Hipótesis específicas 1. Las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la cantera Caracoto cumplen con las especificaciones mínimas del MTC. 2. Las características físicas de residuos de construcción de ladrillo reciclado mejoraran las propiedades mecánicas del suelo. 3. La adición de residuos de construcción de ladrillo reciclado mejora las propiedades mecánicas del suelo de cantera.	Variable dependiente: Características mecánicas y físicas de la vía	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema • Dimensión • Consistencia • Porcentaje acorde al peso 	<ul style="list-style-type: none"> • 10% • 15% • 20% 	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de laboratorio. • Ensayos de laboratorio. • Ensayos de laboratorio. • Ensayos de laboratorio.



ANEXO 2

ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RESISTENCIA AL DESGASTE "ABRASIÓN LOS ANGELES"

NORMAS ASTM C 131, AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26

TESIS : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO

CANTERA : CARACOTO

FECHA : 05 DE AGOSTO DEL 2024

TIPO DE AGREGADO: FINO: GRUESO: OTROS:

MUESTRA OBTENIDA POR: CUARTEO: DIVISOR DE MUESTRAS:

NUMERO DE REVOLUCIONES: 500 1000

CARGA ABRASIVA: 12 ESFERAS

PESO SECO INICIAL DE LA MUESTRA: $W_i = 5000$ gr.

PESO SECO FINAL RETENIDA EN EL CEDAZO Nº 12: $W_r = 3127.5$ gr.

PESO DEL MATERIAL QUE PASA EL CEDAZO Nº 12: = 1872.5 gr.

PORCENTAJE DE PÉRDIDA: $De = \frac{W_i - W_r}{W_i} \times 100$

De = 37.45 %

OBSERVACIONES:

GRADACION : "A" , $1\ 1/2'' - 1'' = 1250$, $1'' - 3/4'' = 1250$, $3/4'' - 1/2'' = 1250$, $1/2'' - 3/8'' = 1250$
TIENE UNA RESISTENCIA AL DESGASTE DE : 62.55 **Y PÉRDIDA DE :** 37.45
NORMA AASTHO (DESIGNACIÓN) T - 26, ASTM -C-131

OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO Y ETIQUETADAS POR EL SOLICITANTE

UANCV - FICP
 CAR INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO
 M.S.C.A.
 JEFATURA
 JULIACA

Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308086



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



TESIS : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA

MUESTRA : BASE

FECHA : 05 DE AGOSTO DEL 2024

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D - 2216 - MTC - E 108

SUELO HUMEDO + TARRO	gr	418.30
SUELO SECO + TARRO	gr	398.00
PESO DEL TARRO	gr	38.20
PESO DEL AGUA	gr	20.30
PESO DEL SUELO SECO	gr	359.80
HUMEDAD %	%	5.64

LÍMITE LIQUIDO - LÍMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD ASTM - D424 D-4318 AASHTO - T90

LÍMITE LIQUIDO

TARRO N°		E	R
SUELO HUMEDO + TARRO	gr	49.89	47.77
SUELO SECO + TARRO	gr	44.91	42.90
PESO DEL TARRO	gr	30.24	30.15
PESO DEL AGUA	gr	4.98	4.87
PESO DEL SUELO SECO	gr	14.67	12.75
HUMEDAD %	%	33.95	38.20
N° DE GOLPES		26	26

LÍMITE PLASTICO

1	6
21.40	19.87
18.38	16.77
6.35	6.66
3.02	3.10
12.03	10.11
25.10	30.66

LÍMITE LIQUIDO % : 36.24 **LÍMITE PLASTICO %** : 27.88

INDICE PLASTICO % : 08.36

LL = $W_n * (N/25)^{0.121}$
 Donde:
 LL = Limite Liquido
 Wn = Contenido de Humedad Promedio (%)
 N = Numero de Golpes


UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

Mgr. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

TESIS : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

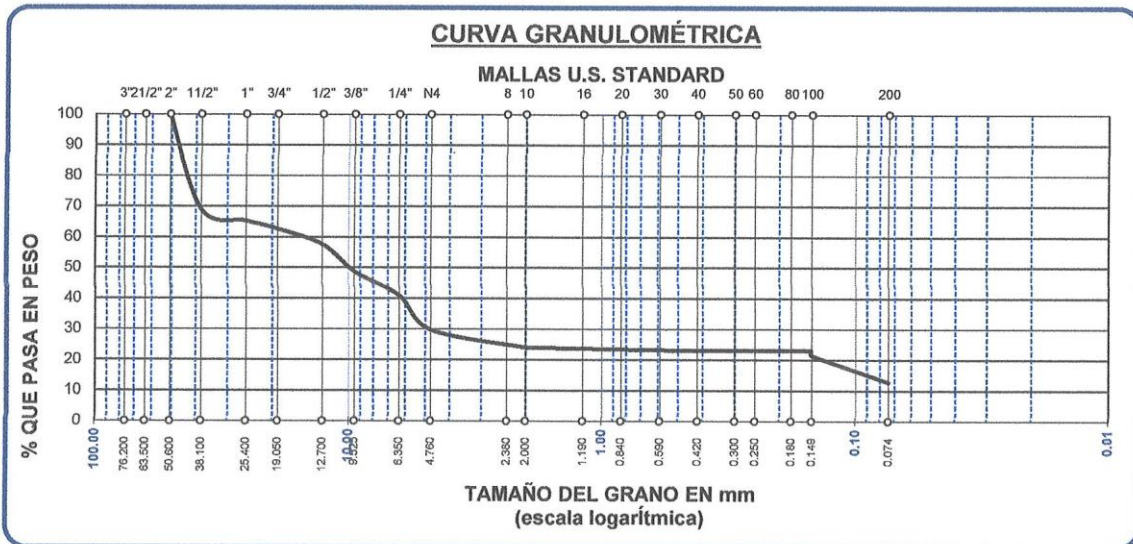
SOLICITANTE : Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO

UBICACIÓN : DISTRITO DE JULIACA

MUESTRA : BASE

FECHA : 05 DE AGOSTO DEL 2024

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200					100%	P.I.= 13000.00 P.L.= 12871.32 P.P.= 128.68 %W= 5.64
2 1/2"	63.500						LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 36.24 L.P.= 27.88 I.P.= 8.36
2"	50.600	12.04	0.09	0.09	99.91		
1 1/2"	38.100	4031.01	31.01	31.10	68.90	30 - 65%	CARACT. GRANULOMÉTRICAS: D10= ---- Cu= ---- D30= 4.801 Cc= ---- D60= 15.84
1"	25.400	479.08	3.69	34.79	65.21		
3/4"	19.050	349.45	2.69	37.47	62.53	25 - 55%	
1/2"	12.700	649.67	5.00	42.47	57.53		
3/8"	9.525	1143.09	8.79	51.26	48.74	15 - 40%	
1/4"	6.350	1023.76	7.88	59.14	40.86		
No4	4.760	1449.05	11.15	70.29	29.71	8 - 20%	
No8	2.380		0.00	70.29	29.71		
No10	2.000	748.98	5.76	76.05	23.95	2 - 8%	
No16	1.190		0.00	76.05	23.95		
No20	0.840		0.00	76.05	23.95	CLASIFICACIÓN: I.G. =	
No30	0.590		0.00	76.05	23.95		
No40	0.420	133.12	1.02	77.07	22.93	SUSCS : GP ASSTHO : A-1-a(0)	
No 50	0.300		0.00	77.07	22.93		
No60	0.250		0.00	77.07	22.93	OBSERVACIONES:	
No80	0.180		0.00	77.07	22.93		
No100	0.149	200.00	1.54	78.61	21.39		
No200	0.074	1129.22	8.69	87.30	12.70		
BASE		128.68	12.70	100.00	0.00		
TOTAL		13000.00	100.00				
% PERDIDA		0.99					



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA

Mgt. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

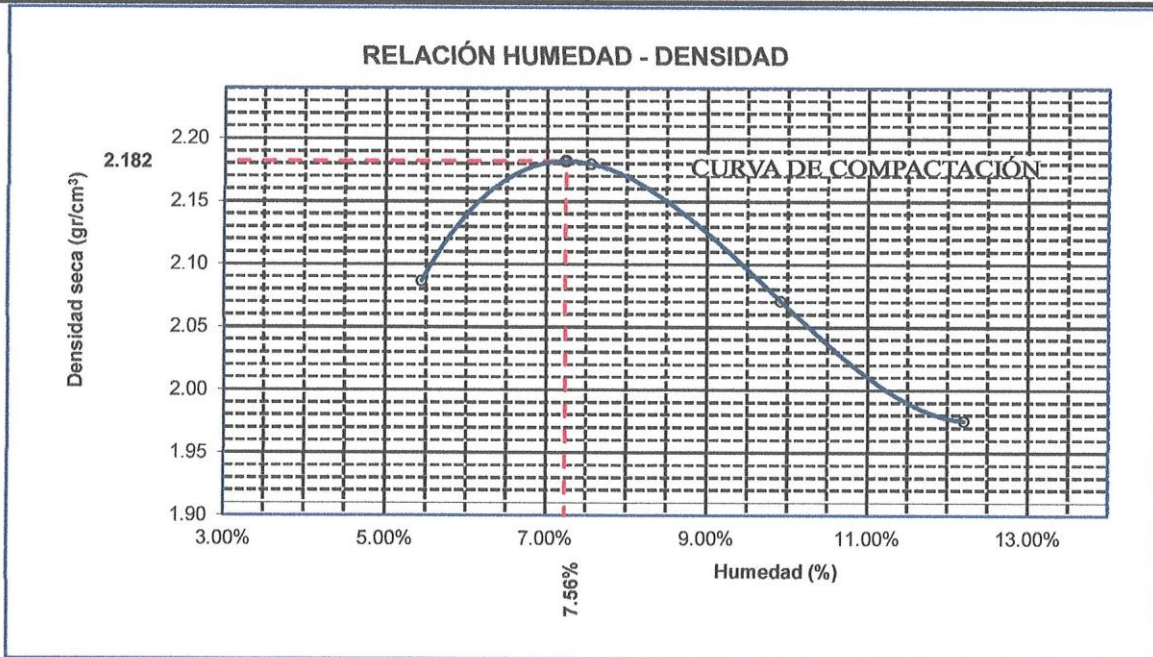
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO
MUESTRA	: SN + 3% RESIDUOS DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CARACOTO
LUGAR	: DISTRITO DE CARACOTO
FECHA	: 15 DE AGOSTO DEL 2024

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2079 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10503	10803	10661	10537
Peso del Molde	gr.	5929	5929	5929	5929
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4574	4874	4732	4608
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.200	2.344	2.276	2.216

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	290.17	296.22	286.47	275.32	290.22	287.44	277.63	273.13
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	277.32	284.03	270.80	258.65	265.82	269.20	255.14	246.44
Peso del Agua	gr.	12.85	12.19	15.67	16.67	24.40	18.24	22.49	26.69
Peso de la Capsula	gr.	50.10	51.12	50.48	50.20	52.01	52.55	48.65	49.06
Peso del Suelo Seco	gr.	227.22	232.91	220.32	208.45	213.81	216.65	206.49	197.38
% de Humedad	%	5.66%	5.23%	7.11%	8.00%	11.41%	8.42%	10.89%	13.52%
Promedio de Humedad	%	5.44%		7.55%		9.92%		12.21%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.086		2.180		2.071		1.975	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.182 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	7.56%



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

M^o ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA		
SOLICITANTE	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO		
MUESTRA	: SN + 3% RESIDUOS DE LADRILLO		
UBICACIÓN	: CARACOTO		
LUGAR	: DISTRITO DE CARACOTO		
FECHA	: 15 DE AGOSTO DEL 2024		

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10848	10390	10936	10673	11121	10972
Peso del Molde	gr.	7277	7277	6745	6745	6724	6724
Peso del Suelo Humedo	gr.	3571	3113	4191	3928	4397	4248
Volumen del Suelo	cc.	2115.67	2115.67	2257.29	2257.29	2116.65	2116.65
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.688	1.471	1.857	1.740	2.077	2.007

Capsula No	No	4								
Suelo Humedo + Capsula	gr.	285.20	290.31	324.00	260.38	296.38	316.58	308.24	322.78	282.75
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	269.14	271.29	304.98	244.00	276.36	295.63	285.21	299.03	262.15
Peso del Agua	gr.	16.06	19.02	19.02	16.38	20.02	20.95	23.03	23.75	20.60
Peso de la Capsula	gr.	35.76	33.56	37.14	40.74	40.07	41.04	38.67	39.94	39.87
Peso del Suelo Seco	gr.	233.38	237.73	267.84	203.26	236.29	254.59	246.54	259.09	222.28
% de Humedad	%	6.88%	8.00%	7.10%	8.06%	8.47%	8.23%	9.34%	9.17%	9.27%
Promedio de Humedad	%	7.44%		7.10%	8.27%		8.23%	9.25%		9.27%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.571		1.374	1.715		1.608	1.901		1.837

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/08/2024	09:45: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
11/08/2024	09:45: a.m.	24:00:00	0.63	0.02	0.01	0.50	0.01	0.01	0.26	0.01	0.01
12/08/2024	09:45: a.m.	48:00:00	0.68	0.02	0.01	0.58	0.01	0.01	0.29	0.01	0.01
13/08/2024	09:45: a.m.	72:00:00	0.81	0.02	0.02	0.60	0.02	0.01	0.33	0.01	0.01
14/08/2024	09:45: a.m.	96:00:00	0.90	0.02	0.02	0.63	0.02	0.01	0.32	0.01	0.01

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		11.30	73.1	3.7		42.10	204	10.3		89.50	405	20.5	
1.27	01:00		22.40	120.2	6.1		95.10	429	21.7		142.10	628	31.8	
1.91	01:30		27.80	143.1	7.2		122.50	545	27.6		198.10	866	43.8	
2.54	02:00	70.31	33.80	168.6	8.5		153.00	675	34.1		239.00	1040	52.5	
3.81	03:00		46.80	223.8	11.3		191.20	837	42.3		285.40	1236	62.5	
5.09	04:00	105.00	53.70	253.1	12.8		224.10	976	49.4		322.10	1392	70.4	
6.35	05:00		59.20	276.4	14.0		256.30	1113	56.3		355.10	1532	77.5	
7.62	06:00		67.40	311.2	15.7		280.30	1215	61.4		384.70	1658	83.8	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

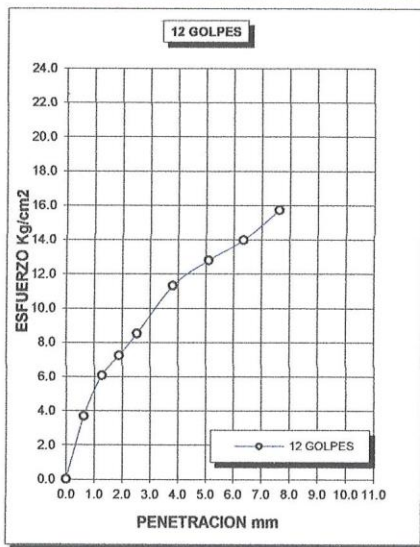
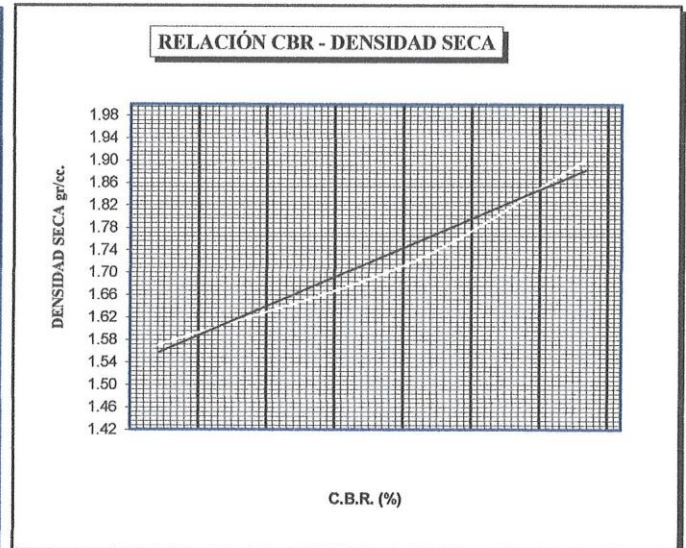
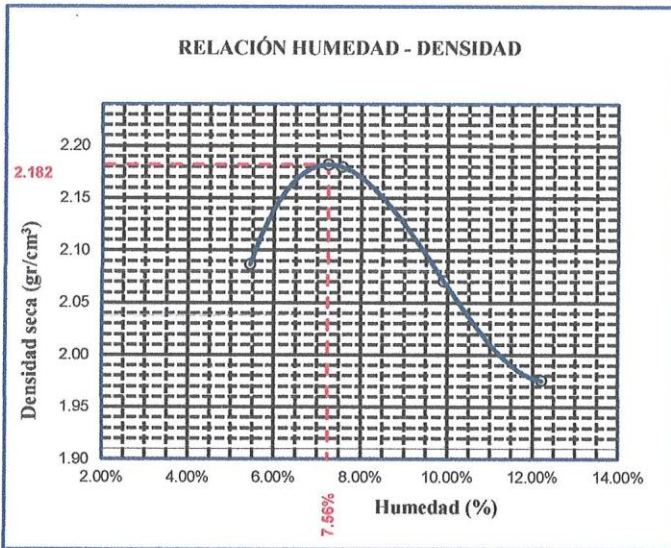
UANCV - FICE
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA
Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086

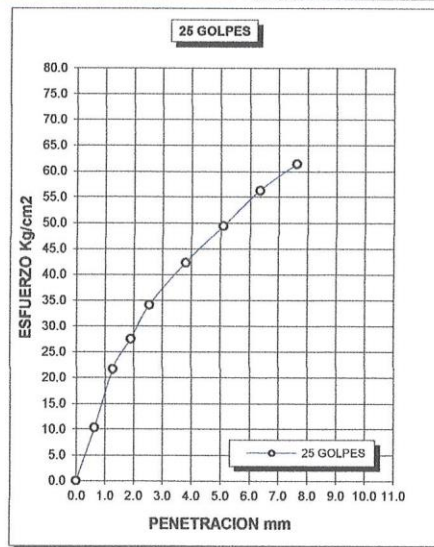


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

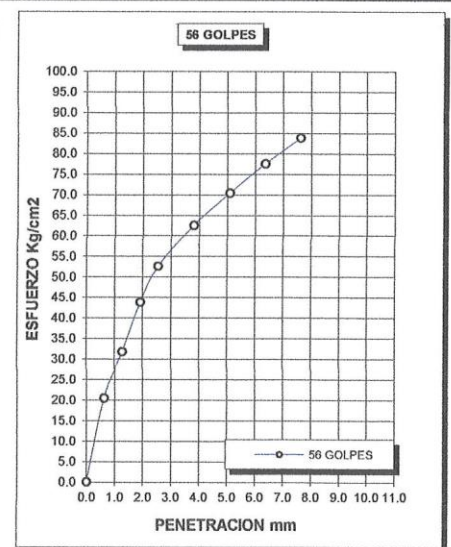
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE :	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	2.182
MUESTRA :	: SN + 3% RESIDUOS DE LADRILLO	HUMEDAD OPTIMA (%)	7.56%
UBICACIÓN :	: CARACOTO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	74.56
LUGAR :	: DISTRITO DE CARACOTO	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	49.50
FECHA :	: : 15 DE AGOSTO DEL 2024	CLASIFICACIÓN :	
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	4 DIAS



CBR 12



CBR 48



CBR 75



**UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL**

Mg. ARNALDO YANA TORRES
CIF 103257

B. N° 006-00308086



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

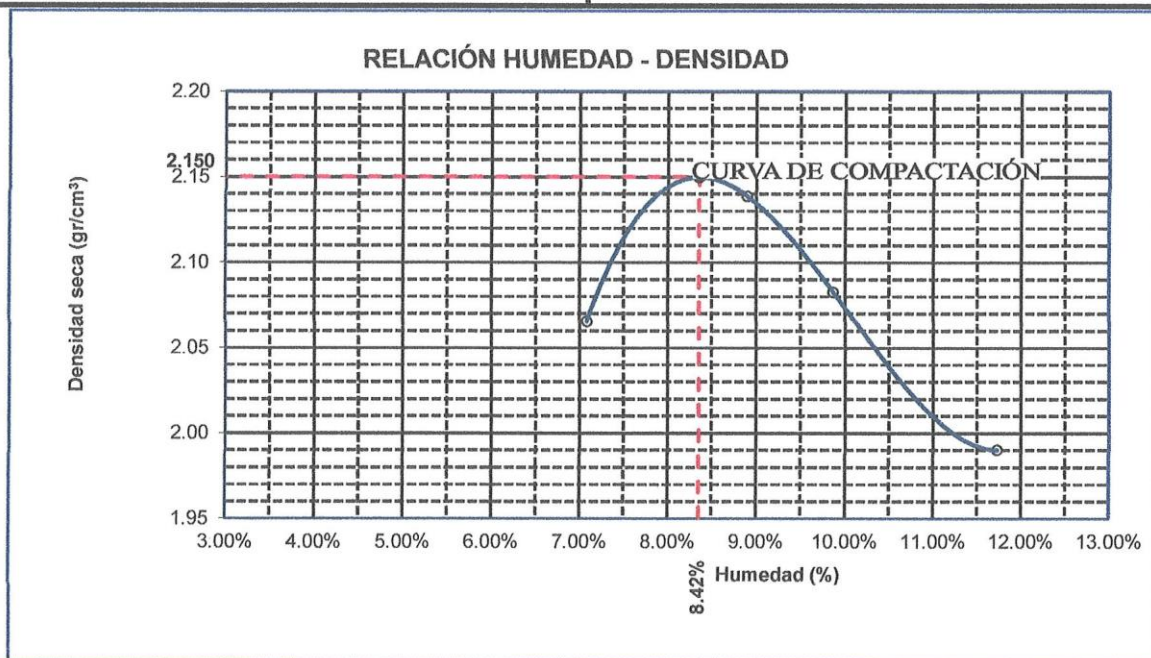
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO
MUESTRA	: SN + 5% RESIDUOS DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CARACOTO
LUGAR	: DISTRITO DE CARACOTO
FECHA	: 15 DE AGOSTO DEL 2024

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2079 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10527	10771	10686	10552
Peso del Molde	gr.	5929	5929	5929	5929
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4598	4842	4757	4623
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.212	2.329	2.288	2.224

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	283.36	291.10	273.11	268.10	282.32	286.78	278.48	275.39
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	268.23	275.02	255.20	250.30	260.27	266.88	256.04	250.38
Peso del Agua	gr.	15.13	16.08	17.91	17.80	22.05	19.90	22.44	25.01
Peso de la Capsula	gr.	51.62	51.12	52.30	51.97	50.18	51.60	52.08	49.80
Peso del Suelo Seco	gr.	216.61	223.90	202.90	198.33	210.09	215.28	203.96	200.58
% de Humedad	%	6.98%	7.18%	8.83%	8.97%	10.50%	9.24%	11.00%	12.47%
Promedio de Humedad	%	7.08%		8.90%		9.87%		11.74%	
Densidad del Suelo Seco	%	2.065		2.139		2.083		1.990	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.150 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	8.42%



UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mg. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE
SOLICITANTE	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO
MUESTRA	: SN + 5% RESIDUOS DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CARACOTO
LUGAR	: DISTRITO DE CARACOTO
FECHA	: 15 DE AGOSTO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10850	10740	11017	10935	11725	11610
Peso del Molde	gr.	6745	6745	6724	6724	7277	7277
Peso del Suelo Humedo	gr.	4105	3995	4293	4211	4448	4333
Volumen del Suelo	cc.	2257.29	2257.29	2116.65	2116.65	2115.67	2115.67
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.819	1.770	2.028	1.989	2.102	2.048

Capsula No	No	4										
Suelo Humedo + Capsula	gr.	255.23	283.69	302.17		243.25	235.40	239.87		289.36	272.12	269.52
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	236.00	261.68	278.78		220.98	218.39	221.13		265.29	248.35	246.15
Peso del Agua	gr.	19.23	22.01	23.39		22.27	17.01	18.74		24.07	23.77	23.37
Peso de la Capsula	gr.	36.92	37.45	35.47		34.68	36.98	36.20		34.78	35.47	35.64
Peso del Suelo Seco	gr.	199.08	224.23	243.31		186.30	181.41	184.93		230.51	212.88	210.51
% de Humedad	%	9.66%	9.82%	9.61%		11.95%	9.38%	10.13%		10.44%	11.17%	11.10%
Promedio de Humedad	%	9.74%		9.61%		10.67%	10.13%			10.80%	11.10%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.657		1.615		1.833	1.806			1.897	1.843	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/08/2024	09:50: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
11/08/2024	09:50: a.m.	24:00:00	0.53	0.01	0.01	0.39	0.01	0.01	0.30	0.01	0.01
12/08/2024	09:50: a.m.	48:00:00	0.59	0.01	0.01	0.43	0.01	0.01	0.33	0.01	0.01
13/08/2024	09:50: a.m.	72:00:00	0.62	0.02	0.01	0.46	0.01	0.01	0.35	0.01	0.01
14/08/2024	09:50: a.m.	96:00:00	0.64	0.02	0.01	0.49	0.01	0.01	0.37	0.01	0.01

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.83	00:30		24.80	130.4	6.6		45.20	217	11.0		95.10	429	21.7	
1.27	01:00		37.20	183.0	9.3		96.10	433	21.9		159.20	701	35.4	
1.91	01:30		48.80	232.3	11.7		131.20	582	29.4		207.40	905	45.8	
2.54	02:00	70.31	59.20	276.4	14.0		165.00	725	36.7		253.00	1099	55.6	
3.81	03:00		72.60	333.3	16.8		201.40	880	44.5		301.20	1304	65.9	
5.09	04:00	105.00	82.40	374.9	18.9		231.70	1009	51.0		340.70	1471	74.4	
6.35	05:00		91.10	411.8	20.8		256.30	1113	56.3		372.40	1606	81.2	
7.62	06:00		99.20	446.2	22.6		280.30	1215	61.4		401.50	1729	87.4	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

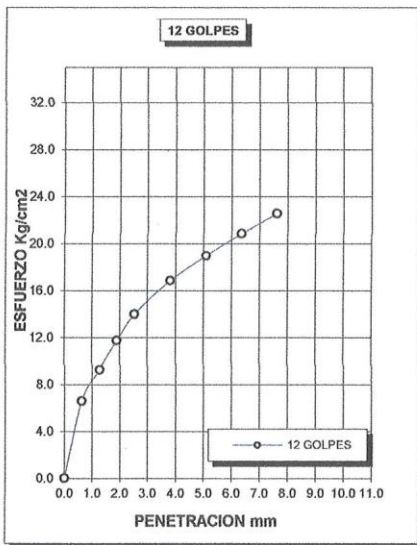
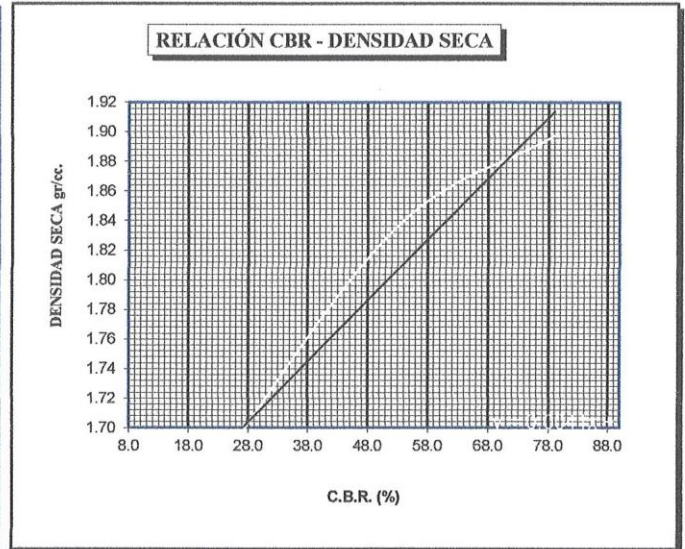
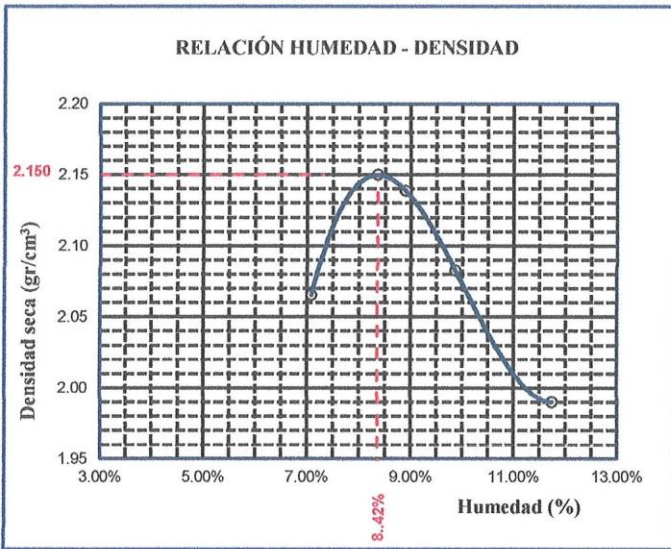
UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFATURA
 Mgtr. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308086

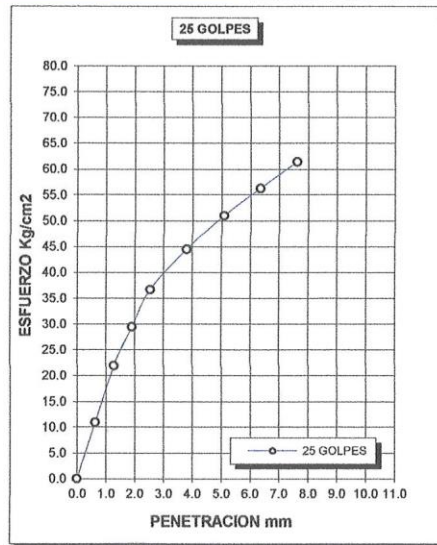


UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

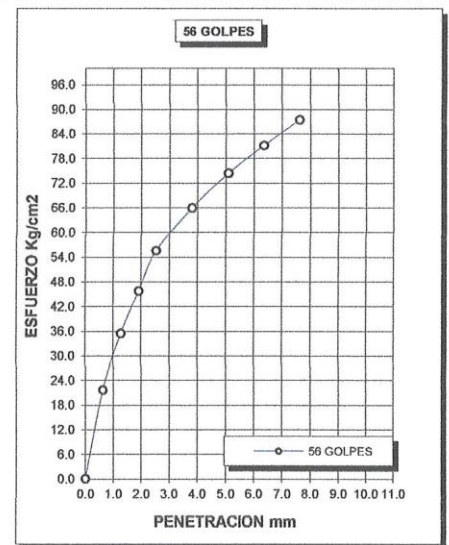
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE :	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	2.150
MUESTRA :	: SN + 5% RESIDUOS DE LADRILLO	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.42%
UBICACIÓN :	: CARACOTO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	79.34
LUGAR :	: DISTRITO DE CARACOTO	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	52.76
FECHA :	: 15 DE AGOSTO DEL 2024	CLASIFICACIÓN :	
		AASHTO :	
		EMBEBIDO :	4 DIAS



CBR 20



CBR 52



CBR 79

UANCV, FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
 M.T. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308086



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

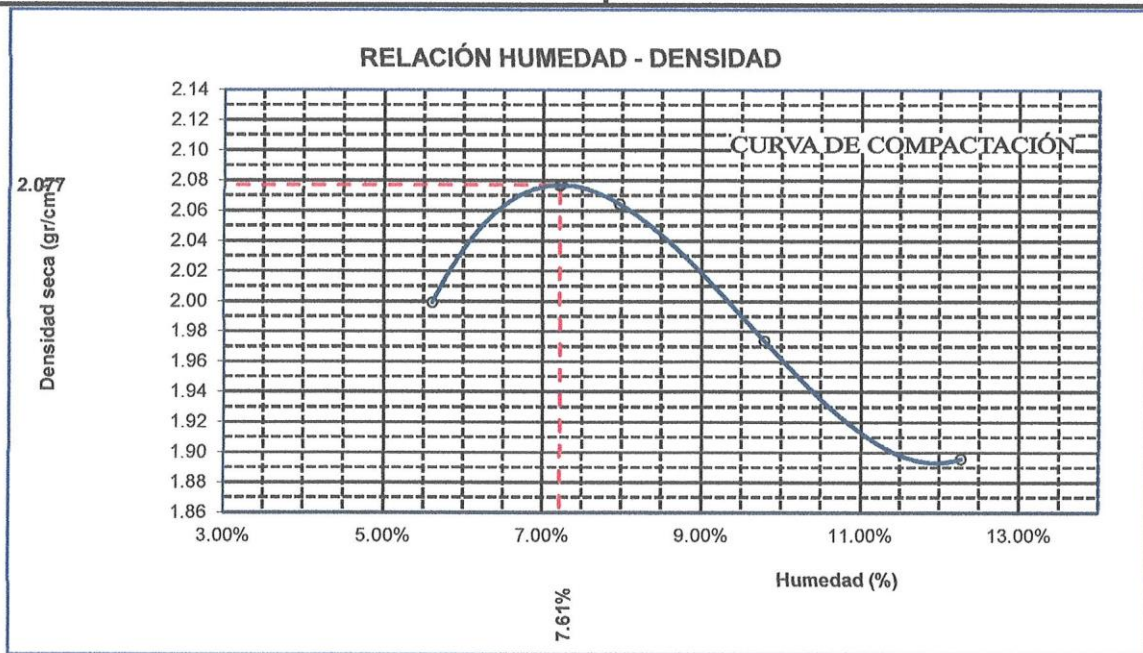
TESIS	: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO REICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO
CANTERA	: SN + 7% RESIDUOS DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CARACOTO
LUGAR	: DISTRITO DE CARACOTO
FECHA	: 15 DE AGOSTO DEL 2024

MOLDE No	: 1	VOLUMEN DEL MOLDE	: 2105 cm ³
No DE CAPAS	: 5	GOLPES POR CAPA	: 56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10425	10673	10542	10461
Peso del Molde	gr.	5982	5982	5982	5982
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4443	4691	4560	4479
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.111	2.229	2.167	2.128

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	290.15	298.10	287.14	278.22	292.18	287.22	279.10	273.66
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	277.32	284.03	270.80	258.65	265.82	269.20	255.14	246.44
Peso del Agua	gr.	12.83	14.07	16.34	19.57	26.36	18.02	23.96	27.22
Peso de la Capsula	gr.	40.12	42.05	39.22	38.57	40.12	41.11	42.05	42.00
Peso del Suelo Seco	gr.	237.20	241.98	231.58	220.08	225.70	228.09	213.09	204.44
% de Humedad	%	5.41%	5.81%	7.06%	8.89%	11.68%	7.90%	11.24%	13.31%
Promedio de Humedad	%	5.61%		7.97%		9.79%		12.28%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.999		2.064		1.974		1.896	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 2.080 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	: 7.61%



UANCV FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
Mg. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO REICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

SOLICITANTE : Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO

CANTERA : SN + 7% RESIDUOS DE LADRILLO

UBICACIÓN : CARACOTO

FECHA : 15 DE AGOSTO DEL 2024

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10766	10590	10960	10810	11061	10987
Peso del Molde	gr.	6740	6740	6691	6691	6750	6750
Peso del Suelo Humedo	gr.	4026	3850	4269	4119	4311	4237
Volumen del Suelo	cc.	2113.99	2113.99	2101.36	2101.36	2116.88	2116.88
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.904	1.821	2.032	1.960	2.036	2.002

Capsula No	No												
Suelo Humedo + Capsula	gr.	279.25	296.53	289.26		316.28	309.50	266.87		284.50	290.47	314.78	
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	246.68	262.27	266.32		282.23	276.57	245.91		259.06	264.09	289.76	
Peso del Agua	gr.	32.57	34.26	22.94		34.05	32.93	20.96		25.44	26.38	25.02	
Peso de la Capsula	gr.	36.81	37.53	39.55		38.43	40.32	39.34		39.19	39.34	41.46	
Peso del Suelo Seco	gr.	209.87	224.74	226.77		243.80	236.25	206.57		219.87	224.75	248.30	
% de Humedad	%	15.52%	15.24%	10.12%		13.97%	13.94%	10.15%		11.57%	11.74%	10.08%	
Promedio de Humedad	%	15.38%		10.12%		13.95%		10.15%		11.65%		10.08%	
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.651		1.654		1.783		1.780		1.824		1.818	

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/08/2024	9:10: a.m.	0	198.00	0.00	0	9.00	0	0	100.00	0	0
11/08/2024	9:10: a.m.	24:00:00	200.00	0.05	0.04	10.00	0.03	0.02	101.00	0.03	0.02
12/08/2024	9:10: a.m.	48:00:00	205.00	0.18	0.15	13.00	0.10	0.09	102.00	0.05	0.04
13/08/2024	9:10: a.m.	72:00:00	206.00	0.20	0.17	15.00	0.15	0.13	103.00	0.08	0.07
14/08/2024	9:10: a.m.	96:00:00	208.00	0.25	0.22	16.00	0.18	0.15	104.00	0.10	0.09

PENETRACION

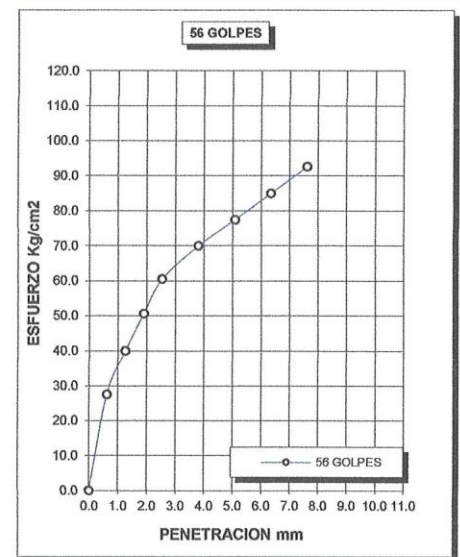
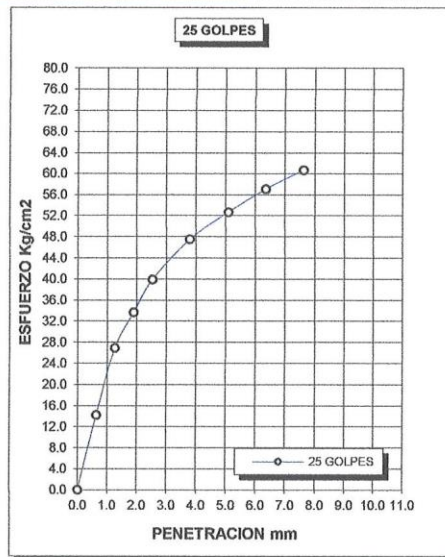
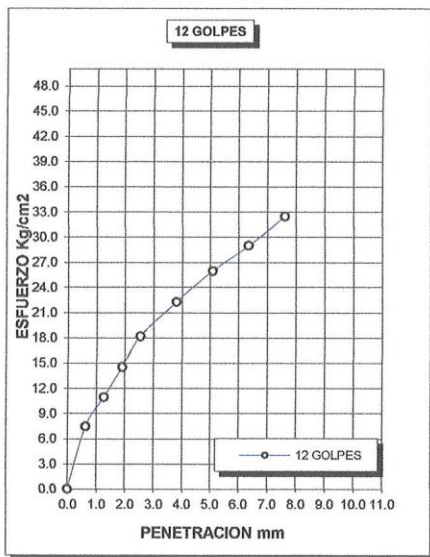
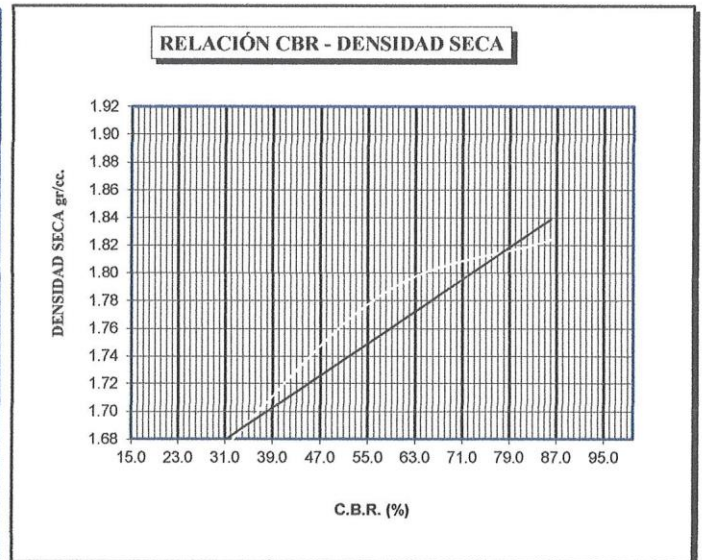
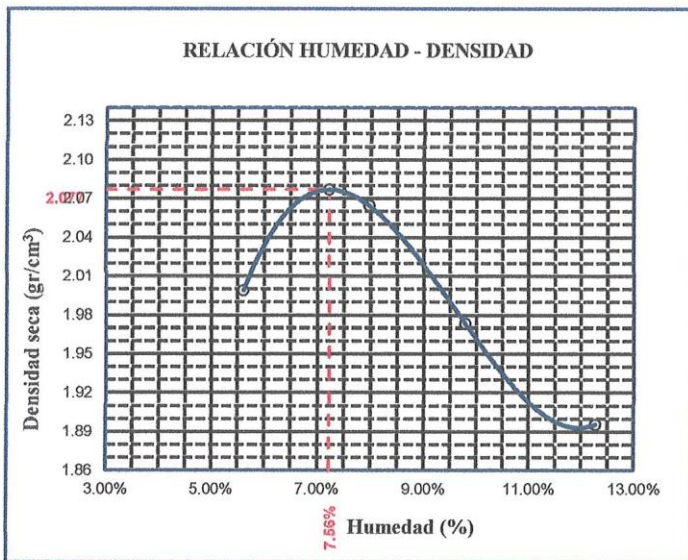
Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		28.90	147.8	7.5		60.20	281	14.2		122.40	545	27.5	
1.27	01:00		45.20	217.0	11.0		119.50	532	26.9		180.00	789	39.9	
1.91	01:30		61.80	287.4	14.5		151.00	666	33.7		230.00	1001	50.6	
2.54	02:00	70.31	78.90	360.0	18.2		180.00	789	39.9		276.00	1197	60.5	
3.81	03:00		98.10	441.5	22.3		215.60	940	47.5		320.00	1383	69.9	
5.09	04:00	105.00	115.20	514.1	26.0		239.50	1042	52.7		355.20	1533	77.5	
6.35	05:00		129.20	573.5	29.0		260.10	1129	57.1		390.10	1681	85.0	
7.62	06:00		145.60	643.1	32.5		276.80	1200	60.7		425.60	1832	92.6	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
MOR. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



TESIS :	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91
SOLICITANTE :	Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.) 2.080
MUESTRA	SN + 7% RESIDUOS DE LADRILLO	HUMEDAD OPTIMA (%) 7.61%
UBICACIÓN :	CARACOTO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%) 86.89
FECHA :	15 DE AGOSTO DEL 2024	CBR AL 95% DE M.D.S. (%) 57.12
		CLASIFICACIÓN :
		AASHTO :
		EMBEBIDO : 4 DIAS



UANCV / FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO
M.S.C.A.
JEFATURA
MSc. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

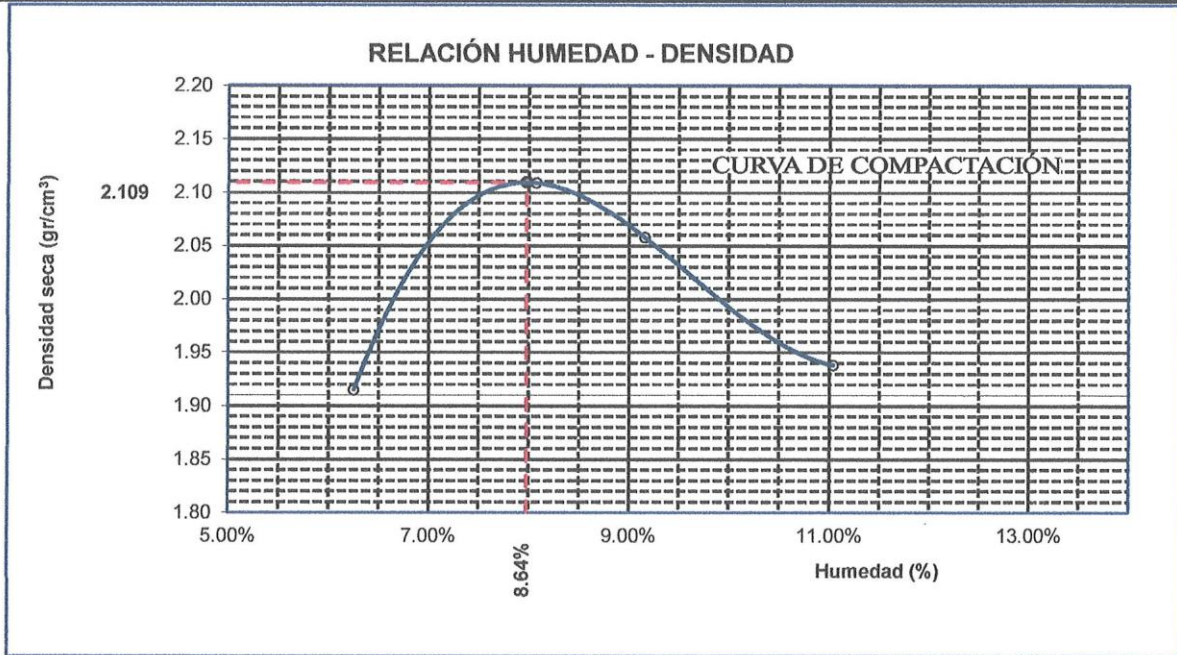
TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO REICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA
SOLICITANTE	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO
MUESTRA	: SN + 9% RESIDUOS DE LADRILLO
UBICACIÓN	: CARACOTO
LUGAR	: DISTRITO DE CARACOTO
FECHA	: 15 DE AGOSTO DEL 2024

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2079 cm ³
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10168	10676	10608	10412
Peso del Molde	gr.	5938	5938	5938	5938
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm ³ .	4230	4738	4670	4474
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm ³ .	2.035	2.279	2.246	2.152

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	293.66	300.10	288.14	279.10	290.11	288.60	277.05	272.65
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	279.32	286.03	272.80	260.65	267.82	271.20	257.14	248.44
Peso del Agua	gr.	14.34	14.07	15.34	18.45	22.29	17.40	19.91	24.21
Peso de la Capsula	gr.	56.10	55.00	54.20	58.60	52.30	53.20	51.44	53.21
Peso del Suelo Seco	gr.	223.22	231.03	218.60	202.05	215.52	218.00	205.70	195.23
% de Humedad	%	6.42%	6.09%	7.02%	9.13%	10.34%	7.98%	9.68%	12.40%
Promedio de Humedad	%	6.26%		8.07%		9.16%		11.04%	
Densidad del Suelo Seco	%	1.915		2.109		2.058		1.938	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "C"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	2.110 gr/cm ³
		HUMEDAD OPTIMA	:	8.64%



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO M.S.C.A. JEFATURA
MSc. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA					
SOLICITANTE	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO					
MUESTRA	: SN + 9% RESIDUOS DE LADRILLO					
UBICACIÓN	: CARACOTO					
LUGAR	: DISTRITO DE CARACOTO					
FECHA	: 15 DE AGOSTO DEL 2024					

MOLDE No	III		II		I	
No DE CAPAS	5		5		5	
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10400	10183	10610	10481	10751	10679
Peso del Molde	gr.	6795	6795	6744	6744	6785	6785
Peso del Suelo Humedo	gr.	3605	3388	3866	3737	3966	3894
Volumen del Suelo	cc.	2104.81	2104.81	2101.91	2101.91	2096.50	2096.50
Densidad del Suelo Humedo	gr/cc.	1.713	1.610	1.839	1.778	1.892	1.857

Capsula No	No	4								
Suelo Humedo + Capsula	gr.	203.10	240.10	305.10	266.50	268.90	311.50	248.30	281.50	329.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	175.10	218.47	292.60	232.50	238.60	290.10	220.10	244.50	305.60
Peso del Agua	gr.	28.00	21.63	12.50	34.00	30.30	21.40	28.20	37.00	23.70
Peso de la Capsula	gr.	37.40	37.50	38.20	38.10	38.50	38.22	38.20	38.40	38.40
Peso del Suelo Seco	gr.	137.70	180.97	254.40	194.40	200.10	251.88	181.90	206.10	267.20
% de Humedad	%	20.33%	11.95%	4.91%	17.49%	15.14%	8.50%	15.50%	17.95%	8.87%
Promedio de Humedad	%	16.14%		4.91%	16.32%		8.50%	16.73%		8.87%
Densidad del Suelo Seco	gr/cc.	1.475		1.534	1.581		1.639	1.621		1.706

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansion		Dial	Expansion		Dial	Expansion	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/08/2024	08:40: a.m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0	0	0.00	0	0
11/08/2024	08:40: a.m.	24:00:00	0.55	0.01	0.01	0.51	0.01	0.01	0.52	0.01	0.01
12/08/2024	08:40: a.m.	48:00:00	0.61	0.02	0.01	0.60	0.02	0.01	0.62	0.02	0.01
13/08/2024	08:40: a.m.	72:00:00	0.79	0.02	0.02	0.64	0.02	0.01	0.69	0.02	0.02
14/08/2024	08:40: a.m.	96:00:00	0.81	0.02	0.02	0.78	0.02	0.02	0.76	0.02	0.02

PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	
0.63	00:30		24.80	130.4	6.6		45.20	217	11.0		102.00	458	23.2	
1.27	01:00		37.20	183.0	9.3		96.10	433	21.9		192.00	840	42.5	
1.91	01:30		48.80	232.3	11.7		131.20	582	29.4		280.00	1214	61.3	
2.54	02:00	70.31	59.20	276.4	14.0		165.00	725	36.7		335.00	1447	73.1	
3.81	03:00		72.60	333.3	16.8		201.40	880	44.5		395.00	1702	86.0	
5.09	04:00	105.00	82.40	374.9	18.9		231.70	1009	51.0		433.00	1863	94.2	
6.35	05:00		91.10	411.8	20.8		256.30	1113	56.3		470.00	2020	102.1	
7.62	06:00		99.20	446.2	22.6		280.30	1215	61.4		506.00	2173	109.8	
8.84	07:00													
10.16	08:00													

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

UANCV - FICP
CAP INGENIERIA CIVIL

LABORATORIO M SCA
JEFATURA

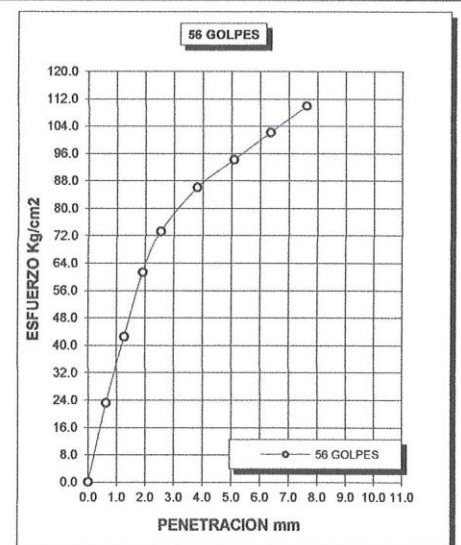
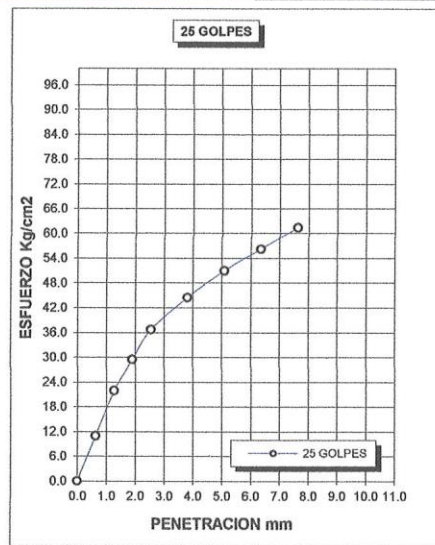
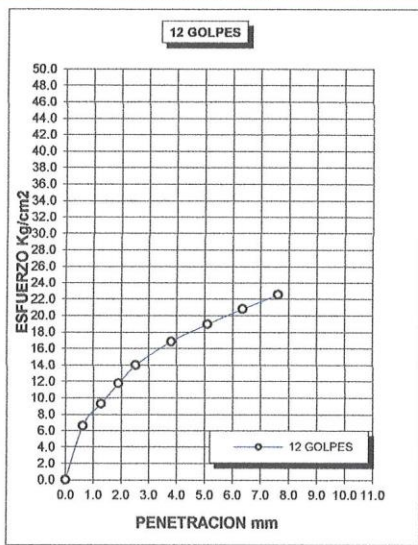
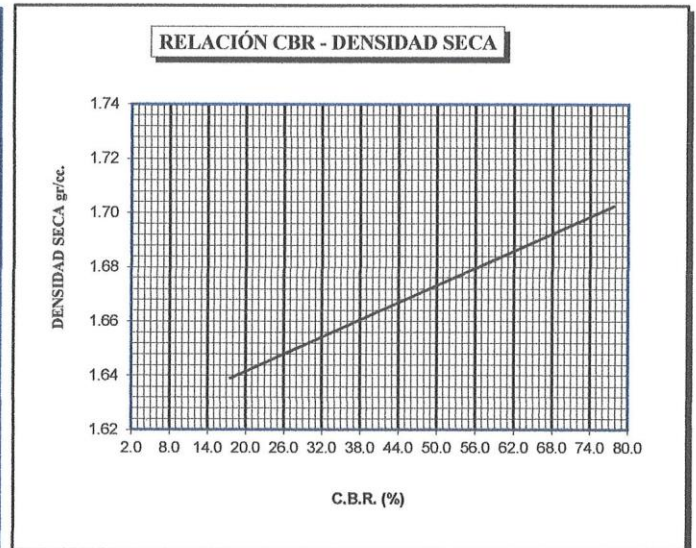
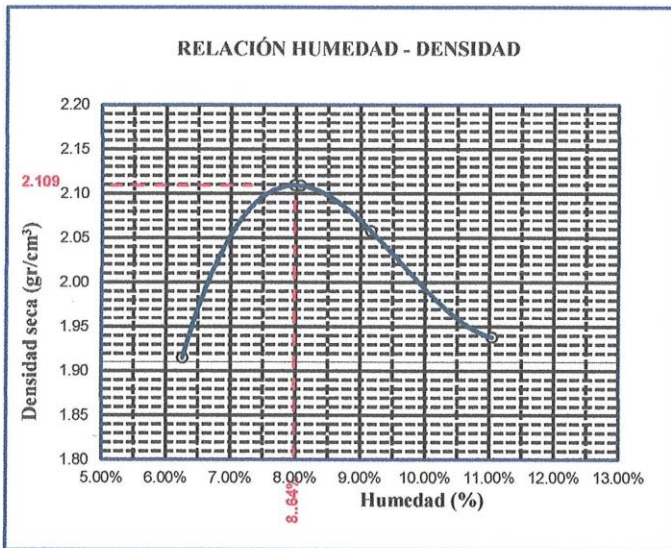
Mgt. ARNALDO YANA TORRES
CIP 103257

B. N° 006-00308086



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

TESIS	ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA	METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	
SOLICITANTE :	: Bach. JHONN YEISON APAZA LARICO	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	2.110
MUESTRA	: SN + 9% RESIDUOS DE LADRILLO	HUMEDAD OPTIMA (%)	8.64%
UBICACIÓN	: CARACOTO	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	104.71
LUGAR	: DISTRITO DE CARACOTO	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	71.89
FECHA	: : 15 DE AGOSTO DEL 2024	CLASIFICACIÓN :	
		AASHTO	:
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



UANCV - FICP
 CAP INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO M.S.C.A.
 JEFATURA
 MGR. ARNALDO YANA TORRES
 CIP 103257

B. N° 006-00308086



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 15 - 05 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHONN YEISON APAZA LARICO

Dirección: Av. Huancané G7 – Juliaca

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 47230029

Teléfono: 940138020 email: jhonnyeison2020@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE RESIDUOS DE LADRILLO RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE SUELOS DE LA CANTERA CARACOTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS EN LA CIUDAD DE JULIACA

Palabras claves, (3 a 5 términos): Estabilización, ladrillos, canteras, pavimentos, residuos

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2?}

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
 Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17

Firma de Autor



huella digital

15 – MAYO – 2025

Fecha