



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL**  
**MENCIÓN: GEOTÉCNIA Y TRANSPORTES**



**EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS  
PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES  
BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL  
RÍO TOROCOCHA, JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:**  
**WASHINGTON CHURA PACHARI**


**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE  
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL  
MENCIÓN: GEOTÉCNIA Y TRANSPORTES**


**JULIACA – PERÚ**  
**2024**





**UNIVERSIDAD ANDINA  
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
ESCUELA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL  
MENCIÓN: GEOTÉCNIA Y TRANSPORTES  
EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS  
PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES  
BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL  
RÍO TOROCOCHA, JULIACA**

**TESIS PRESENTADA POR:  
WASHINGTON CHURA PACHARI  
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:  
MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL  
MENCIÓN: GEOTÉCNIA Y TRANSPORTES**

**PRESIDENTE DE JURADO** :   
**Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**

**MIEMBRO DEL JURADO** :   
**Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**

**MIEMBRO DEL JURADO** :   
**Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**

**ASESOR DE TESIS** :   
**Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** : **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P 50**



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" ESCUELA DE POSGRADO



Escaneado con CamScanner

## RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 256-2024-D-EPG-UANCV/J

Juliaca, 22 de agosto del 2024

**VISTOS:**

El expediente N° 2024-07849, presentado por el (la) Bachiller **CHURA PACHARI WASHINGTON**, con número de DNI. **02429911**, asignado (a) con código de matrícula **1410151038**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la Escuela de Posgrado de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" de la Sede Central Juliaca.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (a) Bach. **CHURA PACHARI WASHINGTON**, con número de DNI. **02429911**, asignado (a) con código de matrícula **1410151038**, de la **Maestría en INGENIERIA CIVIL, Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, ha solicitado fecha, hora y modalidad de sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA** La misma que pertenece a la Línea de Investigación: **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50 y;**

Que, el (a) referido (a) Dictamen de Tesis aprobado por los Jurados el 30 de Junio del 2024. Establece la fecha de sustentación; habiendo para el efecto cumplido los requisitos establecidos en el reglamento para la Obtención del Grado Académico de Magíster/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV;

Que, en el Artículo 66 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de Tesis de Postgrado es un trabajo de Investigación original y crítico, de actualidad y de alto valor científico;

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el Inciso "J" del artículo 17° del Reglamento General de la Escuela de Posgrado, y el Art. 76 del Estatuto Universitario;

**SE RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO. - DECLARAR EXPEDITO** para la Sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA** Elaborado por el (la) Bachiller **CHURA PACHARI WASHINGTON**. Integrado por los siguientes docentes:

- Presidente del Jurado : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- Miembro del Jurado : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CICALA**
- Miembro del Jurado : **Dr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- Asesor de Tests : **Dr. ARNALDO YANA TORRES**

**ARTÍCULO SEGUNDO. -** El proceso de la Sustentación de la Tesis en mención, se llevará a cabo:

- Fecha : **Jueves 29 de agosto del 2024**
- Hora : **11:00 a.m.**
- Lugar : **Aula N° 309 EPG - UANCV - JULIACA**

A cuya finalización el Jurado registrará los resultados en el Libro de Actas de Sustentación de Tesis de Maestría con el grado **MAGISTER** de los estudiantes que ingresaron antes a la aprobación de la ley Universitaria N° 30220.

**ARTÍCULO TERCERO. -** Elévese la presente Resolución al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo y Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento.

Regístrese, comuníquese y Archívese.



Dr. Leopoldo Huarcaya Córdova  
DIRECCIÓN

Cc: Archivo EPG (01)  
Información (01)  
Cargo (01)  
Asesor (01)  
Asesor (01)  
Ejecutiva (01)  
LWDC/rev



# UNIVERSIDAD ANDINA

## "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

### ESCUELA DE POSGRADO



#### RESOLUCION DIRECTORAL N°0282 - 2024 - USA-EPG/UANCV

Juliaca, 11 de abril del 2024.

#### VISTOS:

El expediente N° 03951, de fecha 26 de marzo del 2024, presentado por el (la) Bachiller **CHURA PACHARI WASHINGTON** con DNI N° **02429911**, código de matrícula **1410151038**, quien solicita resolución de aprobación de proyecto de tesis titulado: **EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA** Línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50**, para optar el grado de **MAGISTER** en **INGENIERÍA CIVIL**, mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la Escuela de Postgrado de la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez Sede Central Juliaca.

#### CONSIDERANDO:

Que, en el Reglamento General de la Escuela de Posgrado de la UANCV, establece que la sustentación de tesis de Posgrado es un trabajo de investigación original y crítico de actualidad de alto valor científico.

Que, según Resolución N° 0555-2019-UANCV-CU-R, de fecha 08 de noviembre del 2019, se aprueba el Reglamento para la obtención del grado académico de Magister, Maestro, Doctor y Titulación de los Programas de Segunda Especialidad Profesional de la Escuela de Posgrado.

Que, el **Art. 17**, establece que la aprobación del proyecto de investigación de tesis para la obtención de grados académicos de Magister, Maestro, Doctor se inicia con la presentación del proyecto de investigación de tesis según corresponda, en forma individual y conforme a las recomendaciones de la Escuela de Posgrado y estándares de la investigación científica, tecnológica y humanística.

Que, en el **Art.60**, señala que la fecha límite para la presentación del borrador de tesis es de 02 años contados desde la emisión de la resolución de aprobación del proyecto de tesis, vencido el plazo máximo el candidato a Magister, Maestro o Doctor deberá presentar un nuevo proyecto de investigación de tesis.

Que, el **Art. 21**, establece que el Director de la Escuela de Posgrado y el Director de la Unidad de Investigación de la Escuela de Posgrado, nominarán por sorteo a 03 docentes miembros del comité de investigación.

Que, mediante oficio circular N° 310-2023-USA-EPG/UANCV-J, de fecha 13 de junio del 2023, se nombra al Comité de Investigación del proyecto de tesis conformado por los siguientes docentes:

- Presidente : **Dr. LEONEL SUASACA PELINCO**
- Primer Miembro : **Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA**
- Segundo Miembro : **Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA**
- Asesor : **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**

Que, con registro N° 003691, de fecha 27 de Junio del 2023, el Comité de Investigación del proyecto de tesis titulado: **EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA** cumple con los lineamientos y contenidos establecidos en reglamento de grado de investigación conducentes al grado académico de Magister/Maestro y Doctor de la Escuela de Posgrado de la UANCV.

En uso de las atribuciones conferidas a la Dirección en el inciso "j" del artículo 17 del Reglamento General de la Escuela de Posgrado y en el artículo 76 del Estatuto Universitario;

#### SE RESUELVE:

**PRIMERO: APROBAR**, el Proyecto de investigación de Tesis de maestría y **AUTORIZAR** el desarrollo de la Tesis, titulado: **EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA** para obtener el grado académico de **MAGISTER** en **INGENIERÍA CIVIL**, mención: **GEOTECNIA Y TRANSPORTES**, de la UANCV.

**SEGUNDO: ELEVAR** al Rectorado, Vicerrectorado Académico, Vicerrectorado Administrativo, Vicerrectorado de Investigación, Oficina del Órgano de Inspección y Control para conocimiento y cumplimiento de la presente resolución.

Regístrese, Comuníquese y Archívese



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
ESCUELA DE POSGRADO  
DIRECCIÓN  
JULIACA  
Dr. Leopoldo Wenceslao Condori Cari  
DIRECTOR (e)

c.c/CARGO (01)  
ARCHIVO EPG-2023 (01)  
INTERESADO (01)  
LWCC/arch



## EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**22%**

INDICE DE SIMILITUD

**20%**

FUENTES DE INTERNET

**21%**

PUBLICACIONES

**19%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>redbluffca.iqm2.com</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
----------	--	-----------

<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Internacional de la Rioja</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
----------	---	-----------

<b>3</b>	<b>oldweb.roundrockisd.org</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
----------	--	-----------

<b>4</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
----------	--	-----------

<b>5</b>	<b>Submitted to Escuela Politecnica Nacional</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
----------	--	-----------

<b>6</b>	<b>www.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
----------	---	-----------

<b>7</b>	<b>Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
----------	---	-----------

<b>8</b>	<b>rbwm.moderngov.co.uk</b>	
----------	-----------------------------	--



## Metadatos complementarios - UANCV

TITULO	
<b>EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA</b>	
<b>Datos de autor</b>	
Nombres y Apellidos	WASHINGTON CHURA PACHARI
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02429911
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0000-0046-6175">https://orcid.org/0009-0000-0046-6175</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-6740-5024">https://orcid.org/0000-0002-6740-5024</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Nombres Y Apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0001-6657-665X">https://orcid.org/0000-0001-6657-665X</a>
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Nombres Y Apellidos	OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02371550
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0005-6613-6925">https://orcid.org/0009-0005-6613-6925</a>



Miembro del jurado 2	
Nombres Y Apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0000-0002-4219-1007">https://orcid.org/0000-0002-4219-1007</a>
<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P50
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	<p><b>Dirección:</b> RÍO TOROCOCHA, JULIACA  <b>País:</b> Perú  <b>Departamento:</b> Puno  <b>Provincia:</b> San Román  <b>Distrito:</b> Juliaca                      -15.49515, -70.11117  <a href="https://maps.app.goo.gl/4WzjxLXBQFkHHAPy5">https://maps.app.goo.gl/4WzjxLXBQFkHHAPy5</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2023
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería civil  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00</a>                      Ingeniería de la construcción  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03</a></p>
<a href="https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html">https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html</a> - Librería	



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO

Dr. Segundo Ortiz Cansaya

DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - EPG



### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo WASHINGTON CHURA PACHARI, identificado con DNI Nro. 02429911 en mi condición de egresado de:

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

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL

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

"EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUB PASADIZOS (BLANDAJ) EN LOS MARGENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA"

Asesorado por: DR. RONALDO YONA 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 07 de SEPTIEMBRE del 2024

  
FIRMA (ASESOR)

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## DEDICATORIA

Dedicó el presente resultado de trabajo a mi familia, a mi padre que en los pocos años de conocerlo, obtuve fortaleza forzada y aprender a valorar el esfuerzo de lograr conocimiento con esfuerzo y mucho sacrificio, mi madre que con una inusitada forma de educar supo conducirme con ejemplo y sabiduría en algún momento de mi vida, me han enseñado a ser la persona que soy hoy, mis principios y valores, pero por sobre todo la vocación de perseverar en mi empeño de lograr mis objetivos.

A mis hijos Omar Fernando y Liz Mayely, que son la razón y el motivo de inspiración, por el cual me encuentro en este momento de lograr un objetivo de aspiración hacia el futuro, esperando que me sigan los pasos en esta vida profesional en adelante.



## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, un ser divino por darme vida y guiar mis pasos en el día a día hasta hoy.

A mis maestros de la carrera académica de Ingeniería Civil por sus enseñanzas, para desarrollarme en la profesión y haberme brindado los conocimientos que hoy sustento.

A la vida que me tocó vivir, de la cual nunca me arrepiento, y lucharé hasta lograr los objetivos de lucha contante.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... iii

AGRADECIMIENTO ..... iv

ÍNDICE GENERAL..... v

ÍNDICE DE FIGURAS ..... ix

ÍNDICE DE TABLAS..... x

RESUMEN ..... xi

ABSTRACT ..... xii

INTRODUCCIÓN ..... 1

CAPÍTULO I..... 3

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 3

    1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA .....3

    1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....5

        1.2.1. Problema general.....5

        1.2.2. Problemas específicos.....5

    1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....5

        1.3.1. Justificación técnica .....5

        1.3.2. Justificación económica .....6

        1.3.3. Justificación social.....6

        1.3.4. Justificación ambiental .....6

    1.4. OBJETIVOS .....7



- 1.4.1. Objetivo general..... 7
- 1.4.2. Objetivos específicos..... 7
- 1.5. HIPÓTESIS ..... 7
  - 1.5.1. Hipótesis general..... 7
  - 1.5.2. Hipótesis específico ..... 7
- 1.6. VARIABLES E INDICADORES ..... 8
  - 1.6.1. Operacionalización de las variables ..... 8
- CAPÍTULO II..... 10
- MARCO TEÓRICO ..... 10
  - 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO..... 10
    - 2.1.1. Antecedentes internacionales..... 10
    - 2.1.2. Antecedentes nacionales..... 12
    - 2.1.3. Antecedentes locales ..... 13
  - 2.2. MARCO TEÓRICO ..... 15
    - 2.2.1. Relleno no controlado..... 15
    - 2.2.2. Subrasante blanda..... 15
    - 2.2.3. Suelo..... 15
    - 2.2.4. Compactación..... 16
    - 2.2.5. Asentamiento ..... 16
    - 2.2.6. Carga por eje..... 17
    - 2.2.7. Ensayos de laboratorio ..... 17



2.2.8. Ensayo de compactación.....	17
2.2.9. Ensayo CBR .....	17
2.2.10. Análisis granulométrico.....	18
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	19
CAPÍTULO III.....	21
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	21
3.1.1. Método general .....	21
3.1.2. Método específico .....	21
3.2. TIPOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
3.5. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	23
3.4.1. Población .....	23
3.4.2. Muestra.....	24
3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	24
3.7.1. Técnicas .....	24
3.7.2. Instrumentos.....	25
3.8. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO .....	25
3.8.1. Validez del instrumento .....	25



3.8.2. Confiabilidad del instrumento .....	25
3.9. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	26
3.10. MÉTODO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	26
3.10.1. Procedimiento.....	26
3.10.2. Trabajos de campo .....	26
3.10.3. Trabajos de laboratorio.....	28
3.10.4. Procedimiento de gabinete.....	30
CAPÍTULO IV .....	31
RESULTADOS .....	31
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	31
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	44
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	49
CONCLUSIONES .....	52
RECOMENDACIONES .....	54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Muestra de suelo y composición. ....	16
<b>Figura 2</b> Serie de tamiz. ....	18
<b>Figura 3</b> Curva granulométrica. ....	18
<b>Figura 4</b> Estructura vial.....	19
<b>Figura 5</b> verificación del lugar de estudio. ....	27
<b>Figura 6</b> Extracción de la muestra natural márgenes del rio Torococha.....	27
<b>Figura 7</b> Ensayo de laboratorio análisis de la granulometría.....	28
<b>Figura 8</b> Tamizado del material de cantera. ....	28
<b>Figura 9</b> Ensayo de laboratorio pruebas de límites de consistencia.....	29
<b>Figura 10</b> Ensayo e laboratorio pruebas de Proctor modificado.....	29
<b>Figura 11</b> Ensayo e laboratorio pruebas de CBR.....	30
<b>Figura 12</b> Curva granulométrica de la subrasante blanda.....	32
<b>Figura 13</b> Contenido de humedad natural y óptima de la subrasante blanda.....	33
<b>Figura 14</b> Límites de consistencia de la subrasante blanda.....	34
<b>Figura 15</b> Máxima densidad seca de la subrasante blanda.....	35
<b>Figura 16</b> Capacidad de soporte de la subrasante blanda.....	36
<b>Figura 17</b> Curva granulométrica del material de relleno no controlado.....	38
<b>Figura 18</b> Contenido de humedad natural y óptimo de los rellenos no controlados	39
<b>Figura 19</b> Límites de consistencia de los rellenos no controlados.....	40
<b>Figura 20</b> Máxima densidad seca de los rellenos no controlados.....	41
<b>Figura 21</b> Capacidad de soporte de los rellenos no controlados.....	42



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cuadro de Operacionalización de Variables.....	8
<b>Tabla 2</b> Análisis granulométrico de la subrasante blanda en los márgenes del río Torococha .....	31
<b>Tabla 3</b> Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante blanda en los márgenes del río Torococha .....	33
<b>Tabla 4</b> Análisis granulométrico de los rellenos no controlados .....	37
<b>Tabla 5</b> Propiedades físicas y mecánicas de los rellenos no controlados .....	39
<b>Tabla 6</b> Detalles de los rellenos no controlados de los márgenes del río Torococha .....	43
<b>Tabla 7</b> Presupuesto de traslado de material de relleno no controlado .....	43
<b>Tabla 8</b> Cálculo de p-valor para el índice de plasticidad de la subrasante blanda...	45
<b>Tabla 9</b> Cálculo de p-valor para la capacidad de soporte de la subrasante blanda.	46
<b>Tabla 10</b> Cálculo de p-valor para el índice de plasticidad de los rellenos no controlados .....	47
<b>Tabla 11</b> Cálculo de p-valor para la capacidad de soporte de los rellenos no controlados.....	48



## RESUMEN

El proyecto de investigación presenta un objetivo principal que consiste en evaluar la calidad de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha. El método empleado será científico, el cual consiste en desarrollar la investigación siguiendo una serie de procesos sistemáticos, el tipo de investigación será aplicada de un nivel descriptivo y un diseño experimental, la técnica de investigación utilizada será la observación directa mediante las diferentes fichas de recolección de datos como instrumento, en el que el material de rellenos no controlados serán sometidos a diversas pruebas de laboratorio con el fin de conocer sus características, los resultados que se esperan son las características físicas y mecánicas tanto de la subrasante existente en los márgenes del río Torococha y de los rellenos no controlados, concluyendo en unos parámetros adecuados conforme lo indica el manual de carreteras para reutilizar este material que se considera como desperdicio.

**Palabras Clave:** Rellenos, sub-rasante, plasticidad, CBR, impacto ambiental.



## ABSTRACT

The main objective of the research project is to evaluate the quality of uncontrolled fills for the formation of soft subgrade on the banks of the Torococha river. The method used will be scientific, which consists of developing the research following a series of systematic processes, the type of research will be applied at a descriptive level and an experimental design, the research technique used will be direct observation by means of different data collection forms as an instrument, The results expected are the physical and mechanical characteristics of both the existing subgrade on the banks of the Torococha river and the uncontrolled fillings, concluding in adequate parameters as indicated in the road manual to reuse this material that is considered as waste.

**Keywords:** Fills, subgrade, plasticity, CBR, environmental impact.



## INTRODUCCIÓN

La construcción de carreteras es una actividad que tiene un influencia directa en la calidad de vida de los humanos. En este sentido, la utilización de rellenos no controlados en la construcción de subrasantes blandas puede generar problemas de estabilidad y seguridad vial, así como efectos perjudiciales tanto para el ecosistema como para el bienestar de los habitantes de la zona. Debido a esto, el objetivo general de esta investigación es analizar la calidad de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha. Para ello, se han establecido objetivos específicos como analizar las propiedades de la subrasante blanda existente en los márgenes del río Torococha, identificar las características físicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas, evaluar el impacto económico y ambiental al utilizar estos materiales y analizar sus características físicas para garantizar una construcción sostenible y respetuosa con el entorno.

La justificación técnica de esta investigación radica en la relevancia de Analizar si estos materiales de relleno son aptos para su uso en la construcción de subrasantes blandas mediante estudios técnicos que permitan determinar su capacidad portante y resistencia a largo plazo, para garantizar la calidad de las subrasantes y minimizar el impacto negativo en el entorno. La justificación económica se basa en el hecho de que el uso de rellenos no controlados puede generar costos adicionales en la construcción, así como en el mantenimiento y rehabilitación del pavimento. La justificación social se refiere a la necesidad de avalar la seguridad y el bienestar de la población local, mientras que la justificación ambiental destaca la importancia de minimizar el impacto negativo en el medio ambiente y garantizar una construcción sostenible.



La población de estudio será las infraestructuras viales cercanas a los márgenes del río Torococha, Juliaca, mientras que la muestra consistirá en el material de rellenos no controlados existentes en la ciudad de Juliaca. Se utilizarán diversas técnicas, como la revisión bibliográfica, la observación directa, las pruebas en laboratorio y una vez obtenidos los datos a través de fichas de campo y laboratorio, se procederá a su análisis e interpretación mediante software especializado. Con esta investigación se espera generar información útil y relevante para los profesionales de la rama de la construcción y para la población en general, contribuyendo así al desarrollo sostenible y seguro de la infraestructura vial en la región.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La utilización de rellenos no controlados en la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha es un problema que presenta numerosas consecuencias negativas. Según Gutiérrez-Medina, Silva-Casarin & Gomez-Soberon (2018), el origen de estos materiales de relleno es diverso, incluyendo el sobrante de excavaciones, la acumulación de desechos en pozos y oquedades, e incluso basura, lo que dificulta su estabilización química o mecánica. Esto significa que no se han realizado estudios previos para determinar la idoneidad de estos materiales para su uso como relleno, lo que implica una clara falta de planificación y control en las obras de construcción.

Como consecuencia, la utilización de rellenos no controlados puede generar problemas de estabilidad en las subrasantes blandas. Según Escobar, Arroyave & Ruiz (2019), estas subrasantes tienen como función principal soportar las cargas del tráfico y distribuir las adecuadamente hacia el suelo subyacente. Sin embargo, si los materiales de relleno utilizados no son adecuados, las subrasantes pueden presentar



asentamientos diferenciales, lo que a su vez puede causar daños en la estructura del pavimento y en la seguridad vial.

Además, la utilización de estos materiales de relleno no controlados puede tener un impacto negativo en el medio ambiente. Según Bautista-Camacho, Jauregui-Renaud & Alcantara-Bravo (2020), la basura y otros materiales no aptos para su uso como relleno pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas, así como provocar la proliferación de vectores de enfermedades y generar malos olores en las zonas aledañas a la obra.

Otro problema asociado a la utilización de rellenos no controlados en la construcción de subrasantes blandas es su impacto económico. Según Rodríguez, Martínez & Suarez (2018), el uso de estos materiales de relleno puede generar costos adicionales en la construcción, ya que es necesario realizar trabajos de corrección y estabilización para garantizar la calidad de la subrasante. Además, si los problemas de estabilidad de la subrasante no se detectan a tiempo, pueden generar costos adicionales en el mantenimiento y rehabilitación del pavimento.

En resumen, la utilización de rellenos no controlados en la construcción de subrasantes blandas presenta una problemática compleja, que afecta tanto la estabilidad y seguridad vial de las carreteras como el medio ambiente y la economía de las obras. Es necesario llevar a cabo estudios previos y aplicar técnicas adecuadas de control y corrección para garantizar la calidad de las subrasantes y minimizar el impacto negativo en el entorno.



## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema general

¿Cuál es el impacto de la calidad de los rellenos no controlados en la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha?

### 1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son las propiedades de la subrasante blanda existente en los márgenes del río Torococha?
2. ¿Cuáles son las características físicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha?
3. ¿Cuáles son las características mecánicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha?
4. ¿De qué manera los rellenos no controlados en la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha afectan a la economía e impacto ambiental de la ciudad de Juliaca?

## 1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.3.1. Justificación técnica

La utilización de rellenos no controlados en la construcción de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha puede tener consecuencias negativas en términos de estabilidad y seguridad vial. Por ello, resulta fundamental realizar una evaluación exhaustiva de estos materiales de relleno para determinar si son aptos para su uso en la construcción de subrasantes blandas, mediante estudios técnicos que permitan determinar su capacidad portante y resistencia a largo plazo. De esta manera, se podrán aplicar técnicas adecuadas de control y corrección para garantizar la calidad de las subrasantes y minimizar el impacto negativo en el entorno.



### **1.3.2. Justificación económica**

El uso de rellenos no controlados puede generar costos adicionales en la construcción, ya que es necesario realizar trabajos de corrección y estabilización para garantizar la calidad de la subrasante. Además, si los problemas de estabilidad de la subrasante no se detectan a tiempo, pueden generar costos adicionales en el mantenimiento y rehabilitación del pavimento. Por lo tanto, es importante evaluar la idoneidad de los materiales de relleno para optimizar una construcción eficiente y sostenible desde un punto de vista económico.

### **1.3.3. Justificación social**

La construcción de carreteras es una actividad que juega un papel crucial en la creación de un entorno favorable que promueve el desarrollo personal y social. La utilización de rellenos no controlados puede generar problemas de estabilidad en las subrasantes blandas, lo que a su vez puede causar daños en la estructura del pavimento y en la seguridad vial. Además, la basura y otros materiales no aptos para su uso como relleno pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas, así como provocar la proliferación de vectores de enfermedades y generar malos olores en las zonas aledañas a la obra. Por lo tanto, es importante la selección adecuada de los materiales de relleno para asegurar la seguridad y el bienestar de la población local.

### **1.3.4. Justificación ambiental**

La utilización de rellenos no controlados puede causar daños o deterioros a los ecosistemas, la biodiversidad y los recursos naturales, ya que la basura y otros materiales no aptos para su uso como relleno pueden contaminar las aguas superficiales y subterráneas. Además, la proliferación de vectores de enfermedades y la generación de malos olores pueden afectar negativamente la biodiversidad y el



equilibrio ecológico del área. Por lo tanto, es importante evaluar la idoneidad de los materiales de relleno para reducir al mínimo los efectos perjudiciales en el entorno y garantizar una construcción sostenible y respetuosa con el entorno.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Analizar las propiedades de la subrasante blanda existente en los márgenes del río Torococha.
2. Identificar las características físicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.
3. Analizar las características físicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.
4. Evaluar el impacto económico y ambiental al utilizar rellenos no controlados como material para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.

## **1.5. HIPÓTESIS**

### **1.5.1. Hipótesis general**

La calidad de los rellenos no controlados es favorable para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.

### **1.5.2. Hipótesis específico**

1. Las subrasantes existentes en los márgenes del río Torococha presentan propiedades físicas y mecánicas deficientes.



2. Los rellenos no controlados presentan características físicas favorables para conformar una subrasante blanda en los márgenes del río Torococha.
3. Los rellenos no controlados presentan características mecánicas adecuadas para conformar una subrasante blanda en los márgenes del río Torococha.
4. El uso de rellenos no controlados en la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha disminuyen el costo de manejo del material y reducen el impacto ambiental generando una economía circular.

## 1.6. VARIABLES E INDICADORES

### Variable independiente

- Rellenos no controlados.

### Variable dependiente

- Conformación de subrasantes blandas.

### 1.6.1. Operacionalización de las variables

Tabla 1

*Cuadro de Operacionalización de Variables.*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala	Tipo de variable
<b>Variable independiente</b>  <b>Rellenos no controlados</b>	• Características físicas de los rellenos no controlados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de humedad.</li> <li>• Granulometría.</li> <li>• Límites de consistencia.</li> </ul>	Razón	Cuantitativo
	• Características mecánicas de los rellenos no controlados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máxima densidad seca.</li> <li>• Capacidad de soporte.</li> </ul>		



<b>Variable dependiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Propiedades físicas y mecánicas de subrasantes blandas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contenido de humedad.</li> <li>• Granulometría.</li> <li>• Límites de consistencia.</li> <li>• Máxima densidad seca.</li> <li>• Capacidad de soporte.</li> </ul>		
<b>Conformación de subrasantes blandas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impacto económico y ambiental.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de costos unitarios del material de subrasante por kilómetro.</li> <li>• Análisis de impacto ambiental de los rellenos no controlados en subrasantes blandas.</li> </ul>	Razón	Cuantitativo

*Nota.* Elaboración propia.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Callejas et al., (2020) evaluaron geotécnicamente los suelos de relleno en la ciudad de México para su uso en la construcción de subrasantes blandas. Los métodos consistieron en la recolección de muestras de suelos de relleno a las cuales se le realizaron ensayos de laboratorio para determinar sus características, además de pruebas in situ de penetración estándar y compactación. Los resultados mostraron que los suelos de relleno tenían altos valores de índice de plasticidad y contenido de humedad, indicando su baja capacidad de soporte. Sin embargo, las pruebas de resistencia al corte demostraron que eran adecuados para la construcción de subrasantes blandas en proyectos de infraestructura de baja carga. Por lo tanto, los autores concluyeron que los suelos de relleno pueden ser utilizados como materiales de construcción para subrasantes blandas, siempre y cuando se realice una evaluación geotécnica adecuada para identificar sus características y limitaciones.



En el estudio realizado por Sarmiento et al., (2021) evaluaron la utilización de suelos de relleno en la construcción de subrasantes blandas en proyectos de construcción vial. Para llevar a cabo eficazmente este esfuerzo, se adoptó una metodología de revisión bibliográfica de estudios previos y pruebas in situ y de laboratorio. La revisión permitió identificar que la utilización de suelos de relleno en la construcción de subrasantes blandas es común en proyectos de infraestructura vial en países latinoamericanos. Los resultados de las pruebas mostraron que la estabilidad de las subrasantes blandas construidas con suelos de relleno es menor que la de las subrasantes construidas con materiales controlados, pero pueden ser utilizadas en proyectos de baja carga y tráfico moderado. Se concluye que la utilización de suelos de relleno en la construcción de subrasantes blandas puede ser una alternativa viable en proyectos de infraestructura vial con bajo tráfico y carga moderada, siempre y cuando se realice una evaluación geotécnica adecuada y se adopten medidas de estabilización y control de la deformación. Aunque no se especifica la muestra utilizada en el estudio, se puede inferir que se emplearon suelos de relleno en proyectos de construcción vial.

En la investigación realizada por Velásquez et al., (2019) se evaluaron la utilización de superficies de relleno en la construcción de subrasantes blandas para proyectos de infraestructura urbana en Bogotá, Colombia. Se recolectaron muestras de suelos de relleno y se efectuó una evaluación exhaustiva de su capacidad de carga mediante experimentos de laboratorio y pruebas in situ. A pesar de que las superficies de relleno presentaron baja capacidad de soporte debido a su alto IP y contenido de humedad, los resultados de las pruebas demostraron que las subrasantes blandas construidas con estos suelos eran adecuadas para proyectos de infraestructura urbana de baja carga. Los autores concluyeron que la utilización de suelos de relleno



en la construcción de subrasantes blandas es viable siempre y cuando se realice una evaluación geotécnica adecuada y se adopten medidas de estabilización y control de la deformación.

## 2.1.2. Antecedentes nacionales

De acuerdo a Elías et al., (2020) tuvo como objetivo caracterizar geotécnicamente los suelos y evaluar la calidad de los rellenos empleados en la construcción de una vía en la sierra central del Perú. Para ello, se desarrollaron ensayos en situ y laboratorio en muestras de suelos y rellenos tomados en el sitio de la construcción. Los resultados alcanzados indicaron que los rellenos utilizados no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas y que la presencia de arcillas expansivas en los suelos de la zona podría causar problemas de asentamiento en la subrasante. Por tanto, se recomienda realizar una evaluación rigurosa de los rellenos y suelos antes de su uso en subrasantes blandas para evitar problemas de estabilidad y asentamiento.

El estudio realizado por Lazo et al., (2021) evaluó la calidad de los rellenos no controlados utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la región de Huancavelica. Los investigadores realizaron ensayos de campo para evaluar la compactación y CBR de los rellenos, así como su estabilidad mediante la medición de deformaciones en el terreno. Los resultados indicaron que los rellenos no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas, y presentaban una alta variabilidad en cuanto a sus características geotécnicas. Por lo tanto, los autores recomiendan una evaluación rigurosa de los rellenos antes de su uso en subrasantes blandas, así como la implementación de medidas de control y seguimiento para garantizar su calidad y estabilidad.



El estudio de Quispe et al., (2019) evaluó la calidad de los rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la región de Puno empleando una combinación de experimentos de campo y pruebas de laboratorio. Los resultados indicaron que los rellenos no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas y presentaban una alta variabilidad en sus características geotécnicas, lo que podría afectar su estabilidad y durabilidad. También se encontró la presencia de materiales orgánicos en algunos de los rellenos, lo que podría causar problemas de asentamiento y pérdida de resistencia a largo plazo. Por lo tanto, se recomienda una evaluación rigurosa y medidas de control y seguimiento para garantizar la calidad y estabilidad de los rellenos en la construcción de infraestructuras viales en la región de Puno.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Según Calsina (2019) titulada "Evaluación de la calidad de los suelos y rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la zona de influencia del río Torococha", evaluó la calidad de los rellenos no controlados utilizados en la conformación de subrasantes blandas en la región de Puno. Para ello, se realizaron ensayos de compactación, CBR y análisis granulométricos en los suelos y rellenos utilizados. Los resultados indicaron que los rellenos no controlados presentaban una alta variabilidad en cuanto a su calidad geotécnica y que algunos de ellos no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas. Por tanto, se concluyó que es necesario realizar una evaluación rigurosa de los rellenos antes de su uso en subrasantes blandas para garantizar su estabilidad y durabilidad.

Un estudio llevado a cabo por Yucra (2020) titulada "Evaluación de la calidad de los rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas a lo largo de las



orillas del río Torococha", evaluó la calidad de los rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas en las orillas del río Torococha en la región de Puno. Se realizaron ensayos de compactación, CBR y análisis granulométricos en los suelos y rellenos utilizados. Los resultados indicaron que los rellenos utilizados no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas, y que algunos de ellos presentaban problemas de inestabilidad y asentamiento. Por tanto, se concluyó que es importante desarrollar medidas de control y seguimiento en la construcción de subrasantes blandas en la zona de los márgenes del río Torococha.

Una investigación efectuada por Apaza (2021) titulada "Evaluación de la calidad de los rellenos no controlados utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la cuenca del río Torococha", evaluó la calidad de los rellenos no controlados utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la cuenca del río Torococha en la región de Puno. Para ello, se realizaron ensayos de compactación, CBR y análisis granulométricos en los suelos y rellenos utilizados. Los resultados indicaron que los rellenos no controlados presentaban una alta variabilidad en cuanto a su calidad geotécnica y que algunos de ellos no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas. Por tanto, se concluyó que es necesario realizar una evaluación rigurosa de los rellenos antes de su uso en subrasantes blandas al rededor del río Torococha.



## 2.2. MARCO TEÓRICO

### 2.2.1. Relleno no controlado

Es aquel material que se utiliza para rellenar un espacio o terreno, pero que no ha sido sometido a un proceso de control y seguimiento de su calidad y propiedades geotécnicas. Estos rellenos pueden presentar variaciones en su densidad, compactación y composición, lo que puede afectar su estabilidad y durabilidad en el tiempo (Wang, Luo, Li, & Wang, 2021).

### 2.2.2. Subrasante blanda

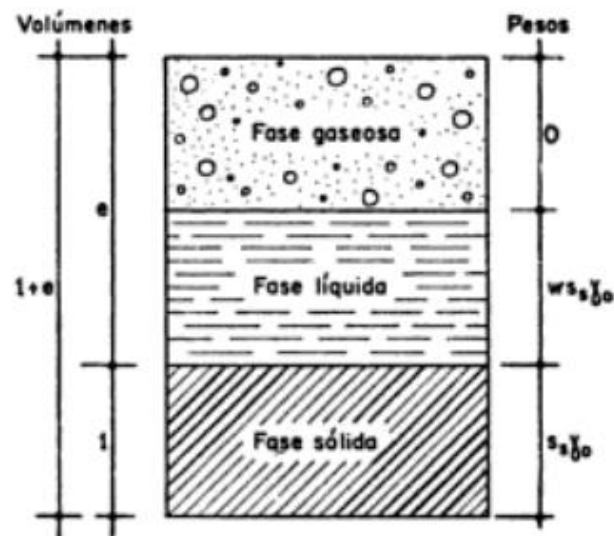
Es una capa de suelo o material granular que se ubica debajo de la capa de rodadura de una carretera o camino. Esta capa tiene la función de soportar el tráfico vehicular y distribuir las cargas de forma uniforme. En el caso de las subrasantes blandas, estas presentan una menor capacidad de soporte debido a su baja densidad y compactación, lo que puede generar asentamientos y deformaciones (Viana da Fonseca, Farias, Alves, & Sabioni, 2020). La variabilidad volumétrica de estos suelos impide su compactación convencional. Para optimizar su uso, se aplican técnicas de estabilización que mejoran sus propiedades físicas y mecánicas, permitiéndoles soportar cargas y condiciones ambientales exigentes (OSCANOA, 2021).

### 2.2.3. Suelo

Es un componente natural de la superficie de la Tierra, constituye la base de la vida terrestre, compuesto por partículas minerales, material orgánico, agua y aire. Los suelos tienen diferentes propiedades físicas y mecánicas que los hacen adecuados o no para su uso en la construcción de infraestructura vial (Das, 2021).

**Figura 1**

*Muestra de suelo y composición.*



*Nota.* Juárez (2005).

#### 2.2.4. Compactación

Es el proceso de aplicar una fuerza sobre un material para reducir su volumen y mejorar su densidad. Este proceso se emplea en la construcción de subrasantes para mejorar la capacidad de soporte del suelo y reducir su susceptibilidad a los asentamientos (Holtz & Kovacs, 1981). Así mismo es la densificación del suelo, lograda por medios dinámicos, con el propósito de mejorar sus propiedades ingenieriles (DUQUE & EACOBAR, 2023).

#### 2.2.5. Asentamiento

Es la deformación que experimenta un suelo al soportar cargas. Los asentamientos pueden generar deformaciones y agrietamientos en la superficie de la subrasante y afectar la calidad y durabilidad de la infraestructura vial (Bowles, 1996).



## 2.2.6. Carga por eje

Es la carga que ejerce un eje de un vehículo sobre la subrasante. La carga por eje es importante para analizar la capacidad de carga de la subrasante y determinar las especificaciones técnicas para su construcción (Fwa, 1995).

## 2.2.7. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio son pruebas o análisis que se realizan a muestras de suelos y materiales para determinar sus características físicas y mecánicas. Los ensayos de laboratorio son fundamentales en la construcción de infraestructuras viales, ya que permiten comprender las características de los materiales utilizados y establecer las especificaciones técnicas para su uso en la construcción de subrasantes y otros elementos de infraestructura vial (ASTM D698, 2021).

## 2.2.8. Ensayo de compactación

Es una prueba de laboratorio que tiene como objetivo medir la densidad máxima que puede alcanzar un material mediante la aplicación de un esfuerzo de compactación controlado. Este método de evaluación determina la capacidad de un material para soportar cargas impuestas y para establecer las especificaciones técnicas para su uso en la construcción de subrasantes y otros elementos de infraestructura vial (ASTM D698, 2021).

## 2.2.9. Ensayo CBR

Es una prueba de laboratorio que tiene como objetivo medir el soporte a la penetración de un material mediante la aplicación de una carga estática. Esta prueba se emplea para evaluar la fuerza de un material para soportar cargas y para establecer las especificaciones técnicas para su uso en la construcción de subrasantes y otros elementos de infraestructura vial (ASTM D698, 2021).

## 2.2.10. Análisis granulométrico

Es un procedimiento de laboratorio que tiene como objetivo analizar la clasificación de tamaños de las partículas de un material. Este ensayo es crucial para conocer las características físicas y mecánicas de un material y para determinar su comportamiento ante la compactación y las cargas (Eades & Grim, 1966).

**Figura 2**

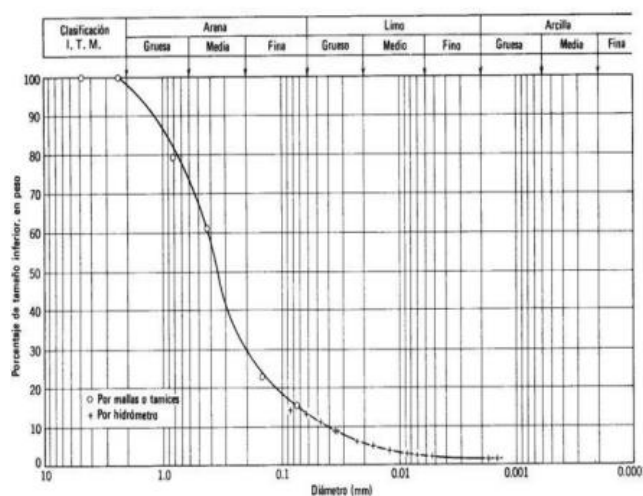
*Serie de tamiz.*



*Nota.* VESGA (2019).

**Figura 3**

*Curva granulométrica.*



*Nota.* Cañas (2022).

## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

**Geotecnia.** La geotecnia es parte de la ingeniería civil que se enfoca del estudio y análisis de las características mecánicas, físicas y químicas de la tierra y las rocas. En la construcción de infraestructuras viales, la geotecnia es fundamental para determinar las particularidades de los suelos y materiales que se utilizan en las obras de carreteras, caminos y puentes, y para optimizar la seguridad y estabilidad de estas estructuras (Holtz & Kovacs, 1981).

**Infraestructura vial.** La infraestructura vial es el conjunto de obras e instalaciones que facilitan la movilidad de vehículos y personas en una determinada zona o región. La infraestructura vial incluye carreteras, calles, avenidas, puentes, túneles, entre otros elementos que conforman una red de transporte (Jaselskis, Teizer, & Pradhananga, 2010).

### Figura 4

Estructura vial



Nota. Unknown (2013).



**Subrasante.** La subrasante es la capa de suelo o material granular que se ubica debajo de la capa de rodadura de una carretera o camino. La subrasante tiene la función de soportar el tráfico vehicular y distribuir las cargas de forma uniforme (AASHTO, 2020).

**Compactación.** La compactación es el proceso de densificación de un material mediante la aplicación de esfuerzos mecánicos. En la construcción de infraestructuras viales, la compactación se utiliza para optimizar las características mecánicas de los suelos y materiales que conforman las subrasantes, lo que se traduce en una mayor capacidad de soporte y durabilidad de las estructuras (Lopez-Aguilar, Gomez-Soberon, Gutierrez-Garcia, & Lopez-Solis, 2021).



## CAPÍTULO III

### MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Método general

El experimento es el método empírico para la investigación con una finalidad en el cual el investigador propone las condiciones o también toma las que ya existen para tener clara las propiedades, leyes y todo lo concerniente al objetivo, para analizar la hipótesis una teoría o un modelo. El experimento puede ser transformador o comprobador (Hernández & Coello, El paradigma cuantitativo de la investigación científica, 2008). Para esta investigación se tomara el método experimental en que se evaluarán los rellenos sanitarios con el fin de ser utilizados en una subrasante.

##### 3.1.2. Método específico

Los métodos específicos utilizados para la presente investigación con la finalidad de desarrollar cada objetivo específico propuesto son el método experimental, al igual que el método general, ya que se pretende evaluar por partes cada dimensión de las variables ya planteadas.



### 3.2. TIPOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación aplicada se define como la utilización práctica y concreta de los resultados de la investigación científica para resolver problemas específicos en la realidad social y tecnológica, busca mejorar la vida de mayor calidad y cumplir las necesidades prácticas de la sociedad (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014).

Según este criterio, en este proyecto se utilizó el tipo aplicada debido a su naturaleza de utilizar conocimientos fundamentales para lograr los objetivos propuestos y, de esta manera, determinar que se trata de una investigación aplicada.

### 3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación descriptiva es un nivel de investigación que indaga describir y analizar las características de un fenómeno o situación particular, sin manipular ni modificar las variables involucradas. Su objetivo es proporcionar una imagen clara y detallada de la realidad que se está estudiando, identificando las características relevantes y estableciendo relaciones entre ellas (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014).

El estudio utilizará el nivel de investigación **descriptivo** para recopilar y describir las características físicas y mecánicas de los rellenos sin manipular las variables de estudio. Se enfocará en una investigación detallada y minuciosa para establecer patrones y tendencias que permitan identificar las propiedades más relevantes de los rellenos.

### 3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

conforme a Creswell (2014), el diseño **experimental** es un enfoque de investigación que posibilita controlar y manipular variables para determinar su efecto en una variable de interés. El objetivo del diseño experimental es constituir vínculos



de causa y efecto entre las variables, lo que permite hacer inferencias sobre el efecto de una variable en otra. El diseño experimental es comúnmente utilizado en disciplinas como la psicología, la medicina y las ciencias naturales.

La presente investigación se ha diseñado bajo la metodología **experimental**, ya que se llevará a cabo la observación de los fenómenos relacionados con las características físicas y mecánicas de los rellenos no controlados en la formación de subrasantes blandas.

### 3.5. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Según Hernández (2014) el enfoque **cuantitativo** tiene las características que denomina un conjunto de procedimientos en forma secuencial y probatorio, cada etapa es importante y no se puede dejar de lado. podemos definir alguna etapa, inicia de una idea que se concreta al pasar del tiempo y cuando ya es delimitada se pueden derivar los objetivos y problemas de investigación con todo un contexto de teorías revisiones literarias y más. Y están conformadas los problemas con las hipótesis también se determinan las variables.

La presente investigación está en un enfoque cuantitativo ya que tendrá un procedimiento y se concreta al final los resultados y contrastará las hipótesis planteadas según a los problemas propuestos y también tendrá una revisión ardua de la literatura.

### 3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.4.1. Población

Se define como población a la totalidad de individuos, objetos, eventos o procesos que cumplen con las características que definen a un grupo o fenómeno específico (Lopez , 2017).



Para este caso nuestra población está conformada por las infraestructuras viales cercanas a los márgenes del río Torococha, Juliaca.

### **3.4.2. Muestra**

Una muestra se define como una porción o subconjunto en relación de la población seleccionada con la finalidad de hacer inferencias acerca de la población (Creswell, 2014).

Esta investigación toma como muestra los materiales que conforman los rellenos no controlados existentes en la ciudad de Juliaca.

## **3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

### **3.7.1. Técnicas**

Las técnicas de recolección de datos se refieren a los métodos o procedimientos utilizados para alcanzar información que será utilizada en una investigación. de acuerdo a Hernández, Fernández & Baptista (2014), la adaptación de las técnicas de recolección de datos adecuadas es esencial para obtener información relevante y confiable.

Se han establecido dos etapas principales para la realización de este estudio, la primera es el trabajo de campo y la segunda es el trabajo en gabinete. Durante el trabajo de campo, se desarrollará una inspección y visita técnica del área de estudio con el fin de obtener una visión general del lugar. También se llevará a cabo la obtención de especímenes de puntos tomados (calicatas) para su posterior análisis en el laboratorio. En la segunda etapa, se aplicarán herramientas de análisis de datos para representar los resultados alcanzados durante los estudios. Además, se determina la evaluación e interpretación de los resultados hallados, lo que permitirá la redacción del informe final del estudio.



### 3.7.2. Instrumentos

Los instrumentos de recolección de datos son herramientas utilizadas para indagar información de los sujetos o fenómenos de estudio en una investigación. Según Fernández-Collado (1996), los instrumentos de recolección de datos son clasificados en dos tipos: instrumentos de observación y de registro.

- Herramientas
- Fichas de toma de datos
- Bolsas de tomas de muestra
- Equipos de laboratorio
- Software de interpretación de datos

### 3.8. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

#### 3.8.1. Validez del instrumento

La validez refleja la exactitud con la que un instrumento mide lo que se propone evaluar. Indica la solidez de las pruebas que respaldan su capacidad para capturar la variable de interés (Vara, 7 pasos para una tesis exitosa, 2012).

La validación de los instrumentos en la siguiente investigación será evaluada mediante las fichas de criterio de evaluación completadas por los evaluadores, en este caso ingenieros especialistas en el tema, para determinar el V de Aiken.

#### 3.8.2. Confiabilidad del instrumento

La fiabilidad se refiere a la consistencia con la que un instrumento mide lo que pretende evaluar. Indica la estabilidad de los valores obtenidos al disponer el instrumento de forma repetida en las mismas condiciones. (Vara, 7 pasos para una tesis exitosa, 2012).



Será determinado mediante el alfa de Cronbach para cada dimensión de la variable elaborada en el programa SPSS, colocando los datos adquiridos en los instrumentos ya validados.

### **3.9. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Una vez obtenida los datos de laboratorio y de campo conforme a los objetivos ya desarrollados, se procederá a la contrastación de las hipótesis específicas, mediante una prueba de normalidad de Shapiro Wilk se determinará el comportamiento de normalidad de los datos con el propósito de conocer el tipo de prueba estadística a utilizar, ya sean paramétricas o no paramétricas. La prueba paramétrica que se utilizará será la prueba T-Student para una muestra, el cual consiste en determinar las medias de un grupo específico comparándola con un valor aceptado por la comunidad científica, ya que se pretende conocer las características físico-mecánicas de los rellenos no controlados para su uso en subrasantes que dispongan con los requerimientos mínimos establecidos por el manual de carreteras.

### **3.10. MÉTODO Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **3.10.1. Procedimiento**

El procedimiento de esta investigación se realizará de la siguiente manera con procedimiento de laboratorio y gabinete.

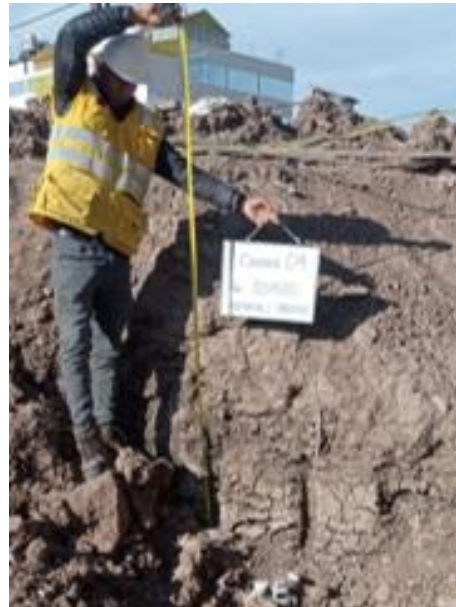
El procedimiento de esta investigación se realizará de la siguiente manera con procedimiento de laboratorio y gabinete.

#### **3.10.2. Trabajos de campo**

primera etapa: verificación de la zona ah estudiar, para poder extraer las muestras y de tal manera se pudren realizar las pruebas d laboratorio.

## Figura 5

*verificación del lugar de estudio.*



*Nota. Autoría propia.*

## Figura 6

*Extracción de la muestra natural márgenes del rio Torococha.*



*Nota. Autoría propia.*

### 3.10.3. Trabajos de laboratorio

Segunda etapa: los trabajos de laboratorio es un proceso que se realiza a través de es nayos como la granulometría, límites de consistencia, el ensayo del Proctor nidificado y el ensayo de CBR.

#### Figura 7

*Ensayo de laboratorio análisis de la granulometría.*



*Nota. Autoría propia.*

#### Figura 8

*Tamizado del material de cantera.*



*Nota. Autoría propia.*

El análisis granulométrico se realizó con los tamices debidamente estandarizados.

## Figura 9

*Ensayo de laboratorio pruebas de límites de consistencia*



*Nota.* Autoría propia.

El ensayo se realiza con las normas debidamente estandarizadas.

## Figura 10

*Ensayo e laboratorio pruebas de Proctor modificado*



*Nota.* Autoría propia.

**Figura 11**

Ensayo e laboratorio pruebas de CBR



*Nota.* Autoría propia.

#### **3.10.4. Procedimiento de gabinete**

Tercera estepa: los resultados obtenidos de laboratorio son ingresados a un programa de Excel para posteriormente interpretar los datos de cada prueba realizada.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

##### 4.1.1. Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante blanda en los márgenes del río Torococha

**Tabla 2**

*Análisis granulométrico de la subrasante blanda en los márgenes del río Torococha*

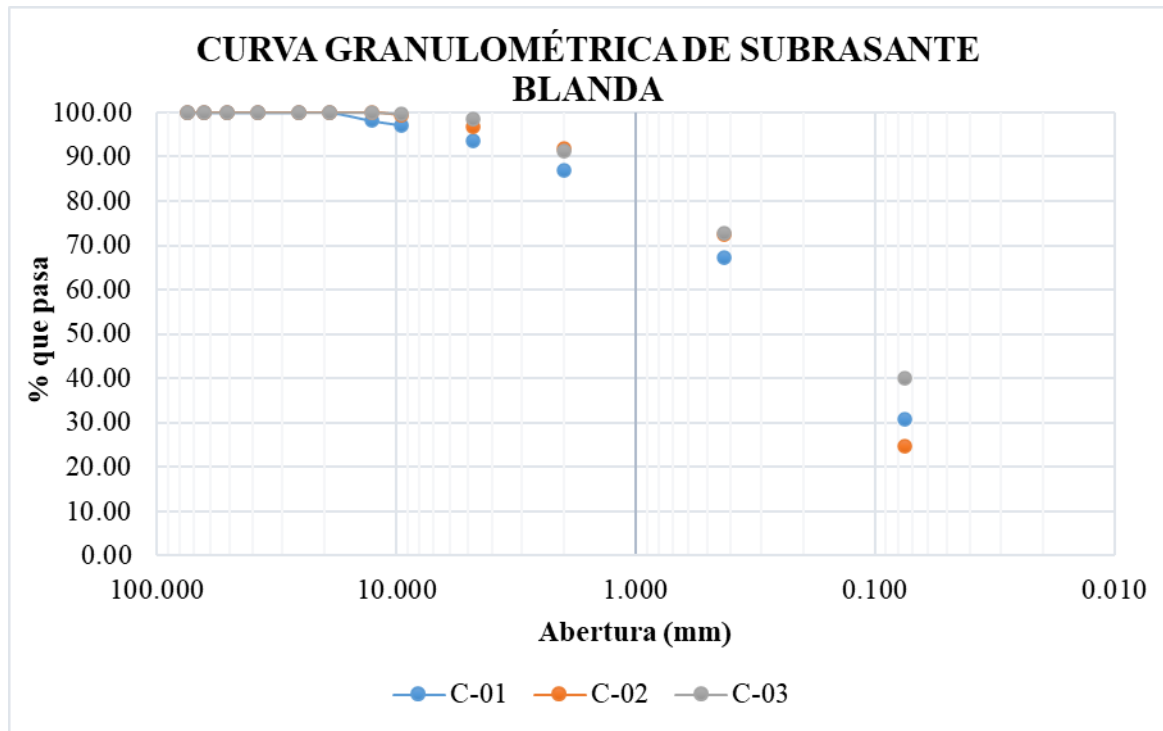
Tamiz		% que pasa		
		C-01	C-02	C-03
Pulg.	mm.			
3"	75.000	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.500	100.00	100.00	100.00
2"	50.800	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.100	100.00	100.00	100.00
1"	25.400	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.700	98.09	100.00	100.00
3/8"	9.500	97.00	99.33	99.60
1/4"	6.350			
N° 04	4.760	93.51	96.83	98.49
N° 08	2.380			
N° 10	2.000	86.89	91.91	91.41
N° 16	1.190			
N° 20	0.840			
N° 30	0.590			
N° 40	0.425	67.33	72.47	72.62
N° 50	0.300			
N° 60	0.260			
N° 80	0.180			

N° 100	0.149			
N° 200	0.075	30.80	24.85	40.01

Nota. Autoría propia.

## Figura 12

Curva granulométrica de la subrasante blanda



Nota. Autoría propia.

En la tabla 2 se muestran los porcentajes que pasan por los tamices estandarizados, en la que el tipo de suelo existentes de acuerdo a la clasificación SUCS es de SM-SC (materiales finos sin plasticidad y arena arcillosa) para la calicata 1 y 2, SC (Arena arcillosa, mezcla de arena arcillosa) para la calicata 3. En la figura 12 se visualiza la curva de la granulométrica de la distribución de tamaños del material de subrasante blanda.

**Tabla 3**

*Propiedades físicas y mecánicas de la subrasante blanda en los márgenes del río*

*Torococha*

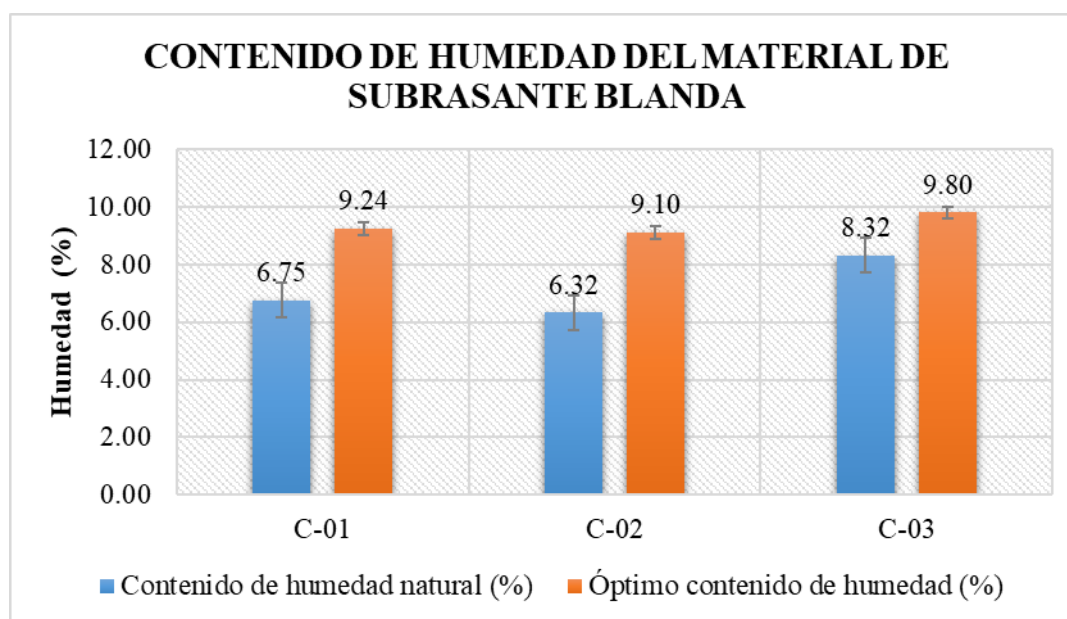
Ensayos	C-01	C-02	C-03
Contenido de humedad natural (%)	6.75	6.32	8.32
LL (%)	26.20	26.60	28.60
LP (%)	21.50	21.00	21.00
IP (%)	4.70	5.70	7.60
MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	1.991	2.002	1.879
OCH (%)	9.24	9.10	9.80
CBR al 100% (%)	23.80	24.20	14.90
CBR al 95% (%)	15.30	15.30	9.60

*Nota.* Autoría propia.

En la tabla 3 se detallan los resultados de los diversos ensayos efectuados a la subrasante blanda extraída de tres calicatas a una distancia no menor de 500 metros, para obtener resultados de propiedades físicas y mecánicas.

**Figura 13**

*Contenido de humedad natural y óptima de la subrasante blanda*

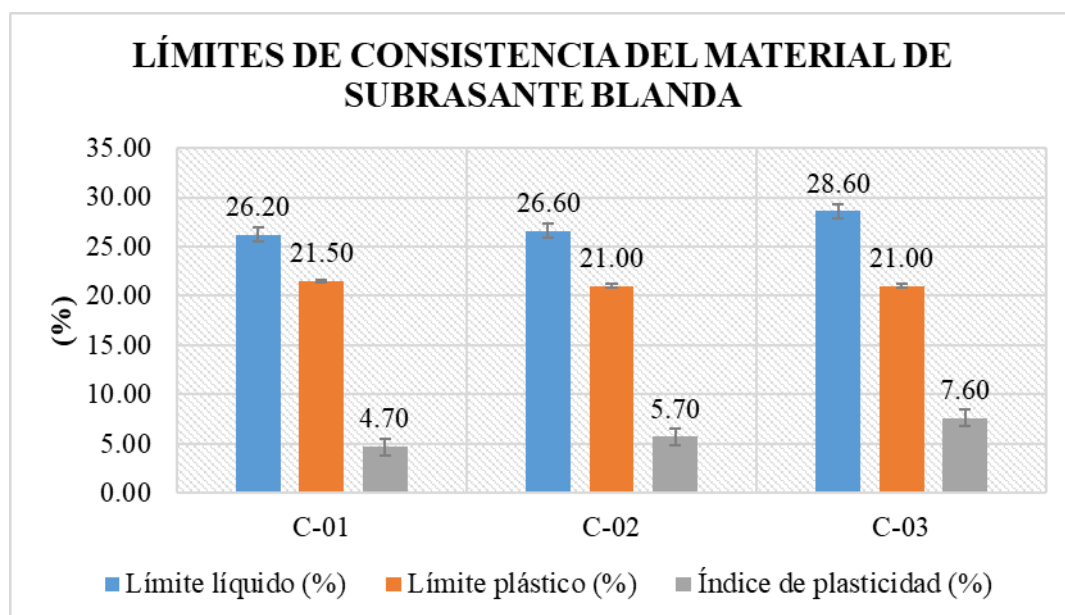


*Nota.* Autoría propia.

En la figura 13 se visualiza una comparación entre los resultados de contenido de humedad natural y óptimo de la subrasante blanda en tres puntos (calicatas), se muestra que el contenido de humedad natural está por debajo del contenido óptimo de humedad del material, según el manual de carreteras indica que si la humedad natural está por debajo del contenido de humedad óptimo se debe realizar una compactación normal del suelo y aportar la porcentaje conveniente de agua, estando dentro de lo adecuado para que cumpla como material de subrasante.

**Figura 14**

*Límites de consistencia de la subrasante blanda*



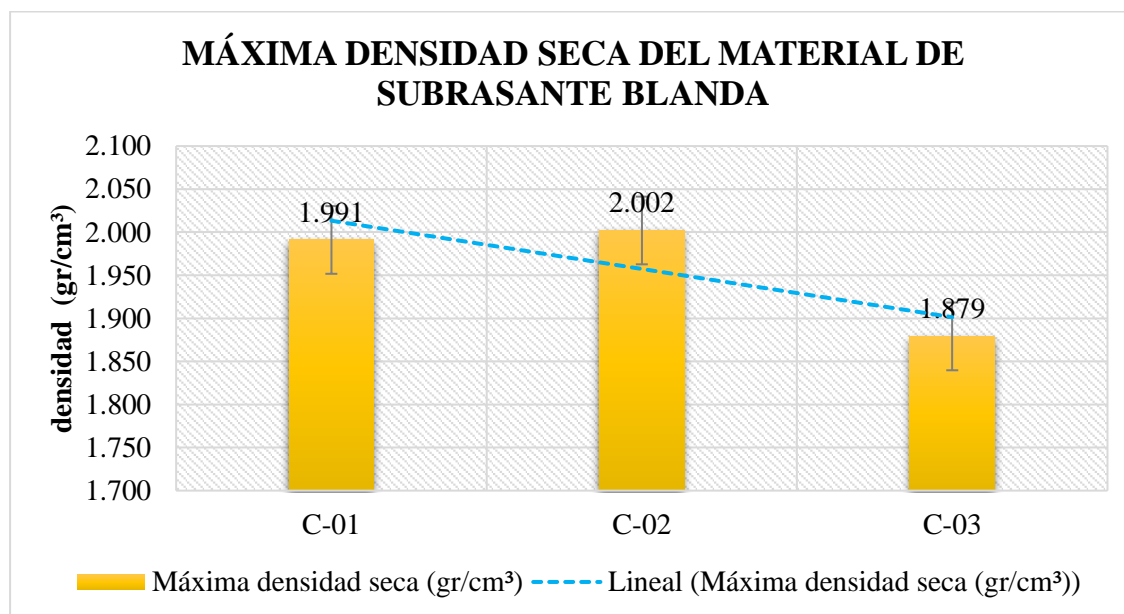
*Nota.* Autoría propia.

En la figura 14 se muestran una comparación entre los resultados de los límites de consistencia del material de subrasante blanda en tres calicatas, se observa que el índice de plasticidad en la calicata 1 es de 4.70%, 5.70% en la calicata 2 y 7.60% en la calicata 3, en promedio se tiene un valor de 6%, según el manual de carreteras se indica que un IP menor al 7% se considera una plasticidad baja, en nuestros resultados el valor adquirido llega a estar dentro del rango mencionado por lo que el

material de la subrasante blanda tiene una plasticidad baja considerándose un suelo poco arcilloso ideal para conforma una subrasante.

### Figura 15

*Máxima densidad seca de la subrasante blanda*

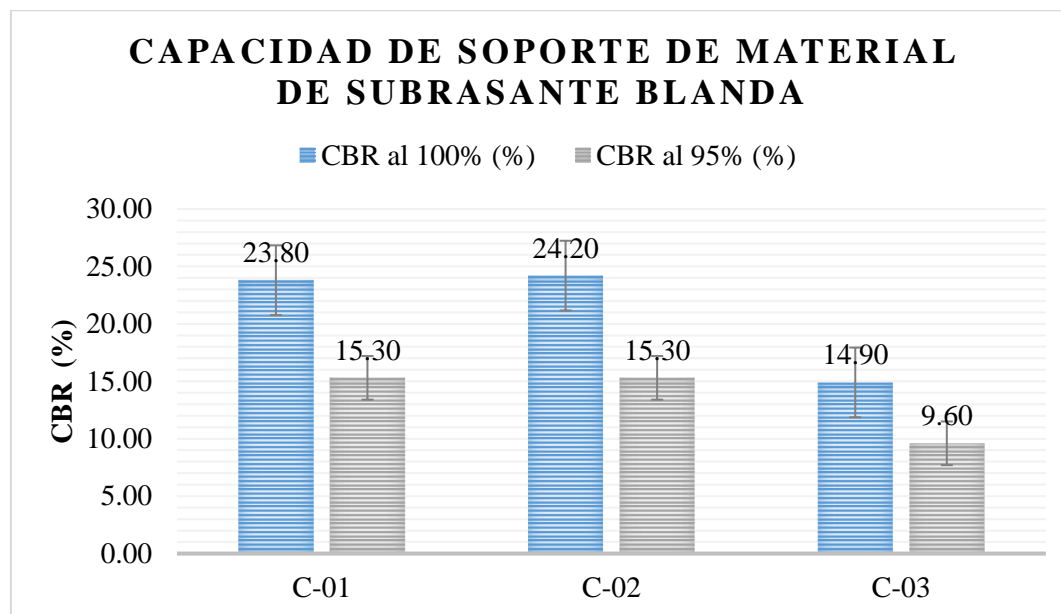


*Nota.* Autoría propia.

En la figura 15 se muestran una comparación entre los resultados de la MDS del material de subrasante blanda en tres calicatas, se observa una densidad máxima de 1.991 gr/cm<sup>3</sup> en la calicata 1, 2.002 gr/cm<sup>3</sup> en la calicata 2 y 1.879 gr/cm<sup>3</sup> en la calicata 3, teniendo un promedio de 1.956 gr/cm<sup>3</sup>.

**Figura 16**

*Capacidad de soporte de la subrasante blanda*



*Nota.* Autoría propia.

En la figura 16 se detallan una comparación entre los valores del CBR al 100% y 95% del material de subrasante blanda en tres calicatas, se observa un CBR al 95% de 15.30% en la calicata 1, 15.30% en la calicata 2 y 9.60% en la calicata 3, teniendo un promedio de 13.4%, de acuerdo al manual de carreteras demuestra que un CBR mayor o igual a 6% se considera una subrasante regular, un CBR mayor o igual a 10% se considera una subrasante buena, nuestros resultados en la calicata 1 y 2 demuestran que el material existente presenta un CBR buena y en la calicata 3 un CBR regular, por lo tanto el material es óptimo y adecuado para una subrasante.



**4.1.2. Propiedades físicas y mecánicas de los rellenos no controlados**

**OE2:** Identificar las características físicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.

**Tabla 4**

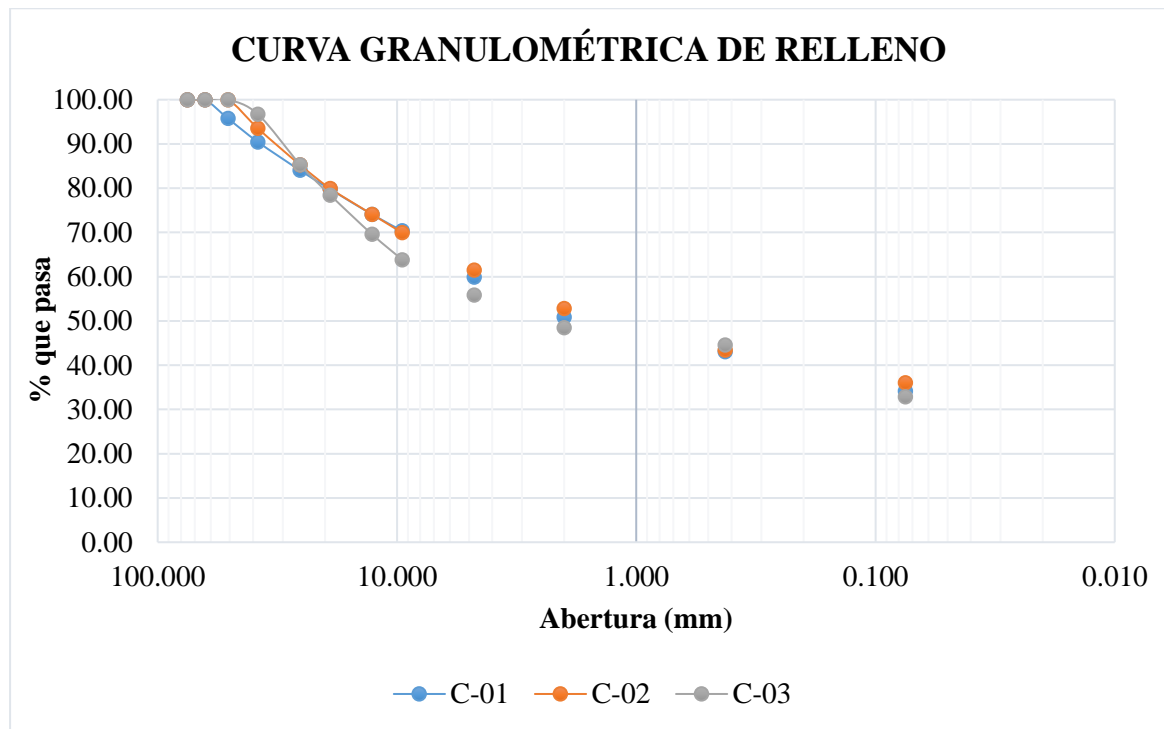
*Análisis granulométrico de los rellenos no controlados*

Tamiz	Pulg.	mm.	% que pasa		
			C-01	C-02	C-03
3"		75.000	100.00	100.00	100.00
2 1/2"		63.500	100.00	100.00	100.00
2"		50.800	95.74	100.00	100.00
1 1/2"		38.100	90.44	93.50	96.70
1"		25.400	84.02	85.26	85.32
3/4"		19.000	79.76	79.94	78.44
1/2"		12.700	74.06	74.08	69.56
3/8"		9.500	70.36	69.92	63.83
1/4"		6.350			
N° 04		4.760	59.90	61.50	55.84
N° 08		2.380			
N° 10		2.000	50.86	52.84	48.48
N° 16		1.190			
N° 20		0.840			
N° 30		0.590			
N° 40		0.425	43.05	43.42	44.56
N° 50		0.300			
N° 60		0.260			
N° 80		0.180			
N° 100		0.149			
N° 200		0.075	34.18	36.03	32.82

*Nota.* Autoría propia.

**Figura 17**

*Curva granulométrica del material de relleno no controlado*



*Nota.* Autoría propia.

En la tabla 4 se detallan los porcentajes que pasan por los tamices estandarizados para el material de relleno, en las características del suelo existentes de acuerdo a la clasificación SUCS es de SC (Arena arcillosa, mezcla de arena arcillosa) para la calicata 1, 2 y 3. En la figura 17 se muestra la curva granulométrica de la distribución de las partículas del material de relleno.

**Tabla 5**

*Propiedades físicas y mecánicas de los rellenos no controlados*

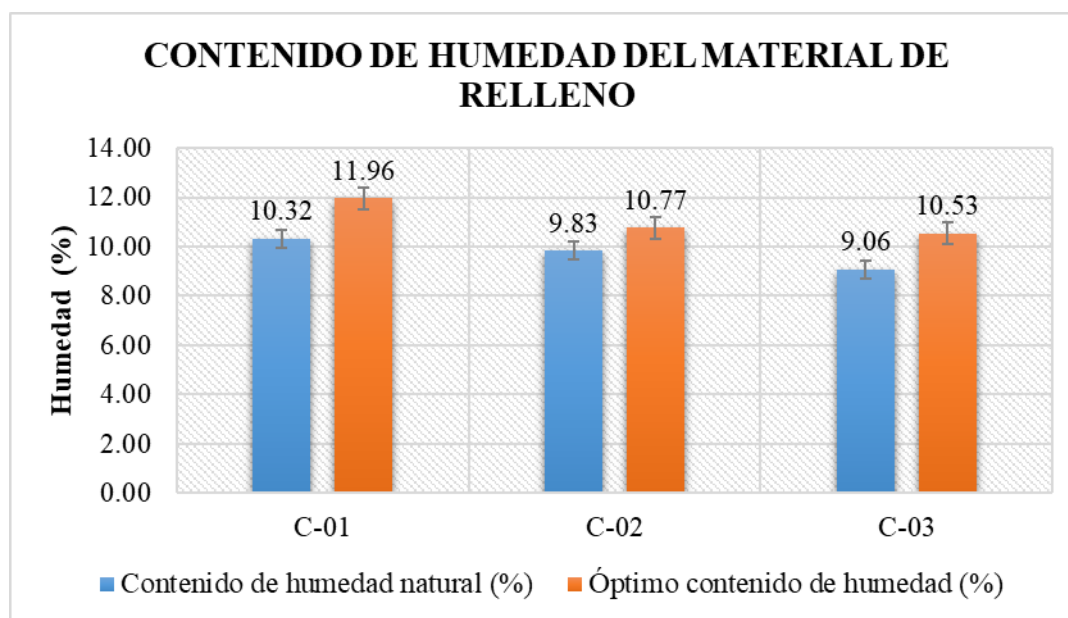
Ensayos	C-01	C-02	C-03
Contenido de humedad natural (%)	10.32	9.83	9.06
LL (%)	35.40	33.00	32.60
LP (%)	20.60	21.10	21.40
IP (%)	14.80	12.00	11.20
MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	1.877	1.882	1.887
OCH (%)	11.96	10.77	10.53
CBR al 100% (%)	13.60	16.10	17.90

*Nota.* Autoría propia.

En la tabla 5 se muestran los resultados de los diversos ensayos realizados al material de relleno no controlado extraída de tres calicatas a una longitud no menor de 500 m, para obtener resultados de características físicas y mecánicas.

**Figura 18**

*Contenido de humedad natural y óptimo de los rellenos no controlados*



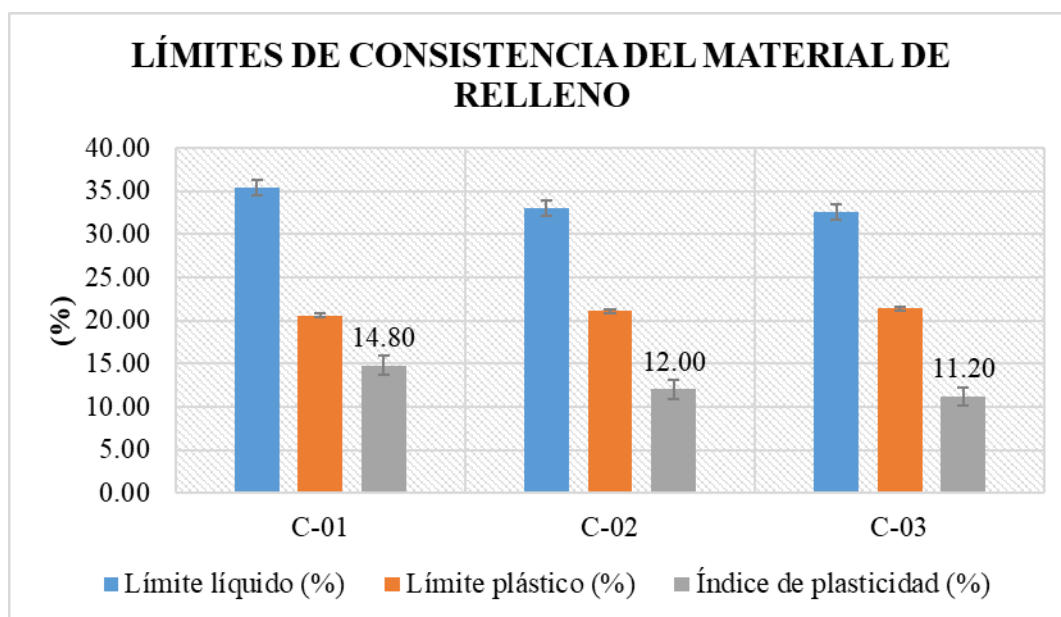
*Nota.* Autoría propia.

En la figura 18 se detallan una comparación entre los valores de contenido de humedad natural y óptimo del material de rellenos no controlados en tres calicatas,

se visualiza que el contenido de humedad natural está por debajo del contenido óptimo de humedad del material, según el manual de carreteras indica que si la humedad natural está por debajo del contenido de humedad óptimo se debe realizar una compactación normal del suelo y aportar la cantidad conveniente de agua, estando dentro de lo adecuado para que cumpla como material de subrasante.

**Figura 19**

*Límites de consistencia de los rellenos no controlados*



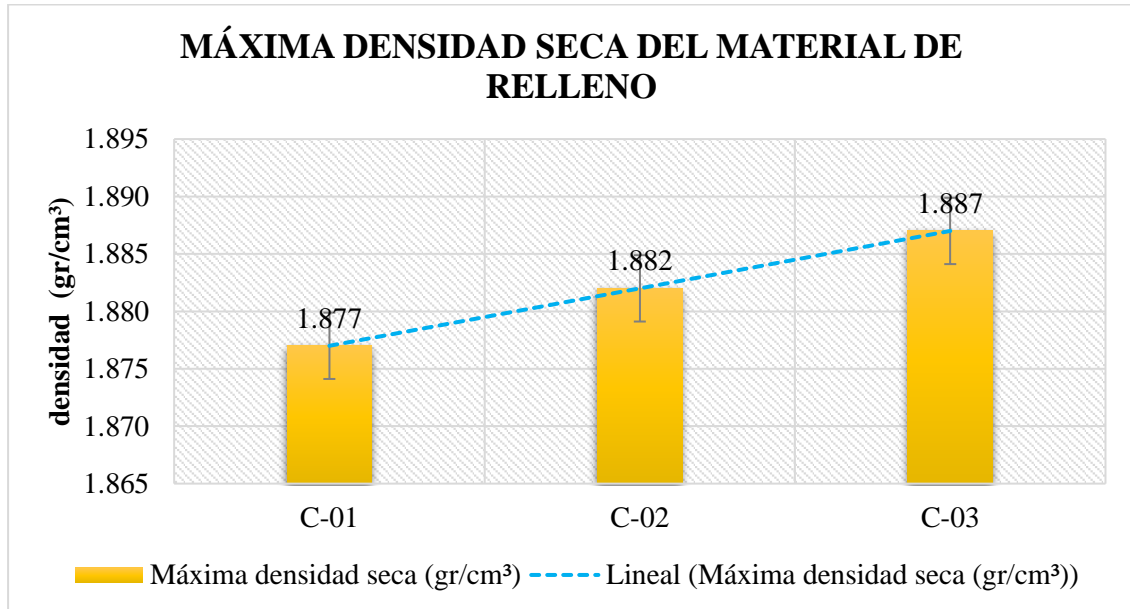
*Nota.* Autoría propia.

En la figura 19 se detalla una comparación entre los resultados de los límites de consistencia de los rellenos no controlados en tres calicatas, se observa que el índice de plasticidad en la calicata 1 es de 14.80%, 12.00% en la calicata 2 y 11.20% en la calicata 3, en promedio se tiene un valor de 12.67%, según el manual de carreteras se indica que un IP mayor al 7% y menor o igual al 20% se considera una plasticidad media, en nuestros resultados el valor adquirido llega a estar dentro del rango mencionado por lo que el material del relleno no controlado presenta una plasticidad media considerándose un suelo arcilloso, el cual no es ideal para

conformar una subrasante, sin embargo, se puede tratar el material con aditivos que reduzcan la plasticidad del material para poder utilizarla como subrasante.

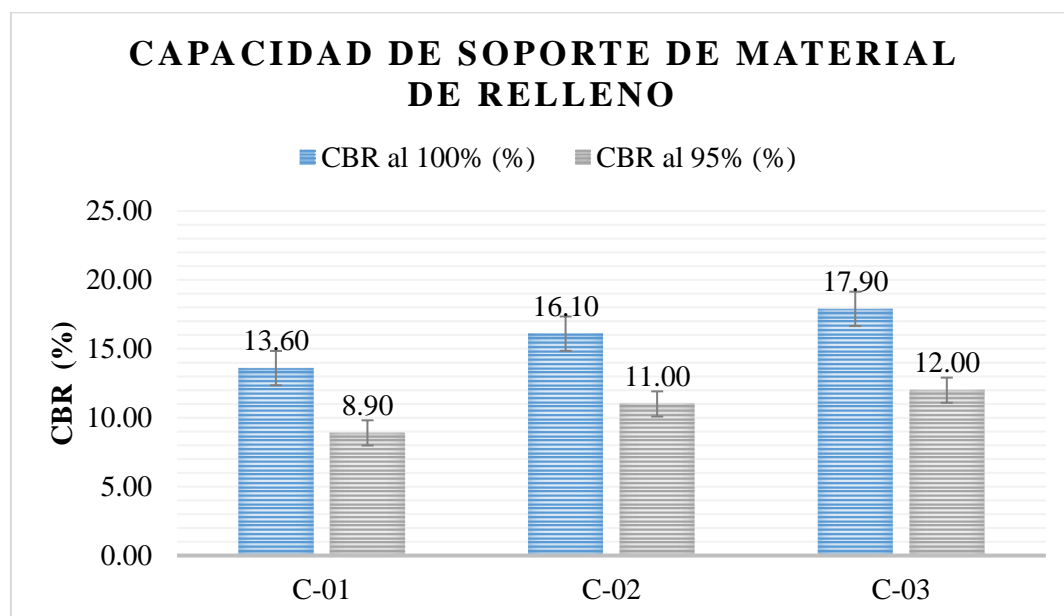
## Figura 20

*Máxima densidad seca de los rellenos no controlados*



*Nota.* Autoría propia.

En la figura 20 se muestran una comparación entre los resultados de la MDS del material de relleno no controlado en tres calicatas, se observa una densidad máxima de 1.877 gr/cm<sup>3</sup> en la calicata 1, 1.882 gr/cm<sup>3</sup> en la calicata 2 y 1.887 gr/cm<sup>3</sup> en la calicata 3, teniendo un promedio de 1.882 gr/cm<sup>3</sup>.

**Figura 21***Capacidad de soporte de los rellenos no controlados*

*Nota.* Autoría propia.

En la figura 21 se detallan una comparación entre los resultados del CBR al 100% y 95% del material de relleno no controlado en tres calicatas, se observa un CBR al 95% de 8.90% en la calicata 1, 11 % en la calicata 2 y 12 % en la calicata 3, teniendo un promedio de 10.63%, de acuerdo al manual de carreteras establece que un CBR mayor o igual a 6% se considera una subrasante regular, un CBR mayor o igual a 10% se considera una subrasante buena, nuestros resultados en la calicata 1 demuestran que el material existente presenta un CBR regular y en la calicata 2 y 3 un CBR buena, por lo tanto el material de relleno es óptimo y adecuado para conformar una subrasante.

#### 4.1.3. Impacto económico y ambiental

**OE4:** Evaluar el impacto económico y ambiental al utilizar rellenos no controlados como material para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.

**Tabla 6**

*Detalles de los rellenos no controlados de los márgenes del río Torococha*

Rellenos no controlados de los márgenes del río Torococha						
Ítem	Zona	Longitud	Ancho	Profundidad promedio	Área total	Volumen de relleno
1	Km 0+000 – km 1 + 00	1000 m	5.00 m	1.50 m	5000 m <sup>2</sup>	7500 m <sup>3</sup>

*Nota.* Autoría propia.

En la tabla 6 se visualizan los detalles en promedio de las dimensiones del relleno no controlado evaluado en laboratorio determinando sus características mecánicas y físicas, se observa que el volumen promedio del relleno no controlado para una longitud de 1 kilómetro es de 7500 m<sup>3</sup>.

**Tabla 7**

*Presupuesto de traslado de material de relleno no controlado*

Descripción	Und.	Cantidad	Precio unitario	Costo total
Corte en material suelto	m <sup>3</sup>	7500.00	S/. 2.4	S/. 18 000.00
Carguío y transporte <= 5km	m <sup>3</sup>	9375.00	S/. 6.33	S/. 59 343.75
Total				S/. 77 343.75

*Nota.* Autoría propia.

En la tabla 7 se visualizan el costo total de corte y transporte del material de relleno no controlado a botaderos autorizados se requiere un costo estimado de S/. 77 343.75 conforme a un análisis de precios, el corte se realiza en excavadora sobreoruga 160 – 204 hp, el transporte se realiza mediante un volquete con una



capacidad de  $15\text{m}^3$ , considerando un costo unitario de S/. 2.4 por metro cúbico de corte y S/. 6.33 por metro cúbico de traslado.

Por lo mencionado anteriormente el costo es elevado para el traslado del material de relleno, por lo cual se pretende utilizar el material en la subrasante de la vía existente en los márgenes del río, lo que conlleva a una reducción del costo de traslado de material, dándole un uso a un material considerado como desecho.

Respecto al material existente más del 25% corresponde a un material orgánico, la cual se encuentra ubicada dentro de la ciudad de Juliaca, exactamente en los márgenes del río Torococha, el material trae consigo un impacto ambiental negativo a los habitantes de la zona generando incomodidad por los malos olores que trae dicho material y un 10% de material inorgánico que genera contaminación directa al terreno natural, al río que pasa por la zona debido a la extensa descomposición del material, quedando un 65% de material apto para fines de estudio, por lo que se pretende realizar un tratamiento con el fin de ser utilizado como material de subrasante para la misma zona disminuyendo el impacto ambiental con una economía circular beneficioso para la ciudad de Juliaca especialmente para los pobladores aledañas.

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

### 4.2.1. Propiedad física de la subrasante blanda

#### Planteamiento de hipótesis estadísticas

**Ha:** La media de los datos de índice de plasticidad es igual a 10%

**Ho:** La media de los datos de índice de plasticidad es diferente del 10%

#### Nivel de significancia

Confiabilidad: 95%

$\alpha$ : 5% = 0.05

#### Análisis de P-valor

**Tabla 8***Cálculo de p-valor para el índice de plasticidad de la subrasante blanda*

	Prueba de muestra única				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Índice de plasticidad de la subrasante blanda	-4,703	2	,042	-4,00000	-7,6594	-,3406

Nota. Autoría propia.

### Regla de decisión

P-valor < 0.05; aceptaremos la hipótesis estadística alterna

P-valor > 0.05; aceptaremos la hipótesis estadística nula

### Conclusión

El p-valor calculado resultante para los valores de IP de la subrasante blanda es 0.042, el cual es menor al valor de significancia planteada de 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis estadística alterna que indica una diferencia entre la media del índice de plasticidad y el valor de prueba 10%, considerándose que el 10% es un valor máximo de plasticidad aceptado en el manual de carreteras, el valor promedio se encuentra por debajo del valor mencionado, por lo cual es considerada un suelo apto para subrasante.

#### 4.2.2. Propiedad mecánica de la subrasante blanda

##### Planteamiento de hipótesis estadísticas

**Ha:** La media de los datos de CBR al 95% es igual 6%

**Ho:** La media de los datos de CBR al 95% es diferente del 6%

##### Nivel de significancia

Confiabilidad: 95%

$\alpha$ : 5% = 0.05

## Análisis de P-valor

Tabla 9

*Cálculo de p-valor para la capacidad de soporte de la subrasante blanda*

	Prueba de muestra única				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Capacidad de soporte de la subrasante blanda	3,895	2	,060	7,40000	-,7750	15,5750

*Nota.* Autoría propia.

### Regla de decisión

P-valor < 0.05; aceptaremos la hipótesis estadística alterna

P-valor > 0.05; aceptaremos la hipótesis estadística nula

### Conclusión

El p-valor calculado resultante para los datos de CBR al 95% de la subrasante blanda es 0.060, el cual es superior al valor de significancia planteada de 0.05, en consecuencia aceptaremos la hipótesis estadística nula que indica una igualdad entre la media de la capacidad de soporte y el valor de prueba 6%, sin embargo, la media se encuentra por encima del valor de prueba que el software SPSS no considera, considerándose que el 6% es un valor mínimo de CBR para subrasante aceptado en el manual de carreteras, el valor promedio se encuentra por encima del valor mencionado, por lo cual es considerada un suelo apto para subrasante.

### 4.2.3. Propiedad física de los rellenos no controlados

#### Planteamiento de hipótesis estadísticas

**Ha:** La media de los datos de índice de plasticidad es igual a 10%

**Ho:** La media de los datos de índice de plasticidad es diferente del 10%

#### Nivel de significancia

Confiabilidad: 95%

$\alpha$ : 5% = 0.05

### Análisis de P-valor

**Tabla 10**

*Cálculo de p-valor para el índice de plasticidad de los rellenos no controlados*

	Prueba de muestra única					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior	
Índice de plasticidad de los rellenos no controlados	2,443	2	,135	2,66667	-2,0292	7,3625	

*Nota.* Autoría propia.

### Regla de decisión

P-valor < 0.05; aceptaremos la hipótesis estadística alterna

P-valor > 0.05; aceptaremos la hipótesis estadística nula

### Conclusión

El p-valor calculado resultante para los datos de índice de plasticidad de los rellenos no controlados es 0.135, el cual es mayor al valor de significancia planteada de 0.05, en consecuencia aceptaremos la hipótesis estadística nula que indica una igualdad de medias, sin embargo la diferencia es clara en nuestros resultados que el software estadístico SPSS no considera, por lo que el promedio de plasticidad está por debajo del valor de prueba 10%, por lo tanto, el material de relleno es considerada un suelo apto para subrasante.

#### 4.2.4. Propiedad mecánica de los rellenos no controlados

##### Planteamiento de hipótesis estadísticas

**Ha:** La media de los datos de CBR al 95% es igual 6%

**Ho:** La media de los datos de CBR al 95% es diferente del 6%

### Nivel de significancia

Confiabilidad: 95%

$\alpha$ : 5% = 0.05

### Análisis de P-valor

**Tabla 11**

*Cálculo de p-valor para la capacidad de soporte de los rellenos no controlados*

	Prueba de muestra única				95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Inferior	Superior
Capacidad de soporte de los rellenos no controlados	5,072	2	,037	4,63333	,7029	8,5637

*Nota.* Autoría propia.

### Regla de decisión

P-valor < 0.05; aceptaremos la hipótesis estadística alterna

P-valor > 0.05; aceptaremos la hipótesis estadística nula

### Conclusión

El p-valor calculado resultante para los datos de CBR al 95% de la subrasante blanda es 0.037, el cual es inferior al valor de significancia planteada de 0.05, entonces aceptaremos la hipótesis estadística alterna que indica una diferencia entre la media de la capacidad de soporte y el valor de prueba 6%, la media se encuentra por debajo del valor de prueba que es un valor mínimo, por lo tanto el material de relleno no controlado no es apto para ser utilizado en una subrasante sin utilizar algún aditivo que pueda mejorar la capacidad de soporte.



### 4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Velásquez et al., (2019) evaluaron la utilización de suelos de relleno en la construcción de subrasantes blandas para proyectos de infraestructura urbana en Bogotá, Colombia, concluyendo que la utilización de suelos de relleno en la construcción de subrasantes blandas es viable siempre y cuando se realice una evaluación geotécnica adecuada y se adopten medidas de estabilización y control de la deformación. En la investigación presente se realizó un análisis del material del relleno no controlado para determinar sus características físico-mecánicas, en el que se obtuvo valores favorables de CBR que superan el 6% establecido como valor mínimo en el manual de carreteras, sin embargo, el índice de plasticidad en promedio superó el valor del 10% como máximo admitido por el manual.

Elías et al., (2020) caracterizaron geotécnicamente los suelos y evaluaron la calidad de los rellenos utilizados en la construcción de una carretera en la sierra central del Perú, en el que los resultados indicaron que los rellenos utilizados no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas y que la presencia de arcillas expansivas en los suelos de la zona podría causar problemas de asentamiento en la subrasante. Lazo et al., (2021) evaluaron la calidad de los rellenos no controlados utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la región de Huancavelica, en las que los resultados indicaron que los rellenos no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas, y presentaban una alta variabilidad en cuanto a sus características geotécnicas. Sin embargo en nuestros resultados la capacidad de soporte del material de relleno no controlado si cumple con el requerimiento mínimo del manual de carreteras para que conforme una subrasante, el índice de plasticidad



no cumple con el máximo requerido ya que los resultados sobrepasar el valor del 10%, superando la plasticidad admitida en campo para una subrasante.

Quispe et al., (2019) evaluaron la calidad de los rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la región de Puno a través de ensayos in situ y laboratorio, en los que los datos obtenidos indicaron que los rellenos no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas y presentaban una alta variabilidad en sus características geotécnicas, lo que podría afectar su estabilidad y durabilidad. Sin embargo, nuestros resultados muestran una buena capacidad de soporte buena por encima del mínimo requerido y una IP que no cumple con lo indicado en el manual, a su vez la humedad natural del suelo es óptima para conformar una subrasante blanda. Calsina (2019) evaluó la calidad de los rellenos no controlados utilizados en la conformación de subrasantes blandas en la región de Puno, sus resultados indicaron que los rellenos no controlados presentaban una alta variabilidad en cuanto a su calidad geotécnica y que algunos de ellos no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas, por tanto es necesario realizar una evaluación rigurosa de los rellenos antes de su uso en subrasantes blandas para garantizar su estabilidad y durabilidad. También los resultados de nuestros ensayos muestran deficiencias en algunas características físicas, sin embargo, presentan buenas características mecánicas evaluada al material de relleno no controlado, por lo que con un adecuado tratamiento adicionando aditivos ya sean químicos o naturales el material podría mejorar alguna de las características físicas como reducir la plasticidad del material que es la única propiedad que no cumple con la normativa.

Yucra (2020) evaluó la calidad de los rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha en la región de Puno, en



donde los resultados indicaron que los rellenos utilizados no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas, y que algunos de ellos presentaban problemas de inestabilidad y asentamiento, También Apaza (2021) evaluó la calidad de los rellenos no controlados utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la cuenca del río Torococha en la región de Puno, en donde sus resultados indicaron que los rellenos no controlados presentaban una alta variabilidad en cuanto a su calidad geotécnica y que algunos de ellos no cumplían con las especificaciones técnicas y normativas para su uso en subrasantes blandas. En nuestra investigación al igual que las investigaciones de los autores mencionados se realizó un análisis del material de relleno no controlado en los márgenes del río Torococha como propuesta de una posibilidad para que pueda conformar una subrasante blanda cumpliendo con los mínimos y máximos parámetros requeridos, a diferencia de los autores nuestros resultados mecánicos si cumplen para ser utilizado como material conformante de una subrasante, sin embargo, las características físicas no cumplen con lo establecido tal como lo indican los autores.



## CONCLUSIONES

1. En conclusión se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de la capa de subrasante blanda , en la que se alcanzó un contenido de humedad natural de 6.75% para la calicata 1, 6.32% para la C-2 y 8.32% para la C-3, un índice de plasticidad de 4.70% para la C-1, 5.70% para la C-2 y 7.60% para al C-3, se tuvo un CBR al 100% de 23.80% para la C-1, 24.20% para la C-2 y 14.90% para la C-3, un CBR al 95% de 15.30% para la C-1 y 2, 9.60% para la C-3. Con los resultados mencionados y la prueba estadística t-student para una muestra se observa unos resultados favorables ya que se encuentran dentro de los parámetros indicados por el manual de carreteras.

2. En conclusión una vez extraído el material de relleno mediante calicatas se efectuaron estudios en laboratorio con la finalidad de determinar las características tanto físicas y mecánicas, el contenido de humedad natural es de 10.32% para la calicata 1, 9.83% para la calicata 2 y 9.06% para la C-3, un índice de plasticidad de 14.80% para la C-1, 12% para la C-2 y 11.20% para la C-3, un CBR al 100% de 13.60% para la C-1, 16.10% para la calicata 2 y 17.90% para la C-3, un CBR al 95% de 8.90% para la C-1, 11% para la calicata 2 y 12% para la C-3.

3. En cuanto a las características físicas se concluye que el material de relleno no controlado presenta una alta plasticidad estando en una plasticidad media considerándose un suelo arcilloso que no es ideal para ser utilizado como material que conforma una subrasante ya que supera el máximo de 10%, por lo que una mejora del material podría realizarse mediante la incorporación de un aditivo que reduzca la plasticidad del suelo convirtiendo al material de relleno en un material apto para conformar una subrasante.



4. Mediante el análisis de costo se concluye que al desechar los rellenos no controlados a botaderos implica un mayor costo que al ser utilizado como una subrasante, estos materiales son comunes en la ciudad de Juliaca, por lo que adicionarle un valor agregado es necesario.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda analizar el suelo arcilloso de la subrasante mediante ensayos poco convencionales con equipo nuevos para tener mejores resultados y parámetros nuevos con el que será posible estudiar el suelo a profundidad.

2. Debido a la estratigrafía en cada calicata aperturada de una vía existente es diferente de otra a pesar de pertenecer a una misma vía, se recomienda realizar los ensayos físicos y mecánicos por cada estrato encontrado sin la necesidad de combinar los resultados, esto con el fin de tener resultados adecuados para conocer la finalidad de ese tipo de suelo encontrado y evitar ser desechado sin antes darle un valor agregado.

3. Los rellenos no controlados son materiales de suelo poco usados debido a la composición de la misma, ya que se considera un suelo no apto para ser usado como subrasante, por lo que se recomienda antes de que el relleno sea desechado realizar un estudio exhaustivo en varios puntos de los rellenos para conocer su composición y finalmente tomar la capa o el material que más se asemeja a los parámetros de una subrasante y usarla para tal fin, en caso de no cumplir con los parámetros adicionar aditivos que puedan ayudar a sus características deficientes para utilizarla a futuro.

4. Debido a que la plasticidad de los rellenos no controlados son elevados se recomienda implementar un aditivo que reduzca la cantidad de agua para mejorar esa propiedad y llegar al adecuado requerido según las especificaciones en el manual de carreteras.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (2020). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- ACUÑA, K., & QUISPECONDORI, Y. (2021). *Incorporación de celulosa de papel periódico en la elaboración de bloques de concreto para muros portantes*. Juliaca: Universidad Peruana Union.
- AKARLEY, D., & FLORIAN, C. (2019). *Caracterización de las propiedades de unidades de albañilería y muretes conformados por bloques de concreto en adición de conchas de abanico*. Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4763>
- Apaza, A. (2021). Evaluación de la calidad de los rellenos no controlados utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la cuenca del río Torococha. *Revista de Ingeniería Civil*, 12-23.
- AREVALO, J. (2019). *Reciclar los neumáticos usados utilizándolos como impermeabilizantes en la ciudad de Milagro*. Ecuador: Universidad Estatal de Milagro. Obtenido de <http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/4839/1/2.RECICLAR%20LOS%20NEUMATICOS%20USADOS%20UTILIZANDOLOS%20COMO%20IMPERMEABILIZANTES%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20MILAGRO.pdf>
- ARIAS, J., & COVINOS, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación* (Primera ed.). Arequipa: ENFOQUES CONSULTING EIRL.



- ASTM D698. (2021). ASTM D698 - 12a Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN-m/m<sup>3</sup>)). *American Society for Testing and Materials (ASTM)*.
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation analysis and design*. McGraw-Hill.
- BRIONES, A., ZAMBRANO, J., MUÑOZ, J., RUIZ, W., & PANCHANA, R. (2020). Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino. *REVISTA RIEMAT*, 5(1), 15-23. Obtenido de <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Riemat/article/view/2498/2678>
- CACERES, M., & MAMANI, A. (2021). *Propiedades físico mecánicas de ladrillos de concreto con adición de fibras de caucho reciclado*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín. Obtenido de [http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/13062/ICcalams\\_maflag.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12773/13062/ICcalams_maflag.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- CAIZA, K., & UREÑA, M. (2017). *Estudio comparativo de la resistencia a compresión entre el hormigón ( $f'c=240\text{kg/cm}^2$ ), hormigón con adición de microsilice y hormigón con adición de ceniza de cascara de trigo utilizando agregados pertenecientes a la planta de trituración "Jaime Vaca" del Ecuador*: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25571/1/Tesis%20119%20-%20Caiza%20Yung%c3%a1n%20Klever%20Javier.pdf>
- Callejas, J., Salinas, J., Perez, J., & Nuñez, D. (2020). Evaluación geotécnica de suelos de relleno para la construcción de subrasantes blandas. *Revista de Investigacion Academica*. doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.3957726>



- Calsina, R. (2019). Evaluación de la calidad de los suelos y rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la zona de influencia del río Torococha. *Revista de Investigación en Ciencia e Ingeniería*, 23-32.
- Cañas, J. (2022). *ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTÍCULAS POR TAMIZADO EN AGREGADO FINO Y GRUESO Y DETERMINACIÓN DE MATERIAL MÁS FINO QUE EL TAMIZ No. 200 (75  $\mu$ m) EN AGREGADO MINERAL POR LAVADO*. San Salvador: Universidad Centro Americana.
- CAÑOLA, H., & ECHAVARRIA, C. (2017). Bloques de concreto con aditivos bituminosos para sobrecimiento. *Ingeniería y desarrollo*, 35(2), 491-512. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n2/2145-9371-inde-35-02-00491.pdf>
- CARRASCO, S. (2018). *Metodología de la investigación científica*. Lima, Perú: San Marcos de Anibal Jesús Paredes Galván.
- CASANOVA, L., JIMENEZ, M., ZAMORA, V., & MEDINA, J. (2017). Fabricación de bloques huecos de concretos con mezclas de vinilo (PVC) y poliestireno (PS) reciclado. *Ingeniería y Sociedad - UC*, 12(1), 23-30. Obtenido de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/IngenieriaYSociedad/a12n1/vol12n12017.pdf#page=23>
- CHIMBORAZO, L., CAISA, E., & MIRANDA, R. (2017). Trituración de neumáticos reciclados como desencadenantes en los procesos industriales en la Provincia de Tungurahua. *Universidad Técnica de Ambato*, 12(2), 427-439. Obtenido de [https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/715/pdf\\_518](https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/715/pdf_518)





FIORITI, C., SEGANTINI, R., PINHEIRO, J., AKASAKI, J., & SPOSITO, F. (2020).

Bloques de mampostería de hormigón liviano fabricado con caucho de neumático y metacaolín. *Ingeniería en construcción*, 295-307.

FREEPIK. (3 de 4 de 2020). *Freepik*. Obtenido de <https://www.freepik.es/fotos-vectores-gratis/neumaticos>

Fwa, T. F. (1995). *Highway pavement loading*. CRC Press.

GOÑAS, R., & SAAVEDRA, G. (2020). *Determinación del uso de caucho de llantas y concreto reciclado en la fabricación de bloques de concreto B12*, Lima 2019. Lima: Universidad César Vallejo.

GUTIERREZ, S., & AGUILAR, J. (2019). *Influencia de las técnicas de curado y tipos de bloque no portante sobre la resistencia a la compresión, absorción y densidad de unidades de albañilería*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12742>

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Colombia: MCGRAW-HILL.

Hernández, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). México D.F.: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hernández, R., & Coello, S. (2008). *El paradigma cuantitativo de la investigación científica*. La Habana - Cuba: Universitaria.

Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.

Holtz, R. D., & Kovacs, W. D. (1981). *An introduction to geotechnical engineering*. Prentice-Hall.



- HUANUCO, K. (2017). *Evaluación de la trabajabilidad y la resistencia a la compresión del concreto de 210° reforzado con fibra de lechuguilla*. Huanuco: Universidad de Huanuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/672>
- HUAQUISTO, S., & BELIZARIO, G. (2018). Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(2), 225-234. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v20n2/a07v20n2.pdf>
- HUIMA, H. (2021). *Elaboración de bloques de concreto con la adición de aserrín para el uso en edificaciones de albañilería confinada, Juliaca - Puno 2021*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Jaselskis, E. J., Teizer, J., & Pradhananga, N. (2010). *Construction Engineering and Management*. Pearson.
- Juárez, R. (2005). *Mecánica de Suelos*. Colombia: Limusa Noriega.
- LARA, E. (2018). *Diseño y elaboración de bloques de hormigón prototipo utilizando partículas de caucho*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Lazo, R., Galindo, G., & Chavez, A. (2021). Evaluación de la calidad de rellenos no controlados en la construcción de subrasantes blandas en la región de Huancavelica. *Revista de Ingeniería Civil*, 27-38.
- Lopez , L. (2017). *Estadística para investigadores: Introducción a la inferencia estadística*. McGraw-Hill Education.
- Lopez-Aguilar, E. S., Gomez-Soberon, J. M., Gutierrez-Garcia, E. G., & Lopez-Solis, A. O. (2021). Effects of the granulometric and compaction characteristics of subgrade soils on the behavior of flexible pavements. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 671-683.



- MARTINEZ, J., & MELENDEZ, I. (2020). *Influencia de la variación de la geometría interna en bloques de concreto tipo 14 sobre su absorción y resistencia a la compresión*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16708/Mel%C3%A9ndez%20Valverde%20y%20Mart%C3%ADnez%20Cruz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MASIAS, K. (2018). *Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso*. Piura: Universidad de Piura. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3484/ICI\\_254.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3484/ICI_254.pdf)
- MECIAS, B., MENDOZA, M., MERA, E., MONGE, J., MONTES, E., & MOREIRA, C. (2019). *Análisis del concreto sin cemento*. Manabí: Universidad Técnica de Manabí. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/337828564\\_ARTICULO\\_CIENTIFICO\\_-\\_Analisis\\_del\\_concreto\\_sin\\_cemento](https://www.researchgate.net/publication/337828564_ARTICULO_CIENTIFICO_-_Analisis_del_concreto_sin_cemento)
- NARVAEZ, J. (2017). *Determinación de la influencia del bagazo de caña de azúcar como agregado orgánico en la resistencia a la compresión de bloques para mampostería liviana*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25746>
- OSCANOA, K. (2021). *Estabilización de subrasantes blandos aplicando enzima orgánica y bischofita en carretera no pavimentada km 5+840 al km 6+900, Cajas, Junín*. Huancayo: UPLA.
- PACHECO, L. (2017). *Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*. Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui. Obtenido de [http://3.17.44.64/bitstream/handle/20.500.12819/226/Luis\\_TrabajoDeSuficienciaProfesional\\_titulo\\_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://3.17.44.64/bitstream/handle/20.500.12819/226/Luis_TrabajoDeSuficienciaProfesional_titulo_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y)



- PAIVA, G. (2019). *Diseño de bloques de concreto utilizando el caucho sintético en muros de albañilería no portantes en el distrito de Chulucanas - 2019*. Piura: Universidad Cesar Vallejo.
- PALACIO, O., CHAVEZ, A., & Velasquez, Y. (2017). Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. *Revista Tecnura*, 96-106. Obtenido de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/8195/13022>
- PEREZ, R. (2018). Reciclado de neumáticos: transformación de un residuo en un recurso. *REVISTA DE PLÁSTICOS MODERNOS*, 115(730), 11-18. Obtenido de <https://www.signus.es/wp-content/uploads/2018/04/reciclado-de-neumaticos-transformacion-de-un-residuo-en-un-recurso.pdf>
- PINO, R. (2018). *"Metodología de la investigación"* (Segunda ed.). Lima-Perú: San Marcos E.I.R.L.
- PINO, R. (2018). *"Metodología de la investigación"*. Lima, Perú: San Marcos.
- QUINAPALLO, L., & CHECA, M. (2020). *Análisis de las características físico mecánicas del hormigón con la adición de polvo de neumático reciclado con cemento HOLCIM y mina de PIFO*. Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/18054>
- Quispe, J., Flores, R., & Hidalgo, J. (2019). Evaluación de la calidad de los rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la región de Puno. *Revista de Investigación Académica*, 54-62.
- RUIZ, A., VIDAL, F., & ZEBADUA, A. (2019). Propiedades geométricas y mecánicas del bloque hueco de concreto fabricado en el área de Tuxtla Gutiérrez (Chiapas, Mex). *Revista digital de la Universidad Autónoma de Chiapas*, 8(21), 8-31. doi:<http://dx.doi.org/10.31644/>



Sarmiento, L., Hernandez, E., & Rodriguez, A. (2021). Evaluación de la estabilidad de subrasantes blandas con suelos de relleno en proyectos de construcción vial.

*Revista de Investigación Académica.*

doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.4782928>

SARTA, H., & SILVA, J. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el*

*concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%*. Bogotá: Universidad

Católica de Colombia. Obtenido de

[https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14513/1/AN%  
c3%81LISIS](https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14513/1/AN%c3%81LISIS)

%20COMPARATIVO%20ENTRE%20EL%20CONCRETO%20SIMPLE%20Y

%20EL%20CONCRETO%20CON%20ADICION%20DE%20FIBRA%2

0DE%20ACERO%20AL%204%25%20Y.pdf

SUAREZ, I., & MUJICA, E. (2016). *Bloques de concreto con material reciclable de*

*caucho para obras de edificación*. Cusco: Universidad Nacional de San Antonio

de Abad del Cusco.

Unknown. (jueves de Enero de 2013). Obtenido de

<https://pavimivias77.blogspot.com/2013/01/infraestructura-vial.html>

Vara, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima - Perú: Universidad de San

Martín de Porres.

Vara, A. (2012). *7 pasos para una tesis exitosa*. Lima: USMP.

Velasquez, F., Puentes, L., & Garcia, M. (2019). Evaluación geotécnica de suelos de

relleno para la construcción de subrasantes blandas en proyectos de

infraestructura urbana. *Revista de Investigación Académica.*

doi:<https://doi.org/10.5281/zenodo.3577846>

VESGA, J. (2019). *Compresibilidad de suelos granulares a partir de su granulometría*.

Bogotá: Universidad de los Andes .



- Viana da Fonseca, A., Farias, M., Alves, J. C., & Sabioni, A. (2020). Estabilização de solo fino para construção de subleitos de pavimentos rodoviários. *Revista Brasileira de Geotecnia*, 16-28.
- Wang, X., Luo, Y., Li, X., & Wang, L. (2021). Investigation on the engineering properties of a reclaimed land fill in China. *Journal of Cleaner Production*.
- Yucra, J. (2020). Evaluación de la calidad de los rellenos utilizados en la construcción de subrasantes blandas en la zona de los márgenes del río Torococha. *Revista de Geotecnia y Mecánica de Suelos*, 45-56.



## ANEXOS



## Anexo 1.

### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variable independiente</b>  Rellenos no controlados	Características físicas de los rellenos no controlados  Características mecánicas de los rellenos no controlados	Contenido de humedad Granulometría Límites de consistencia  Máxima densidad seca Capacidad de soporte	<b>Enfoque</b> Cuantitativo  <b>Nivel de investigación</b> Descriptivo  <b>Tipo de investigación</b> Aplicada  <b>Diseño de investigación</b> Experimental  <b>Población</b> Infraestructuras viales cercanas a los márgenes del río Torococha, Juliaca  <b>Muestra</b> Material de rellenos no controlados existentes en la ciudad de Juliaca  <b>Técnicas</b> Revisión bibliográfica Observación directa Pruebas en laboratorio Análisis e interpretación de resultados
¿Cuál es el impacto de la calidad de los rellenos no controlados en la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha?	Evaluar la calidad de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.	La calidad de los rellenos no controlados es favorable para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.				
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>				
¿Cuáles son las propiedades de la subrasante blanda existente en los márgenes del río Torococha?	Analizar las propiedades de la subrasante blanda existente en los márgenes del río Torococha.	Las subrasantes existentes en los márgenes del río Torococha presentan propiedades físicas y mecánicas deficientes.				
¿Cuáles son las características físicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los	Identificar las características físicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los	Los rellenos no controlados presentan características físicas favorables para conformar una subrasante blanda en los márgenes del río Torococha.	<b>Variable dependiente</b>	Propiedades físicas y mecánicas de subrasantes blandas	Contenido de humedad Granulometría Límites de consistencia Máxima densidad seca Capacidad de soporte	



márgenes del río Torococha?	márgenes del río Torococha.		Conformación de subrasantes blandas	Impacto económico y ambiental		<b>Instrumentos</b> Fichas de recolección de datos en campo y laboratorio Software de análisis e interpretación de resultados
¿Cuáles son las características mecánicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha?	Analizar las características físicas de los rellenos no controlados para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.	Los rellenos no controlados presentan características mecánicas adecuadas para conformar una subrasante blanda en los márgenes del río Torococha.			Análisis de costos unitarios del material de subrasante por kilometro  Análisis de impacto ambiental de los rellenos no controlados en subrasantes blandas	
¿De qué manera los rellenos no controlados en la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha afectan a la economía e impacto ambiental de la ciudad de Juliaca?	Evaluar el impacto económico y ambiental al utilizar rellenos no controlados como material para la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha.	El uso de rellenos no controlados en la conformación de subrasantes blandas en los márgenes del río Torococha disminuyen el costo de manejo del material y reducen el impacto ambiental generando una economía circular.				

## A.1. Certificados de laboratorio



"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

### INFORME N° 011 – 2023 – LMSCA/EYCHG

PARA : WASHINGTON CHURA PACHARI  
DE : ING. EDWIN YOEL CHOQUE GUZMÁN  
(Especialista en geotecnia y transportes - LMSCA)  
ASUNTO : INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO  
REF. :  
"EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"  
FECHA : Juliaca, NOVIEMBRE del 2023.

---

Mediante el presente me dirijo a Ud. con la finalidad de hacerle la entrega de los resultados de estudios de mecánica de suelos, realizados para la elaboración del proyecto de tesis: "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

Se adjunta:

- 03 Ensayos de calicatas de MATERIAL DE RELLENO
- 03 Ensayos de calicatas de TERRENO NATURAL

Con ello se cumple con la entrega de los certificados de ensayos de laboratorio realizadas para el proyecto de tesis: "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA".

**Nota:**

- Las muestras de TERRENO NATURAL : Presentan un olor fétido
- Las muestras de MATERIAL DE RELLENO : Presentan material orgánico, ladrillos, vidrios, plásticos, entre otros.

Es cuanto informo a usted, para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente.



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA : 1	

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**FECHA** : 20/11/2023

**PROG.** : Km. 00+500

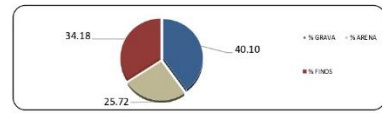
**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 01

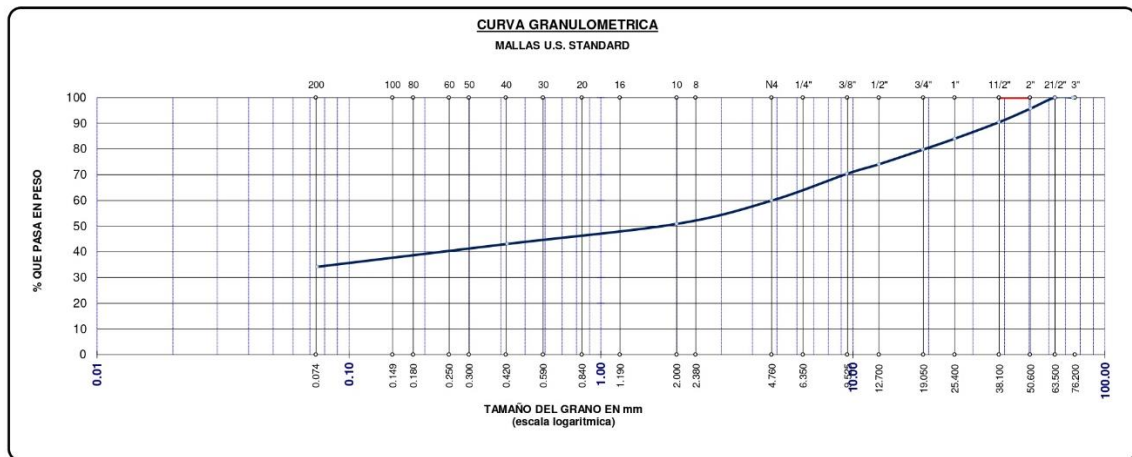
**N. F.** : ----

<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	:	2 1/2	Pulg.
<b>PESO INICIAL</b>	:	5000.0	gr.
<b>FRACCIÓN</b>	:	500.0	gr.


TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 10.32
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 35.43
2"	50.800	213.00	4.26	4.26	95.74		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.60
1 1/2"	38.100	265.00	5.30	9.56	90.44		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 14.83
1"	25.400	321.00	6.42	15.98	84.02		CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC
3/4"	19.000	213.00	4.26	20.24	79.76		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (1)
1/2"	12.700	285.00	5.70	25.94	74.06		
3/8"	9.500	185.00	3.70	29.64	70.36		
1/4"	6.350						
No4	4.750	523.00	10.46	40.10	59.90		
No8	2.380						
No10	2.000	452.19	9.04	49.14	50.86		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	390.13	7.80	56.95	43.05		
No50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	443.92	8.88	65.82	34.18		
<b>BASE</b>		1708.77	34.18	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		5000.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		34.18	0.68				



<b>D 10 =</b>	----	<b>D 30 =</b>	----	<b>D 60 =</b>	4.805
<b>Cu =</b>	----	<b>Cc =</b>	----		





	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	2

## CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**FECHA** : 20/11/2023

**PROG.** : Km. 00+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 01

**N. F.** : ----

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
<b>PROMEDIO</b>		%

HUMEDAD NATURAL		
45	46	47
595.60	449.90	595.60
541.84	414.22	546.31
53.31	54.20	55.08
53.76	35.69	49.29
488.53	360.02	491.23
11.00	9.91	10.03
<b>10.32</b>		

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE





	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.		VERSIÓN :	
			PAGINA : 4	

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO **FECHA** : 21/11/2023

**PROG.** : Km. 00+500 **PROF.** : 1.50 m.

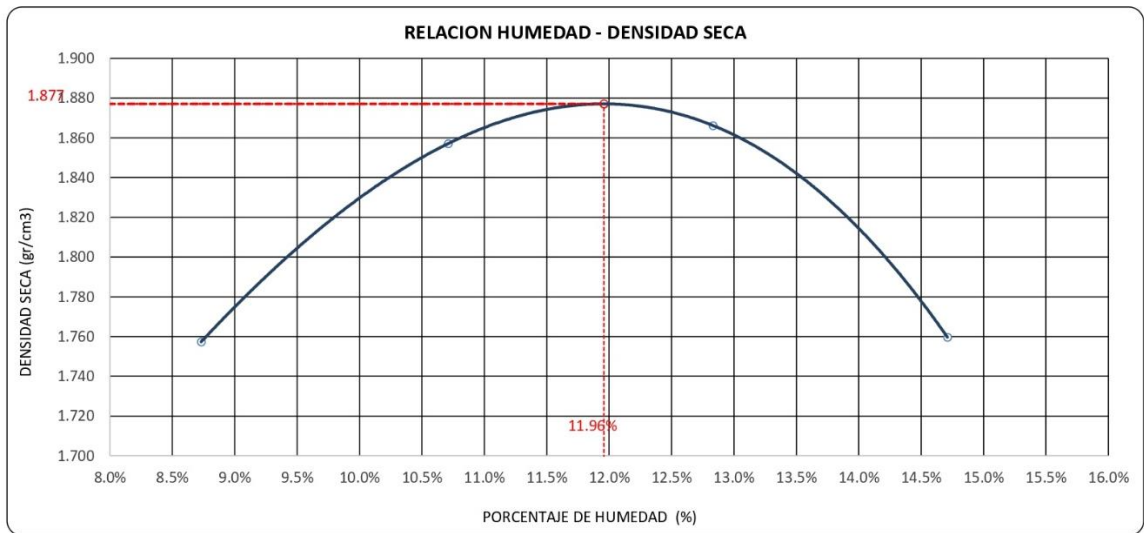
**CALICATA** : C - 01 **N. F.** : ---

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134 cm <sup>3</sup>	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	6042	NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10120	10430	10536	10350
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	4078	4388	4494	4308
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	1.911	2.056	2.106	2.019

	No	25	26	27	28
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	548.74	503.90	454.47	459.68
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	510.64	462.34	411.10	409.94
PESO DE TARA	gr.	74.24	74.29	73.10	71.80
PESO DEL AGUA	gr.	38.10	41.56	43.37	49.74
PESO DE SUELO SECO	gr.	436.40	388.05	338.00	338.14
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	8.73%	10.71%	12.83%	14.71%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	8.73%	10.71%	12.83%	14.71%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.757	1.857	1.866	1.760

RESULTADOS			
MAXIMA DENSIDAD SECA	1.877	gr/cm <sup>3</sup>	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD
			11.96%



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA : 5	

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**FECHA** : 25/11/2023

**PROG.** : Km. 00+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 01

**N. F.** : ---

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
CAPAS		55		26		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12564	12592	12583	12641	12057	12137
PESO DEL MOLDE	gr.	8113	8113	8282	8282	7983	7983
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2115	2115	2135	2135	2122	2122
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4451	4479	4301	4359	4074	4154
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm <sup>3</sup>	2.104	2.118	2.015	2.042	1.920	1.958
TARRO N°		26	27	28	29	30	31
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	513.28	531.81	544.49	457.48	430.9	449.23
TARRO + SUELO SECO	gr.	464.8	478.03	492.52	409.24	390.68	399.58
PESO DEL TARRO	gr.	48.66	46.09	46.45	46.52	46.61	47.18
PESO DEL AGUA	gr.	48.48	53.78	51.97	48.24	40.22	49.65
PESO DEL SUELO SECO	gr.	416.14	431.94	446.07	362.72	344.07	352.4
HUMEDAD	%	11.65%	12.45%	11.65%	13.30%	11.69%	14.09%
DENSIDAD SECA	gr./cm <sup>3</sup>	1.885	1.883	1.804	1.802	1.719	1.716

### ENSAJO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
21/11/23	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
22/11/23	09.00 AM.	24:00:00	15	0.39	0.31	22	0.56	0.45	35	0.88	0.69
23/11/23	09.00 AM.	48:00:00	23	0.58	0.46	33	0.83	0.66	50	1.27	1.00
24/11/23	09.00 AM.	72:00:00	31	0.79	0.62	46	1.16	0.92	66	1.67	1.32
25/11/23	09.00 AM.	96:00:00	35	0.88	0.70	52	1.33	1.05	78	1.99	1.57

### PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	55.2	55.2	2.8		34.0	34	1.7		20.6	20.6	1.0	
01:00	1.270	0.050	95.0	95	4.8		62.2	62.2	3.1		38.0	38	1.9	
01:30	1.900	0.075	145.4	145.4	7.3		93.8	93.8	4.7		59.8	59.8	3.0	
02:00	2.540	0.100	196.6	196.6	9.9		127.2	127.2	6.4		82.2	82.2	4.2	
03:00	3.810	0.150	288.8	288.8	14.6		186.4	186.4	9.4		120.3	120.3	6.1	
04:00	5.080	0.200	374.5	374.5	18.9		244.7	244.7	12.4		160.6	160.6	8.1	
05:00	6.350	0.250	423.1	423.05	21.4		277.5	277.5	14.0		181.6	181.6	9.2	
06:00	7.620	0.300	471.6	471.6	23.8		310.3	310.3	15.7		202.6	202.6	10.2	
08:00	10.160	0.400	522.5	522.5	26.4		347.8	347.8	17.6		227.4	227.4	11.5	
10:00	12.700	0.500	601.1	601.1	30.4		411.8	411.8	20.8		249.9	249.9	12.6	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSION :	
		PAGINA : 6	

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**PROG.** : Km. 00+500

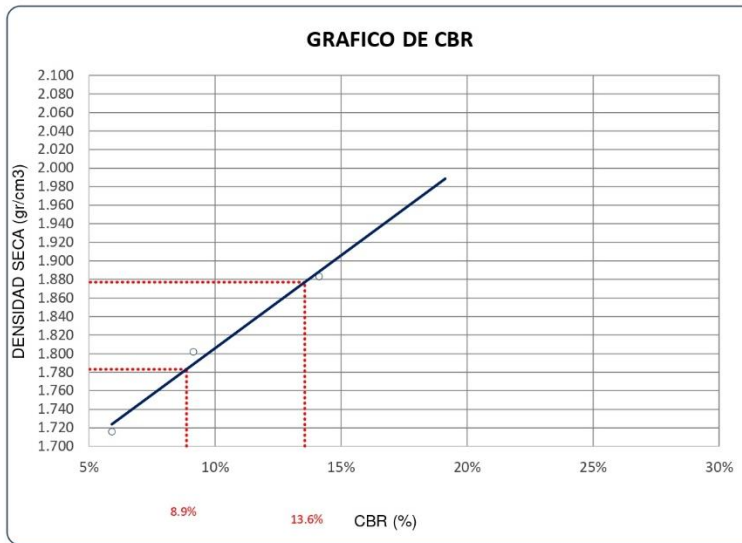
**CALICATA** : C - 01

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**FECHA** : 25/11/2023

**PROF.** : 1.50 m.

**N. F.** : ----



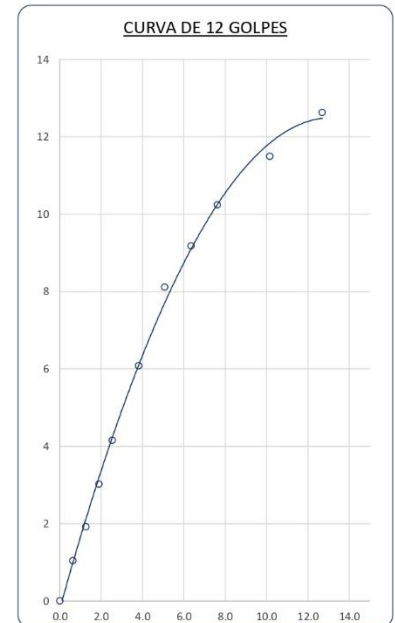
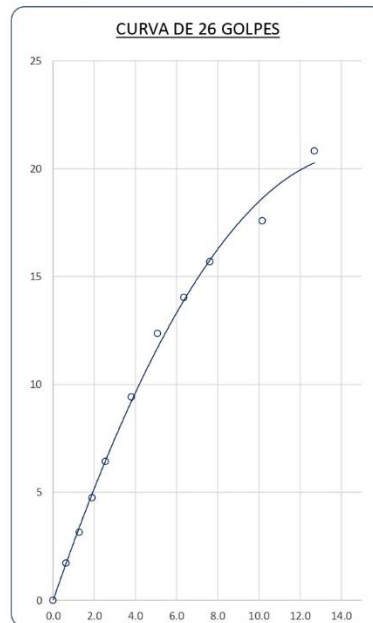
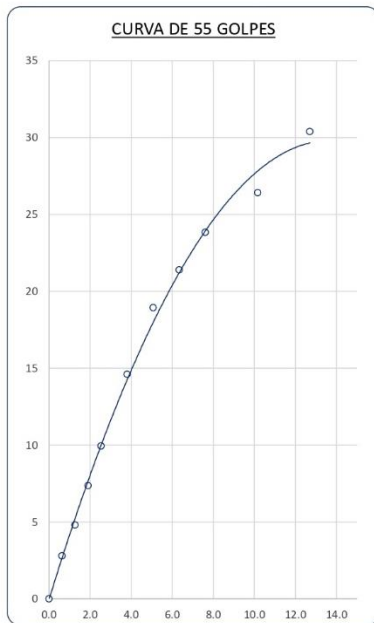
**PARAMETROS DE C.B.R.**

C.B.R. 01" AL 100% = 13.6%

C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 8.9%

**LEYENDA**

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA : 1	

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

SOLICITANTE : WASHINGTON CHURA PACHARI

UBICACIÓN : RÍO TOROCOCHA

DESCRIPCIÓN : MATERIAL DE RELLENO

FECHA : 20/11/2023

PROG. : Km. 01+000

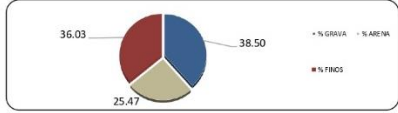
PROF. : 1.50 m.

CALICATA : C - 02

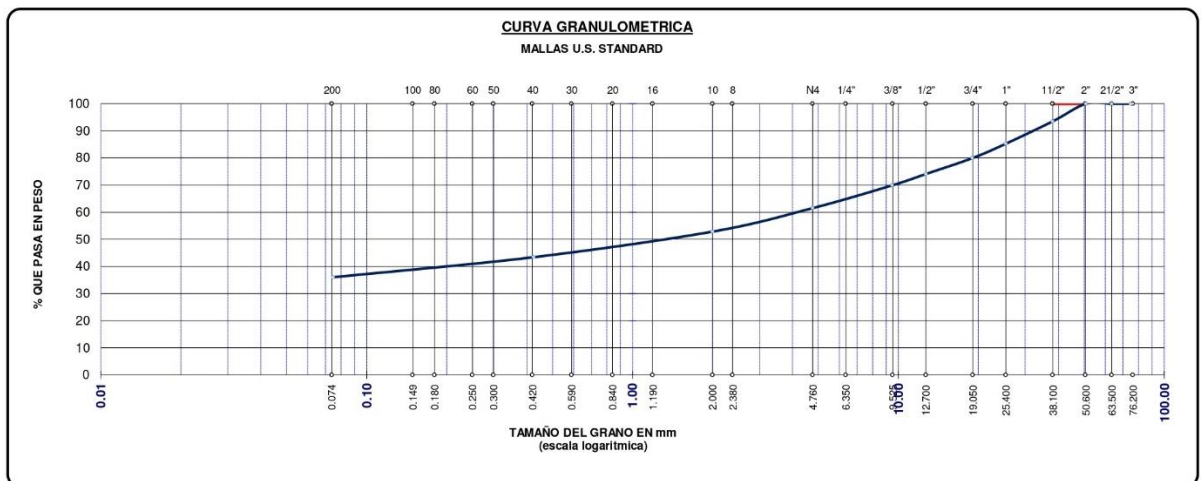
N. F. : ----

TAMAÑO MÁXIMO	:	2	Pulg.
PESO INICIAL	:	5000.0	gr.
FRACCIÓN	:	500.0	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.83
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 33.04
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 21.08
1 1/2"	38.100	325.00	6.50	6.50	93.50		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 11.96
1"	25.400	412.00	8.24	14.74	85.26		CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC
3/4"	19.000	266.00	5.32	20.06	79.94		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (1)
1/2"	12.700	293.00	5.86	25.92	74.08		
3/8"	9.500	208.00	4.16	30.08	69.92		
1/4"	6.350						
No4	4.760	421.00	8.42	38.50	61.50		
No8	2.380						
No10	2.000	432.96	8.66	47.16	52.84		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	471.09	9.42	56.58	43.42		
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	369.62	7.39	63.97	36.03		
BASE		1801.34	36.03	100.00	0.00		
TOTAL		5000.00	100.00				
% PERDIDA		36.03	0.72				




% GRAVA	38.50	% ARENA	25.47	% FINOS	36.03
D 10 =	----	D 30 =	----	D 60 =	4.282
Cu =	----	Cc =	----		



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	2

## CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**FECHA** : 20/11/2023

**PROG.** : Km. 01+000

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 02


**N. F.** : ----

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
<b>PROMEDIO</b>		%

HUMEDAD NATURAL		
25	26	27
451.20	526.70	528.70
416.04	482.92	484.78
42.39	48.66	46.09
35.16	43.78	43.92
373.65	434.26	438.69
9.41	10.08	10.01
<b>9.83</b>		

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	3

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI      **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

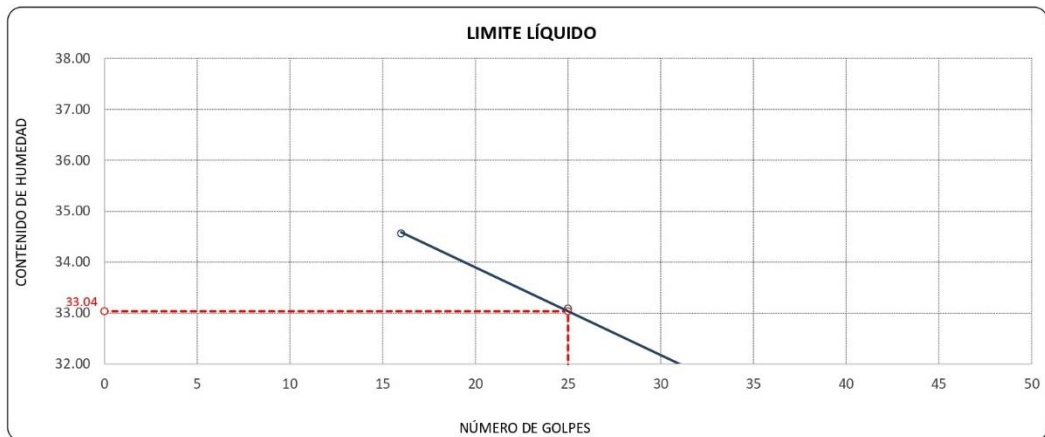
**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO      **FECHA** : 20/11/2023

**PROG.** : Km. 01+000      **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 02      **N. F.** : ---


DESCRIPCIÓN	UNID.	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
		5	6	7	3	4
Nro. DEL RECIPIENTE						
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.	69.35	68.72	68.96	29.21	27.46
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.	64.02	64.28	64.12	27.99	26.61
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.	48.60	50.86	48.82	22.17	22.60
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.	5.33	4.44	4.84	1.22	0.85
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.	15.42	13.42	15.30	5.82	4.01
CONTENIDO DE HUMEDAD (D/E)*100	%	34.57	33.08	31.63	20.96	21.20
Nro.DE GOLPES		16	25	33	---	---
<b>PROMEDIO</b>	%	---			<b>21.08</b>	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
<b>OBTENIDOS</b>	33.0	21.1	12.0	9.83
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>				



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.		VERSIÓN :	
			PAGINA : 4	

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI      **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO      **FECHA** : 21/11/2023

**PROG.** : Km. 01+000      **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 02      **N. F.** : ---

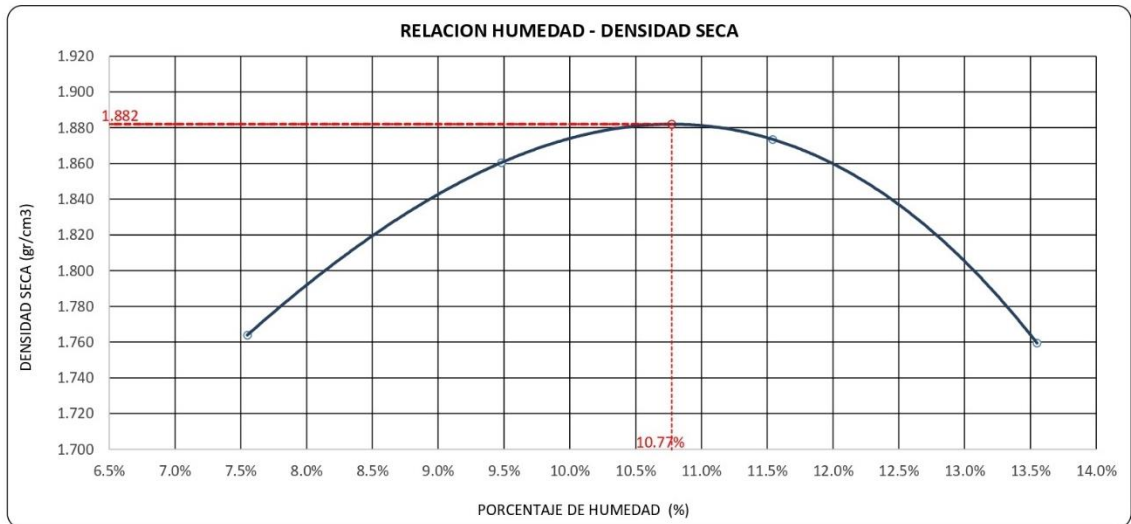
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134	cm <sup>3</sup>	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	6042		NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10091	10389	10502	10306
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	4049	4347	4460	4264
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	1.897	2.037	2.090	1.998

	No	27	28	29	30
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	519.83	413.10	565.78	536.68
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	488.47	383.55	514.74	481.24
PESO DE TARA	gr.	73.10	71.80	72.44	72.08
PESO DEL AGUA	gr.	31.36	29.55	51.04	55.44
PESO DE SUELO SECO	gr.	415.37	311.75	442.30	409.16
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	7.55%	9.48%	11.54%	13.55%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	7.55%	9.48%	11.54%	13.55%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.764	1.860	1.874	1.759

### RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA      **1.882**      gr/cm<sup>3</sup>      ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD      **10.77%**



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CÓDIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA :	

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**FECHA** : 25/11/2023

**PROG.** : Km. 01+000

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 02

**N. F.** : ---

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12110	12138	11609	11666	11484	11564
PESO DEL MOLDE	gr.	7679	7679	7385	7385	7442	7442
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2123	2123	2115	2115	2129	2129
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4431	4459	4224	4281	4042	4122
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm <sup>3</sup>	2.087	2.100	1.997	2.024	1.899	1.936
TARRO N°		46	47	48	49	50	51
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	424.91	537.4	522.68	459.1	443.08	425.37
TARRO + SUELO SECO	gr.	388.11	486.42	476.35	413.87	404.89	381.93
PESO DEL TARRO	gr.	54.195	55.08	55.965	56.85	57.735	57.735
PESO DEL AGUA	gr.	36.8	50.98	46.33	45.23	38.19	43.44
PESO DEL SUELO SECO	gr.	333.915	431.34	420.385	357.02	347.155	324.195
HUMEDAD	%	11.02%	11.82%	11.02%	12.67%	11.00%	13.40%
DENSIDAD SECA	gr./cm <sup>3</sup>	1.880	1.878	1.799	1.797	1.710	1.707

### ENSAYO EXPANSIÓN


FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
21/11/23	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
22/11/23	09.00 AM.	24:00:00	14	0.36	0.28	21	0.54	0.42	32	0.81	0.64
23/11/23	09.00 AM.	48:00:00	20	0.50	0.40	32	0.80	0.63	45	1.14	0.90
24/11/23	09.00 AM.	72:00:00	26	0.86	0.52	42	1.07	0.85	62	1.58	1.25
25/11/23	09.00 AM.	96:00:00	29	0.72	0.57	47	1.20	0.95	72	1.83	1.44

### PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	63.5	63.5	3.2		41.5	41.5	2.1		26.7	26.7	1.3	
01:00	1.270	0.050	107.6	107.6	5.4		71.7	71.7	3.6		47.9	47.9	2.4	
01:30	1.900	0.075	169.1	169.1	8.5		108.3	108.3	5.5		72.9	72.9	3.7	
02:00	2.540	0.100	226.3	226.3	11.4		145.0	145	7.3		101.3	101.3	5.1	
03:00	3.810	0.150	329.8	329.8	16.7		216.8	216.8	11.0		147.1	147.1	7.4	
04:00	5.080	0.200	434.2	434.2	21.9		281.6	281.6	14.2		194.3	194.3	9.8	
05:00	6.350	0.250	493.2	493.15	24.9		320.1	320.05	16.2		219.6	219.6	11.1	
06:00	7.620	0.300	552.1	552.1	27.9		358.5	358.5	18.1		244.9	244.9	12.4	
08:00	10.160	0.400	608.9	608.9	30.8		390.9	390.9	19.8		273.1	273.1	13.8	
10:00	12.700	0.500	673.6	673.6	34.0		440.2	440.2	22.3		314.9	314.9	15.9	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
PAGINA :		6	

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**PROG.** : Km. 01+000

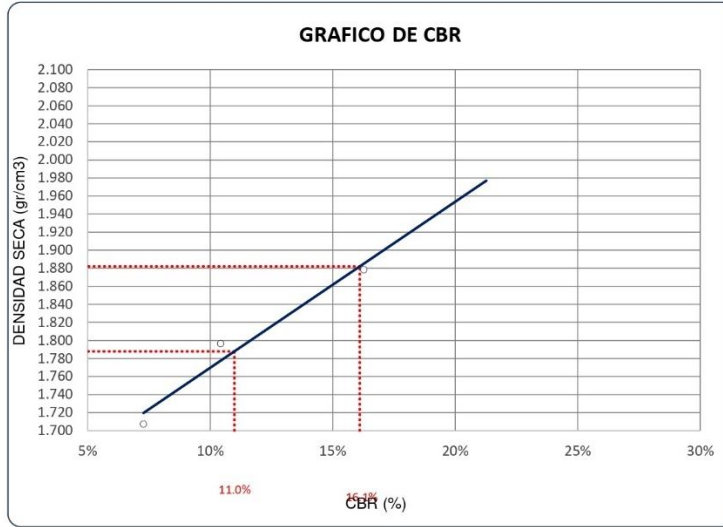
**CALICATA** : C - 02

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**FECHA** : 25/11/2023

**PROF.** : 1.50 m.

**N. F.** : ---



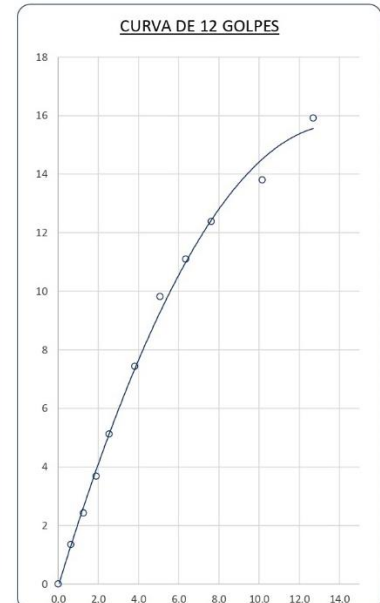
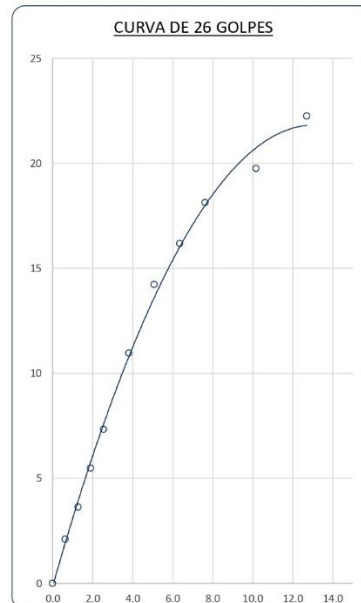
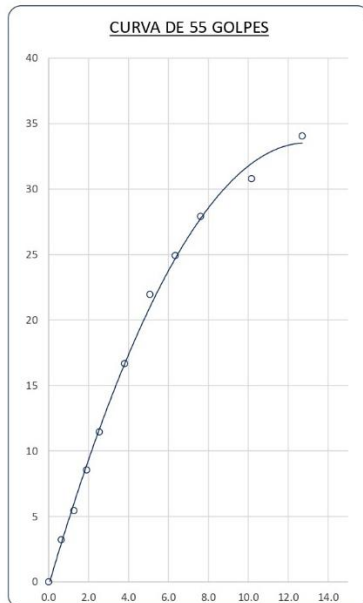
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 16.1%

C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 11.0%


#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y BIOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	1

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**FECHA** : 20/11/2023

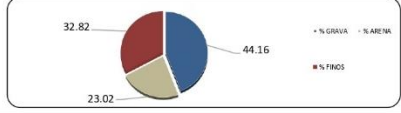
**PROG.** : Km. 01+500

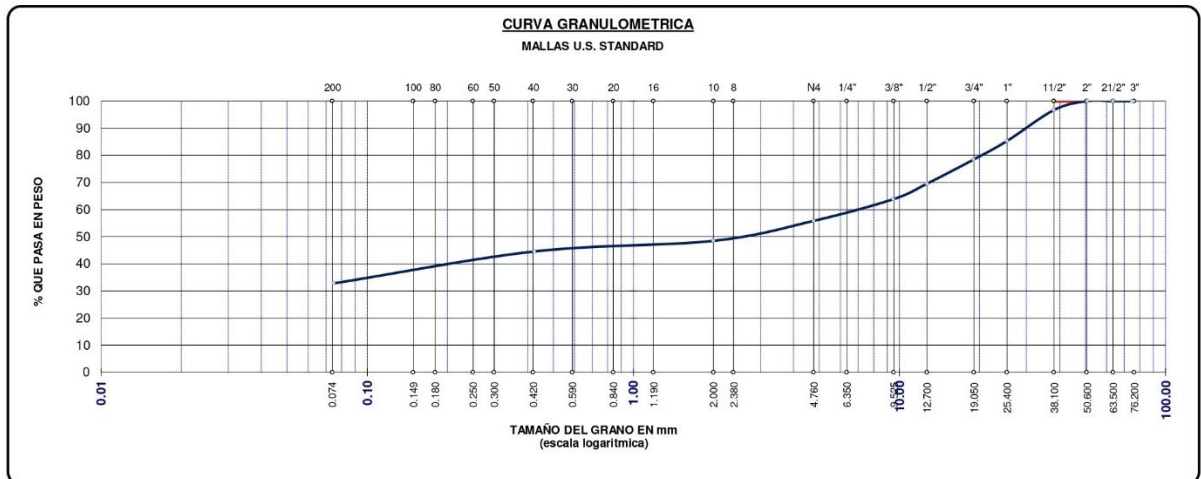
**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 03

**N. F.** : ----


<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	:	2	Pulg.
<b>PESO INICIAL</b>	:	5000.0	gr.
<b>FRACCIÓN</b>	:	500.0	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 9.06
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 32.59
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 21.43
1 1/2"	38.100	165.00	3.30	3.30	96.70		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 11.16
1"	25.400	569.00	11.38	14.68	85.32		CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC
3/4"	19.000	344.00	6.88	21.56	78.44		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (1)
1/2"	12.700	444.00	8.88	30.44	69.56		
3/8"	9.500	285.00	5.70	36.14	63.86		
1/4"	6.350						
No4	4.760	401.00	8.02	44.16	55.84		
No8	2.380						
No10	2.000	367.99	7.36	51.52	48.48		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	196.00	3.92	55.44	44.56		
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	586.88	11.74	67.18	32.82		
<b>BASE</b>		1641.14	32.82	100.00	0.00		% GRAVA 44.16    % ARENA 23.02    % FINOS 32.82
<b>TOTAL</b>		5000.00	100.00				D 10 = ----    D 30 = ----    D 60 = 7.219
<b>% PERDIDA</b>		32.82	0.66				Cu = ----    Cc = ----
							OBSERVACIONES :



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSION :	
		PAGINA :	2

## CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**FECHA** : 20/11/2023

**PROG.** : Km. 01+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 03


**N. F.** : ----

DESCRIPCIÓN	UNID.
Nro. DEL RECIPIENTE	
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %
<b>PROMEDIO</b>	%

HUMEDAD NATURAL		
5	6	7
582.90	486.50	519.80
538.71	449.86	480.28
47.87	46.83	45.95
44.19	36.64	39.52
490.84	403.03	434.33
9.00	9.09	9.10
<b>9.06</b>		

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	3

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI      **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

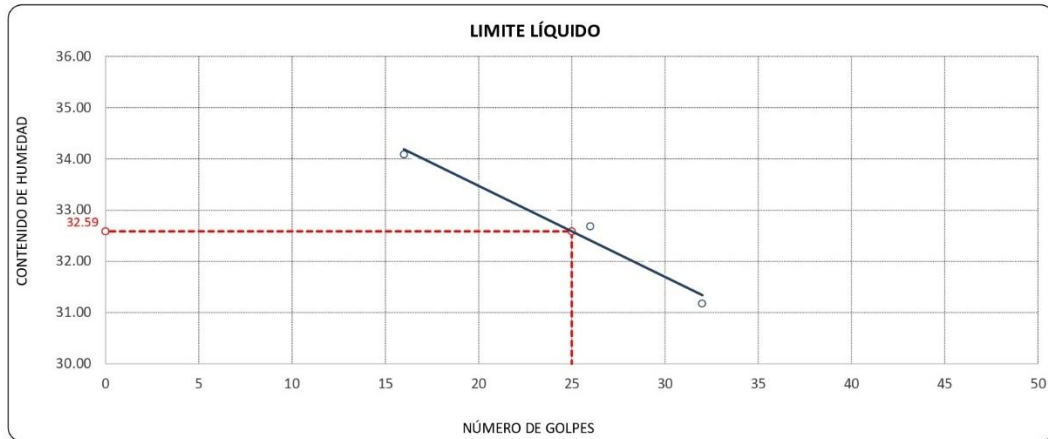
**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO      **FECHA** : 20/11/2023

**PROG.** : Km. 01+500      **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 03      **N. F.** : ----

DESCRIPCIÓN	UNID.	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
		6	7	8	2	3
Nro. DEL RECIPIENTE						
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.	72.30	65.71	70.08	28.42	28.95
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.	66.85	61.55	65.13	27.19	27.75
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.	50.86	48.82	49.25	21.43	22.17
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.	5.45	4.16	4.95	1.23	1.20
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.	15.99	12.73	15.88	5.76	5.58
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %	34.08	32.68	31.17	21.35	21.51
Nro.DE GOLPES		16	26	32	---	---
<b>PROMEDIO</b>	%	---			<b>21.43</b>	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
<b>OBTENIDOS</b>	32.6	21.4	11.2	9.06
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>				



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.		VERSIÓN :	
			PAGINA : 4	

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO **FECHA** : 21/11/2023

**PROG.** : Km. 01+500 **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 03 **N. F.** : ---

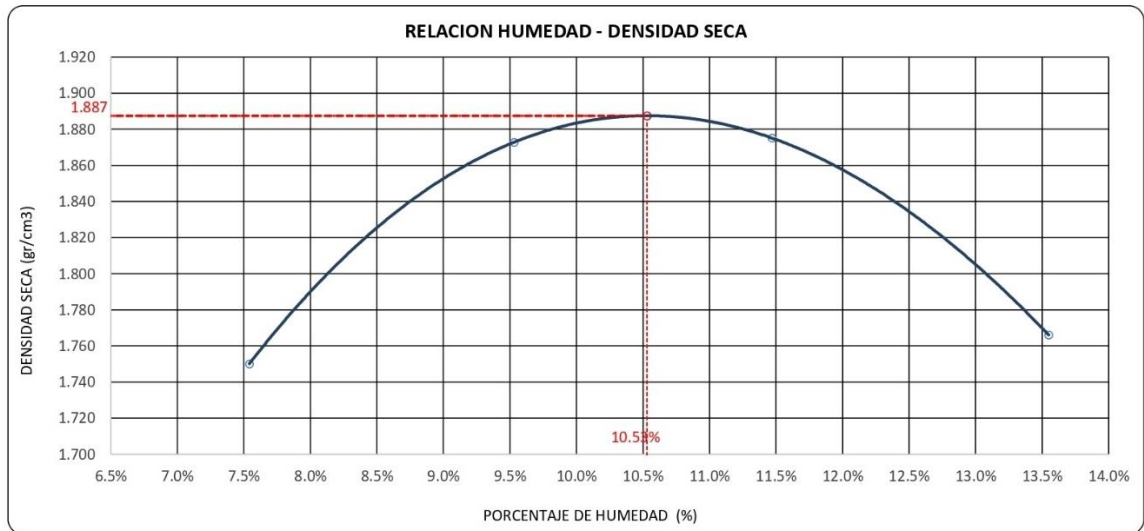
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	2134 cm <sup>3</sup>	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	6042	NÚMERO DE GOLPES	56

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	10059	10420	10503	10322
P. DEL MOLDE	gr.	6042	6042	6042	6042
P. SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	4017	4378	4461	4280
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	1.882	2.051	2.090	2.005

	No	16	17	18	19
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	409.19	563.49	442.23	557.19
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	385.71	520.64	404.08	499.30
PESO DE TARA	gr.	74.35	71.00	71.48	72.05
PESO DEL AGUA	gr.	23.48	42.85	38.15	57.89
PESO DE SUELO SECO	gr.	311.36	449.64	332.60	427.25
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	7.54%	9.53%	11.47%	13.55%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	7.54%	9.53%	11.47%	13.55%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.750	1.873	1.875	1.766

#### RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA **1.887** gr/cm<sup>3</sup> ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **10.53%**



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA : 5	

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**FECHA** : 25/11/2023

**PROG.** : Km. 01+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 03

**N. F.** : ---

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
CAPAS		55		26		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12726	12753	12344	12401	12333	12413
PESO DEL MOLDE	gr.	8315	8315	8113	8113	8282	8282
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2117	2117	2115	2115	2135	2135
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4411	4438	4231	4288	4051	4131
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.084	2.096	2.000	2.027	1.897	1.935
TARRO N°		12	13	14	15	16	17
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	493.81	527.85	414.7	500.15	514.86	474.96
TARRO + SUELO SECO	gr.	451.6	477.92	379.14	450.45	470.48	426.09
PESO DEL TARRO	gr.	48.08	34.45	45.56	46.74	46.18	46.11
PESO DEL AGUA	gr.	42.21	49.93	35.56	49.7	44.38	48.87
PESO DEL SUELO SECO	gr.	403.52	443.47	333.58	403.71	424.3	379.98
HUMEDAD	%	10.46%	11.26%	10.66%	12.31%	10.46%	12.86%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	1.886	1.884	1.808	1.805	1.718	1.714

### ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
21/11/23	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
22/11/23	09.00 AM.	24:00:00	15	0.39	0.31	22	0.55	0.44	33	0.84	0.66
23/11/23	09.00 AM.	48:00:00	23	0.58	0.46	31	0.78	0.62	47	1.18	0.93
24/11/23	09.00 AM.	72:00:00	31	0.79	0.63	42	1.07	0.84	63	1.61	1.27
25/11/23	09.00 AM.	96:00:00	34	0.87	0.69	49	1.25	0.99	71	1.81	1.43

### PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	70.1	70.1	3.5		46.2	46.2	2.3		31.8	31.8	1.6	
01:00	1.270	0.050	118.5	118.5	6.0		78.7	78.7	4.0		51.1	51.1	2.6	
01:30	1.900	0.075	187.6	187.6	9.5		122.6	122.6	6.2		80.7	80.7	4.1	
02:00	2.540	0.100	252.0	252	12.7		163.6	163.6	8.3		108.0	108	5.5	
03:00	3.810	0.150	367.2	367.2	18.6		238.0	238	12.0		160.0	160	8.1	
04:00	5.080	0.200	485.5	485.5	24.5		316.1	316.1	16.0		210.1	210.1	10.6	
05:00	6.350	0.250	537.7	537.7	27.2		350.5	350.5	17.7		237.3	237.3	12.0	
06:00	7.620	0.300	589.9	589.9	29.8		384.9	384.9	19.5		264.5	264.5	13.4	
08:00	10.160	0.400	683.6	683.6	34.6		440.2	440.2	22.3		289.0	289	14.6	
10:00	12.700	0.500	792.2	792.2	40.0		499.4	499.4	25.2		341.4	341.4	17.3	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA : 6	

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**DESCRIPCIÓN** : MATERIAL DE RELLENO

**PROG.** : Km. 01+500

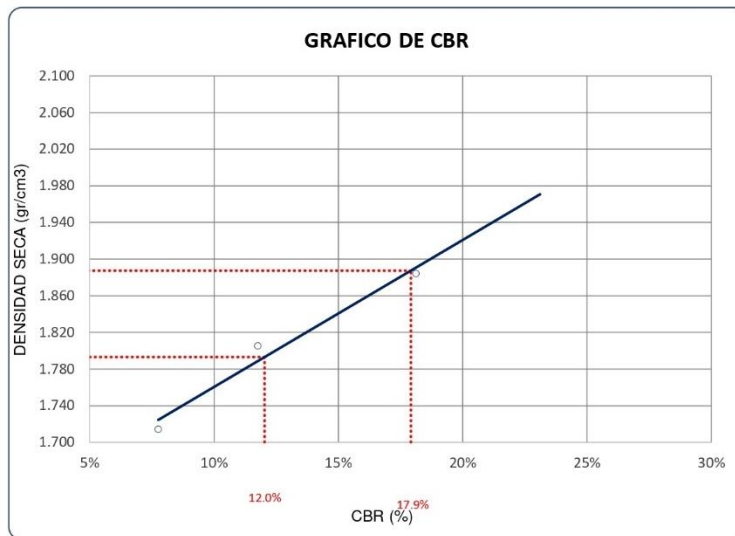
**CALICATA** : C - 03

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**FECHA** : 25/11/2023

**PROF.** : 1.50 m.

**N. F.** : ---



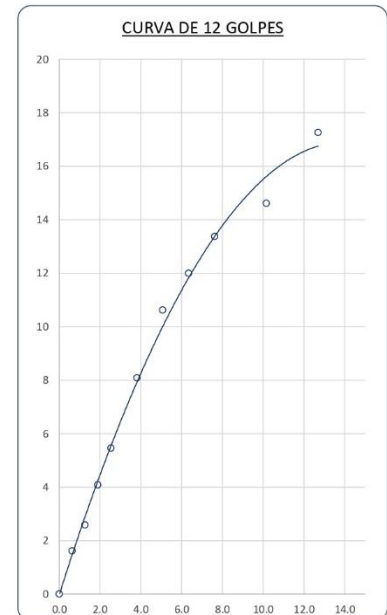
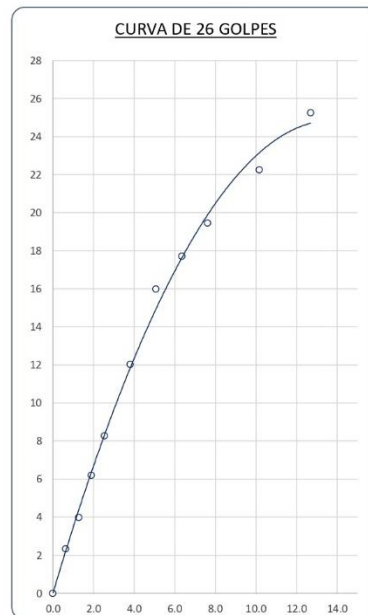
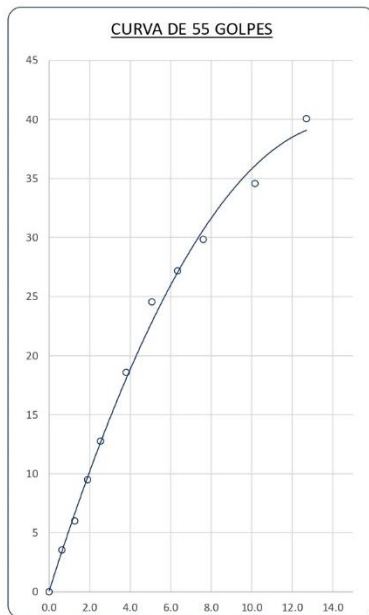
**PARAMETROS DE C.B.R.**

C.B.R. 01" AL 100% = 17.9%

C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 12.0%


**LEYENDA**

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
	"INGENIERÍA Y BIOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	1

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 27/11/2023

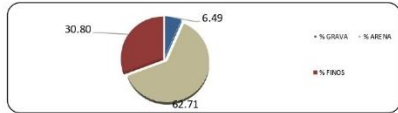
**PROG.** : Km. 00+500

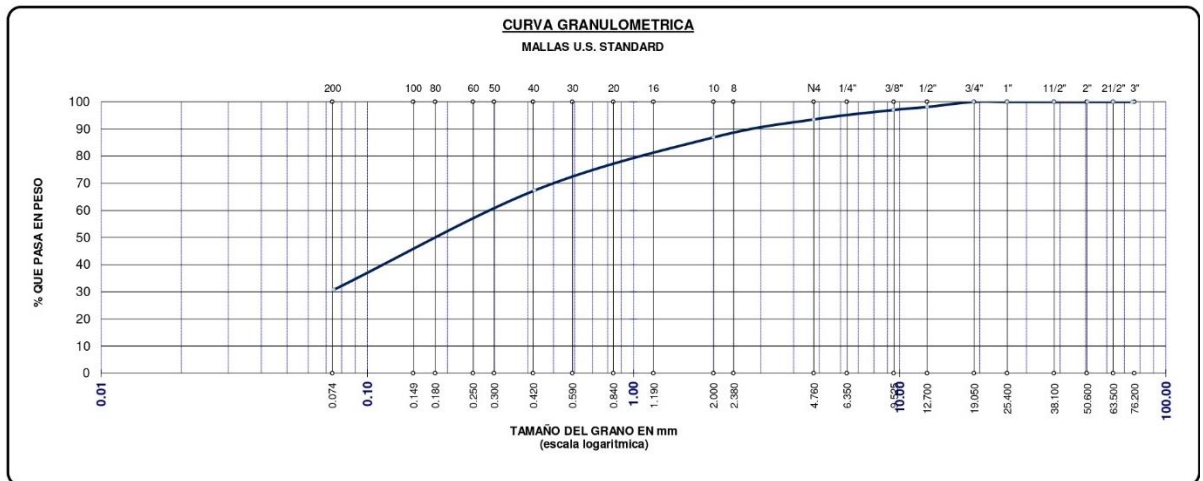
**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 04

**N. F.** : ----


<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	:	3/4	Pulg.
<b>PESO INICIAL</b>	:	5000.0	gr.
<b>FRACCIÓN</b>	:	500.0	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.75
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 26.18
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 21.51
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 4.68
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (SUCS) : SM - SC
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	95.30	1.91	1.91	98.09		
3/8"	9.500	54.70	1.09	3.00	97.00		
1/4"	6.350						
No4	4.760	174.30	3.49	6.49	93.51		
No8	2.380						
No10	2.000	331.04	6.62	13.11	86.89		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	978.16	19.56	32.67	67.33		
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	1826.33	36.53	69.20	30.80		
<b>BASE</b>		1540.18	30.80	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		5000.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		30.80	0.62				



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	<b>2</b>

## CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 27/11/2023

**PROG.** : Km. 00+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 04


**N. F.** : ----

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
<b>PROMEDIO</b>		%

HUMEDAD NATURAL		
46	47	48
469.20	466.30	566.00
445.31	439.17	532.29
54.20	55.08	55.97
23.90	27.13	33.72
391.11	384.09	476.32
6.11	7.06	7.08
<b>6.75</b>		

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	3

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

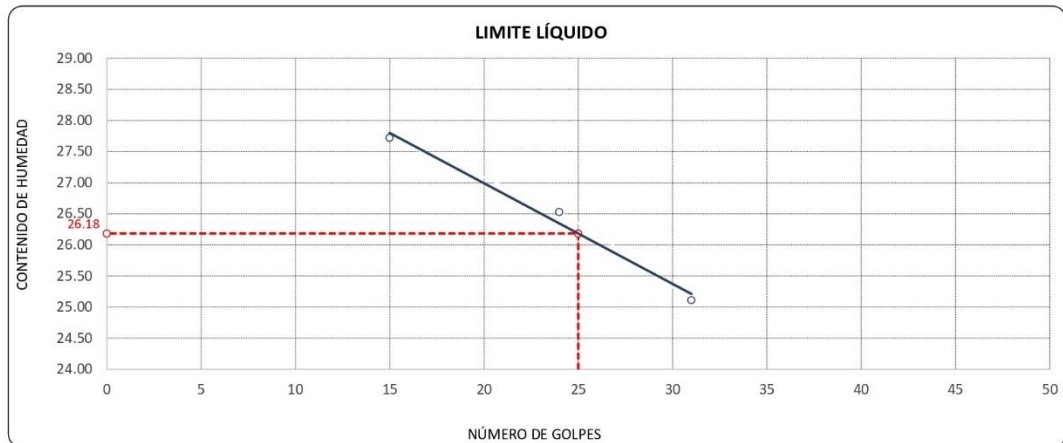
**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL **FECHA** : 27/11/2023

**PROG.** : Km. 00+500 **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 04 **N. F.** : ---

DESCRIPCIÓN	UNID.	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
		6	7	8	1	2
Nro. DEL RECIPIENTE						
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.	66.94	64.80	69.18	31.23	28.64
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.	63.45	61.45	65.18	30.21	27.36
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.	50.86	48.82	49.25	25.45	21.43
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.	3.49	3.35	4.00	1.02	1.28
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.	12.59	12.63	15.93	4.76	5.93
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %	27.72	26.52	25.11	21.43	21.59
Nro.DE GOLPES		15	24	31	---	---
<b>PROMEDIO</b>	%	---			<b>21.51</b>	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
<b>OBTENIDOS</b>	26.2	21.5	4.7	6.75
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>				



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.		VERSIÓN :	
			PAGINA : 4	

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL **FECHA** : 28/11/2023

**PROG.** : Km. 00+500 **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 04 **N. F.** : ---

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"			6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm <sup>3</sup>	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C		PESO DEL MOLDE	3956		NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5852	5993	6024	5953
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	1896	2037	2068	1997
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	1.999	2.147	2.180	2.105

	No	27	28	29	30
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	530.39	599.62	557.85	531.60
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	503.65	558.90	512.32	481.49
PESO DE TARA	gr.	73.10	71.80	72.44	72.08
PESO DEL AGUA	gr.	26.74	40.72	45.53	50.11
PESO DE SUELO SECO	gr.	430.55	487.10	439.88	409.41
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	6.21%	8.36%	10.35%	12.24%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	6.21%	8.36%	10.35%	12.24%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.882	1.982	1.976	1.876

#### RESULTADOS

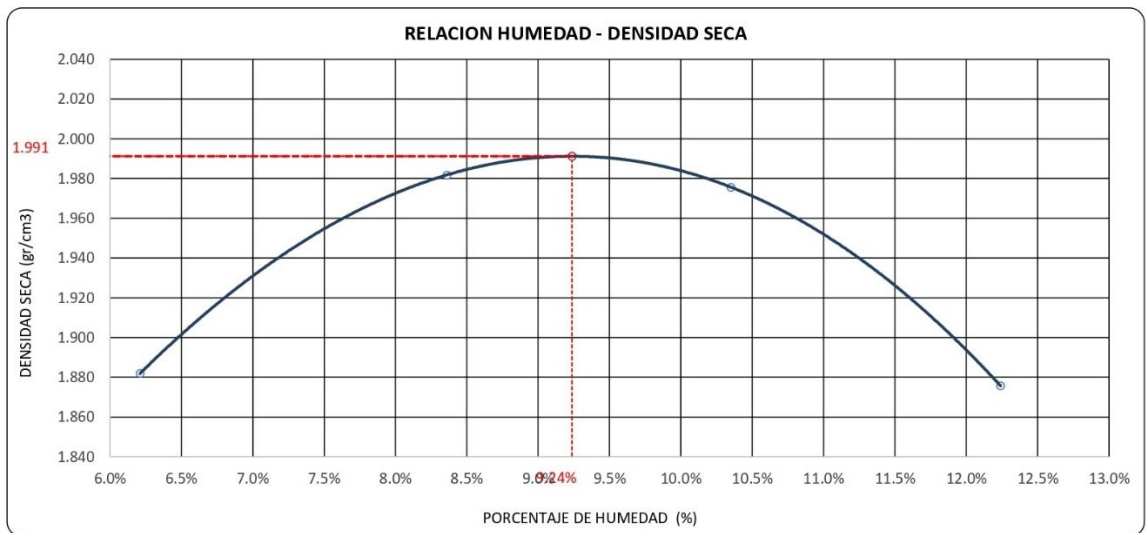
MAXIMA DENSIDAD SECA

1.991

gr/cm<sup>3</sup>


ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

9.24%



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA : 5	

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 2/12/2023

**PROG.** : Km. 00+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 04

**N. F.** : ---

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
CAPAS		55		26		12	
GOLPES POR CAPA N°		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12704	12734	12700	12759	12237	12323
PESO DEL MOLDE	gr.	8113	8113	8282	8282	7983	7983
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2115	2115	2135	2135	2122	2122
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4591	4621	4418	4477	4254	4340
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm <sup>3</sup>	2.171	2.185	2.069	2.097	2.005	2.045
TARRO N°		48	49	50	51	52	53
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	523.02	463.37	518.18	496.86	465.35	464.12
TARRO + SUELO SECO	gr.	484.38	427.02	478.16	453.09	431.66	422.57
PESO DEL TARRO	gr.	55.965	56.85	57.735	57.735	57.735	57.735
PESO DEL AGUA	gr.	38.64	36.35	40.02	43.77	33.69	41.55
PESO DEL SUELO SECO	gr.	428.415	370.17	420.425	395.355	373.925	364.835
HUMEDAD	%	9.02%	9.82%	9.52%	11.07%	9.01%	11.39%
DENSIDAD SECA	gr./cm <sup>3</sup>	1.991	1.990	1.889	1.888	1.839	1.836

### ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
28/11/23	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
29/11/23	09.00 AM.	24:00:00	9	0.24	0.19	13	0.34	0.26	21	0.53	0.41
30/11/23	09.00 AM.	48:00:00	13	0.34	0.27	20	0.50	0.39	31	0.78	0.61
01/12/23	09.00 AM.	72:00:00	18	0.45	0.35	27	0.70	0.55	42	1.07	0.84
02/12/23	09.00 AM.	96:00:00	21	0.54	0.42	32	0.81	0.64	48	1.22	0.96

### PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	90.0	90	4.5		59.0	59	3.0		39.9	39.9	2.0	
01:00	1.270	0.050	157.5	157.5	8.0		102.0	102	5.2		66.7	66.7	3.4	
01:30	1.900	0.075	242.1	242.1	12.2		161.1	161.1	8.1		107.3	107.3	5.4	
02:00	2.540	0.100	326.7	326.7	16.5		214.4	214.4	10.8		142.7	142.7	7.2	
03:00	3.810	0.150	477.6	477.6	24.1		311.4	311.4	15.7		209.6	209.6	10.6	
04:00	5.080	0.200	629.8	629.8	31.8		415.6	415.6	21.0		279.2	279.2	14.1	
05:00	6.350	0.250	707.8	707.8	35.8		467.5	467.5	23.6		312.2	312.2	15.8	
06:00	7.620	0.300	785.8	785.8	39.7		519.4	519.4	26.3		345.2	345.2	17.4	
08:00	10.160	0.400	985.5	985.5	49.8		565.9	565.9	28.6		399.5	399.5	20.2	
10:00	12.700	0.500	1045.9	1045.9	52.9		687.3	687.3	34.7		447.1	447.1	22.6	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
	<b>"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.</b>	VERSIÓN :	
		PÁGINA : 6	

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**PROG.** : Km. 00+500

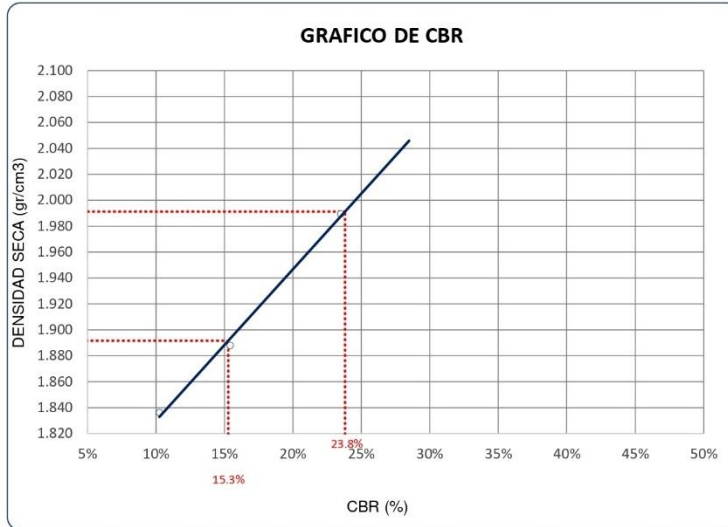
**CALICATA** : C - 04

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**FECHA** : 2/12/2023

**PROF.** : 1.50 m.

**N. F.** : ----



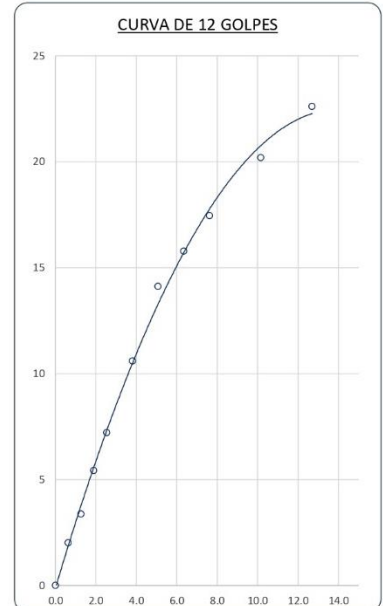
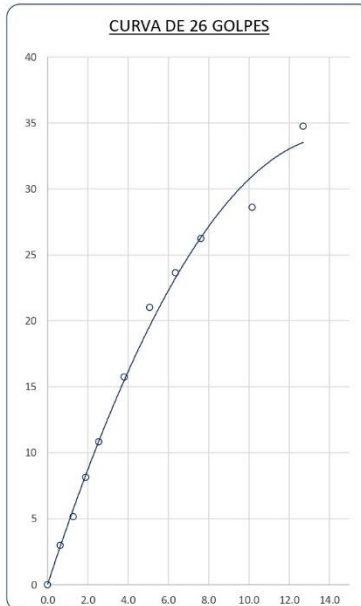
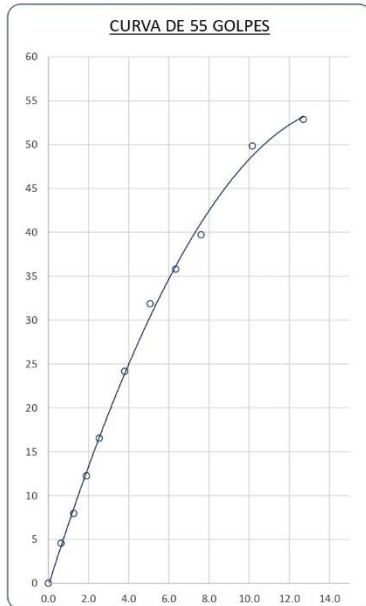
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = **23.8%**

C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = **15.3%**

#### LEYENDA

CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	1

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

**PROYECTO :** "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE :** WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN :** RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN :** TERRENO NATURAL

**FECHA :** 27/11/2023

**PROG. :** Km. 01+000

**PROF. :** 1.50 m.

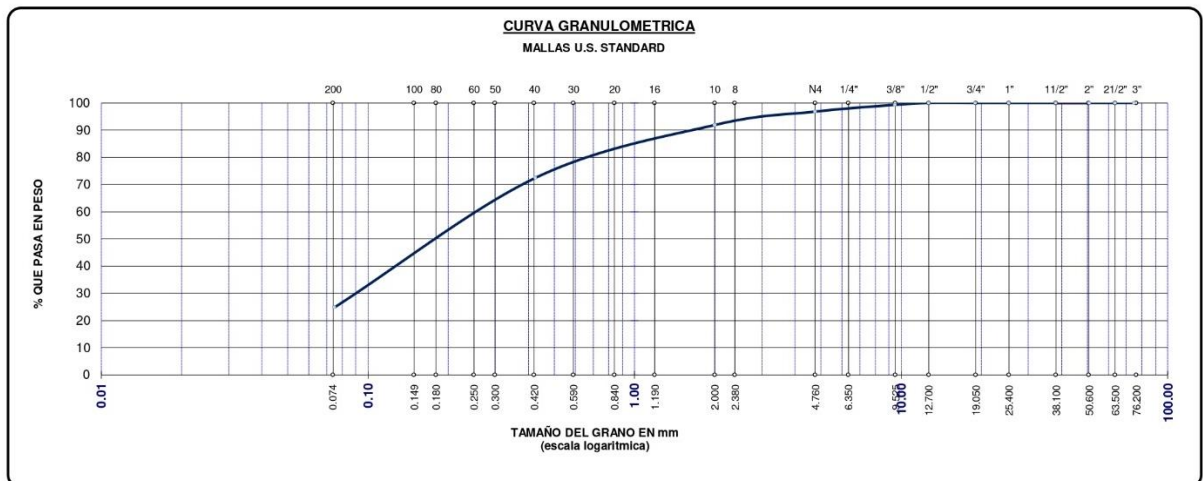
**CALICATA :** C - 05

**N. F. :** ----

TAMAÑO MÁXIMO	:	1/2	Pulg.
PESO INICIAL	:	5000.0	gr.
FRACCIÓN	:	500.0	gr.


TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.32
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 26.64
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.98
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 5.66
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (SUCS) : SM - SC
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	33.60	0.67	0.67	99.33		
1/4"	6.350						
No4	4.760	124.90	2.50	3.17	96.83		
No8	2.380						
No10	2.000	245.95	4.92	8.09	91.91		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	972.17	19.44	27.53	72.47		
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	2381.05	47.62	75.15	24.85		
BASE		1242.33	24.85	100.00	0.00		
TOTAL		5000.00	100.00				
% PERDIDA		24.85	0.50				

% GRAVA	3.17	% ARENA	71.98	% FINOS	24.85
D 10 =	----	D 30 =	0.113	D 60 =	0.333
Cu =	----	Cc =	----	OBSERVACIONES :	



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
		VERSION :	
	<b>"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.</b>	PAGINA :	<b>2</b>

### CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 27/11/2023

**PROG.** : Km. 01+000

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 05


**N. F.** : ----

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
<b>PROMEDIO</b>		%

HUMEDAD NATURAL		
36	37	38
437.50	484.90	467.10
412.24	459.75	443.42
46.20	46.54	46.81
25.26	25.15	23.68
366.04	413.21	396.61
6.90	6.09	5.97
<b>6.32</b>		

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	3

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

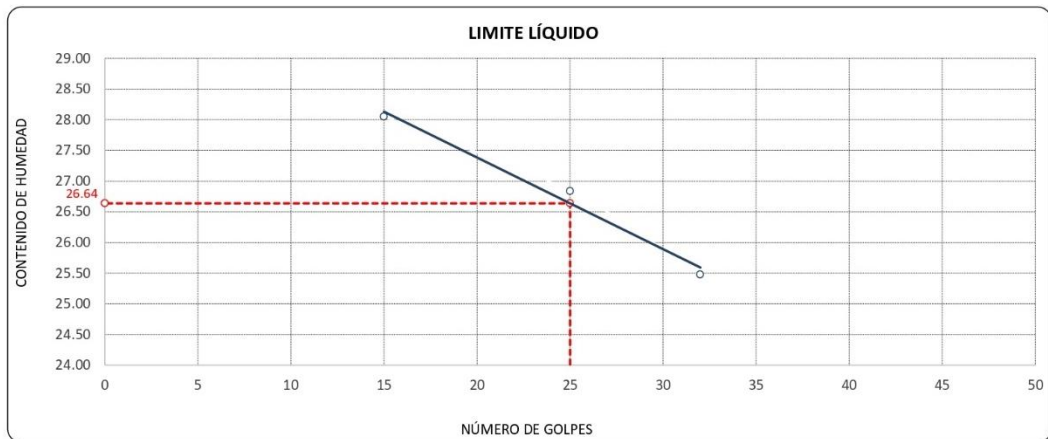
**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL **FECHA** : 27/11/2023

**PROG.** : Km. 01+000 **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 05 **N. F.** : ---


DESCRIPCIÓN	UNID.	LIMITE LÍQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
		10	11	12	2	3
Nro. DEL RECIPIENTE						
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.	68.26	65.56	69.43	28.06	28.40
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.	64.03	61.43	65.55	26.91	27.32
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.	48.95	46.04	50.32	21.43	22.17
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.	4.23	4.13	3.88	1.15	1.08
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.	15.08	15.39	15.23	5.48	5.15
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %	28.05	26.84	25.48	20.99	20.97
Nro.DE GOLPES		15	25	32	---	---
<b>PROMEDIO</b>	%	---			<b>20.98</b>	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
<b>OBTENIDOS</b>	26.6	21.0	5.7	6.32
<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS</b>				



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>		CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.		VERSIÓN :	
			PAGINA : 4	

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI **UBICACIÓN** : RIO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL **FECHA** : 28/11/2023

**PROG.** : Km. 01+000 **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 05 **N. F.** : ---

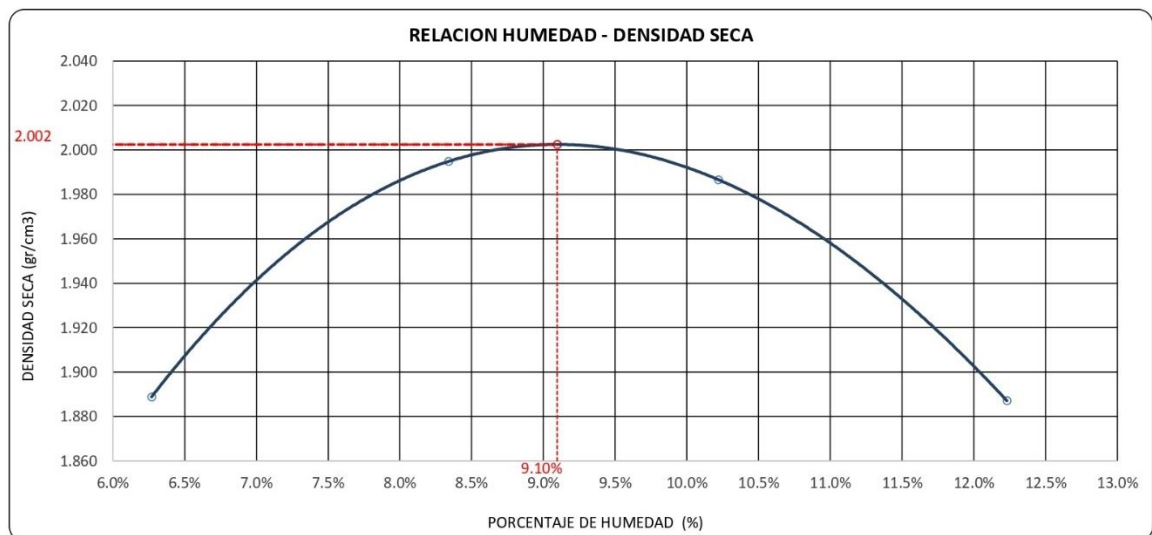
DIÁMETRO DEL MOLDE	4"		6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949 cm <sup>3</sup>	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5860	6006	6033	5965
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	1904	2050	2077	2009
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	2.007	2.161	2.190	2.118

	No	5	6	7	8
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	540.62	594.85	469.05	560.40
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	513.07	554.85	432.19	507.61
PESO DE TARA	gr.	73.66	75.20	71.48	75.95
PESO DEL AGUA	gr.	27.55	40.00	36.86	52.79
PESO DE SUELO SECO	gr.	439.41	479.65	360.71	431.66
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	6.27%	8.34%	10.22%	12.23%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	6.27%	8.34%	10.22%	12.23%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.889	1.995	1.987	1.887

#### RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA **2.002** gr/cm<sup>3</sup> ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD **9.10%**



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA : 5	

### VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 2/12/2023

**PROG.** : Km. 01+000

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 05

**N. F.** : ---

MOLDE N°	UNID.	1		2		3	
		5		5		5	
CAPAS		55		26		12	
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	12305	12336	11802	11859	11719	11806
PESO DEL MOLDE	gr.	7679	7679	7385	7385	7442	7442
VOLÚMEN DE LA MUESTRA	cm3	2123	2123	2115	2115	2129	2129
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4626	4657	4417	4474	4277	4364
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm3	2.179	2.194	2.088	2.115	2.009	2.050
TARRO N°		25	26	27	28	29	30
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	488.28	485.08	475.06	478.88	406.27	440.11
TARRO + SUELO SECO	gr.	451.65	446.31	441.27	439.21	376.6	399.94
PESO DEL TARRO	gr.	42.39	48.66	46.09	46.45	46.52	46.61
PESO DEL AGUA	gr.	36.63	38.77	33.79	39.67	29.67	40.17
PESO DEL SUELO SECO	gr.	409.26	397.65	395.18	392.76	330.08	353.33
HUMEDAD	%	8.95%	9.75%	8.55%	10.10%	8.99%	11.37%
DENSIDAD SECA	gr./cm3	2.000	1.999	1.924	1.921	1.843	1.841

### ENSAYO EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
28/11/23	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
29/11/23	09.00 AM.	24:00:00	8	0.21	0.17	12	0.30	0.24	18	0.46	0.36
30/11/23	09.00 AM.	48:00:00	12	0.31	0.24	18	0.45	0.35	26	0.67	0.53
01/12/23	09.00 AM.	72:00:00	17	0.42	0.33	25	0.63	0.50	36	0.91	0.72
02/12/23	09.00 AM.	96:00:00	20	0.50	0.40	27	0.69	0.55	39	1.00	0.79

### PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
00:30	0.635	0.025	94.2	94.2	4.8		59.2	59.2	3.0		37.8	37.8	1.9	
01:00	1.270	0.050	163.9	163.9	8.3		104.6	104.6	5.3		67.8	67.8	3.4	
01:30	1.900	0.075	254.9	254.9	12.9		165.2	165.2	8.4		109.0	109	5.5	
02:00	2.540	0.100	338.1	338.1	17.1		222.8	222.8	11.3		144.1	144.1	7.3	
03:00	3.810	0.150	503.9	503.9	25.5		329.8	329.8	16.7		213.7	213.7	10.8	
04:00	5.080	0.200	653.5	653.5	33.0		427.8	427.8	21.6		279.9	279.9	14.1	
05:00	6.350	0.250	726.5	726.5	36.7		487.4	487.4	24.6		308.6	308.6	15.6	
06:00	7.620	0.300	799.5	799.5	40.4		547.0	547	27.7		337.3	337.3	17.0	
08:00	10.160	0.400	926.4	926.4	46.8		645.9	645.9	32.6		410.9	410.9	20.8	
10:00	12.700	0.500	1036.9	1036.9	52.4		673.7	673.7	34.1		438.9	438.9	22.2	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

	<b>LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS</b>	CODIGO :	<b>RUC - 20606762357</b>
		VERSIÓN :	
	<b>"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.</b>	PAGINA : 6	

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**PROG.** : Km. 01+000

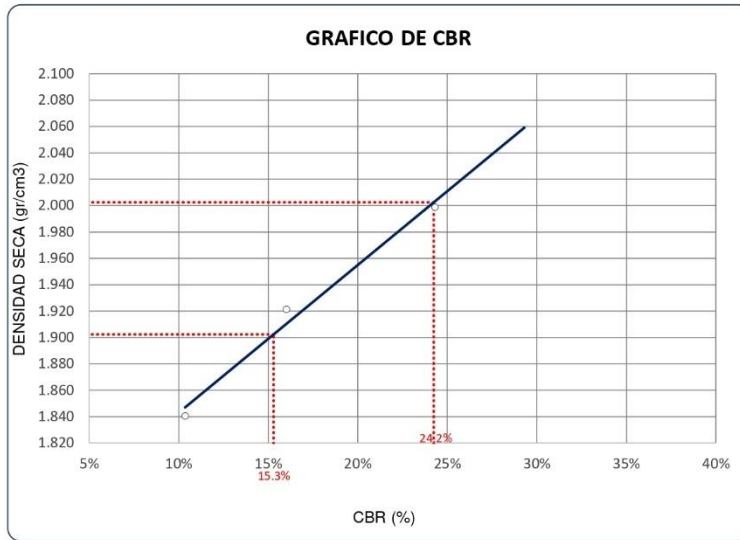
**CALICATA** : C - 05

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**FECHA** : 2/12/2023

**PROF.** : 1.50 m.

**N. F.** : ---

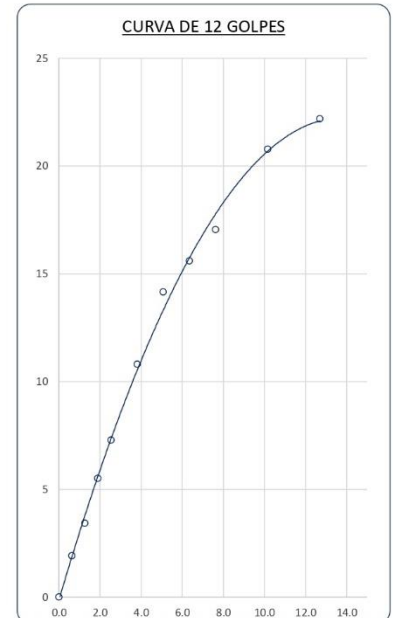
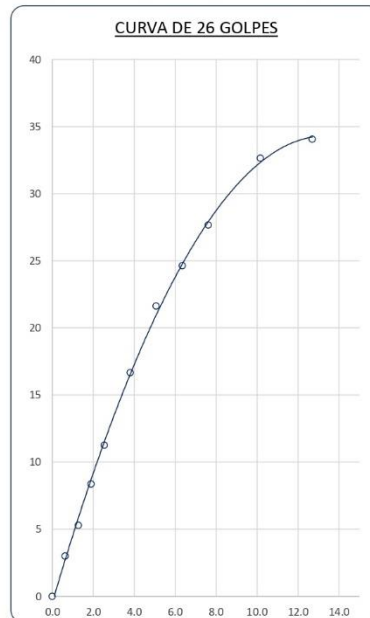
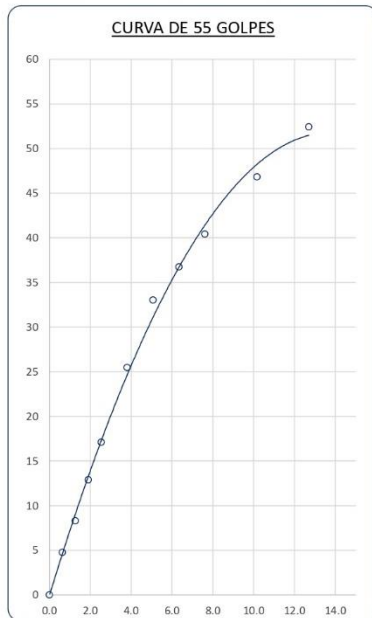


#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = **24.2%**  
C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = **15.3%**

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	1

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 27/11/2023

**PROG.** : Km. 01+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 06

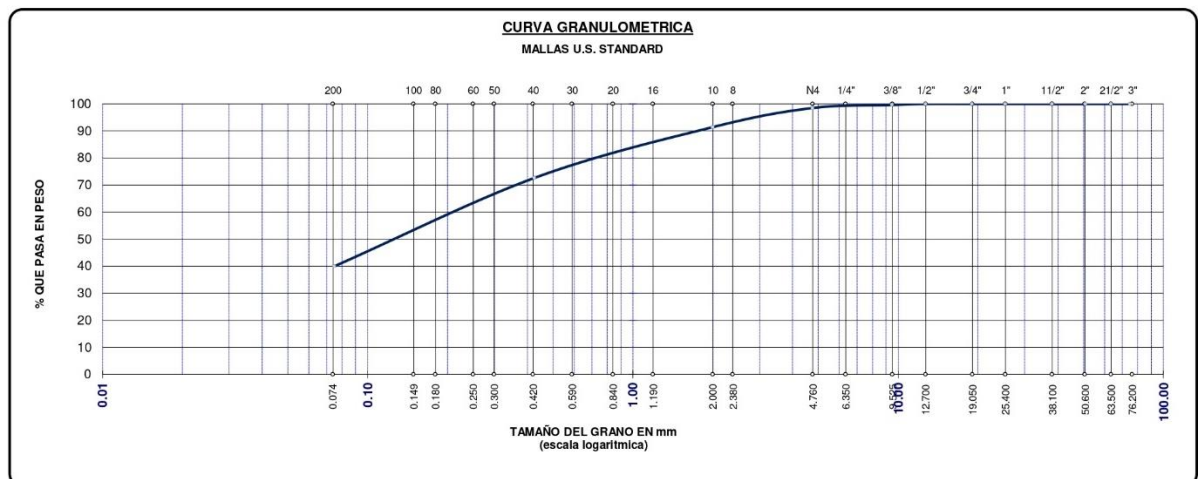
**N. F.** : ---

<b>TAMAÑO MÁXIMO</b>	:	1/2	Pulg.
<b>PESO INICIAL</b>	:	5000.0	gr.
<b>FRACCIÓN</b>	:	500.0	gr.

TAMIZ ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	MTC	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8.32
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 28.55
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 20.96
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 7.60
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (SUCS) : SC
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-4 (0)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	20.10	0.40	0.40	99.60		
1/4"	6.350						
No4	4.760	55.60	1.11	1.51	98.49		
No8	2.380						
No10	2.000	353.56	7.07	8.59	91.41		
No16	1.190						
No20	0.840						
No30	0.590						
No40	0.425	939.56	18.79	27.38	72.62		
No 50	0.300						
No60	0.260						
No80	0.180						
No100	0.149						
No200	0.075	1630.93	32.62	59.99	40.01		
<b>BASE</b>		2000.25	40.01	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		5000.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		40.01	0.80				

<b>% GRAVA</b>	1.51	<b>% ARENA</b>	58.48	<b>% FINOS</b>	40.01
<b>D 10 =</b>	----	<b>D 30 =</b>	----	<b>D 60 =</b>	0.290
<b>Cu =</b>	----	<b>Cc =</b>	----		

OBSERVACIONES :



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSION :	
		PAGINA :	2

## CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RIO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 27/11/2023

**PROG.** : Km. 01+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 06


**N. F.** : ----

DESCRIPCIÓN	UNID.	
Nro. DEL RECIPIENTE		
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A	gr.
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B	gr.
PESO DEL RECIPIENTE	C	gr.
PESO DEL AGUA	D=A-B	gr.
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C	gr.
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100	%
<b>PROMEDIO</b>		%

HUMEDAD NATURAL		
38	39	40
458.70	534.60	540.50
425.04	498.68	503.69
46.81	48.61	48.58
33.66	35.92	36.81
378.23	450.07	455.11
8.90	7.98	8.09
<b>8.32</b>		

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CÓDIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
		PAGINA :	3

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90 T-89)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI      **UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

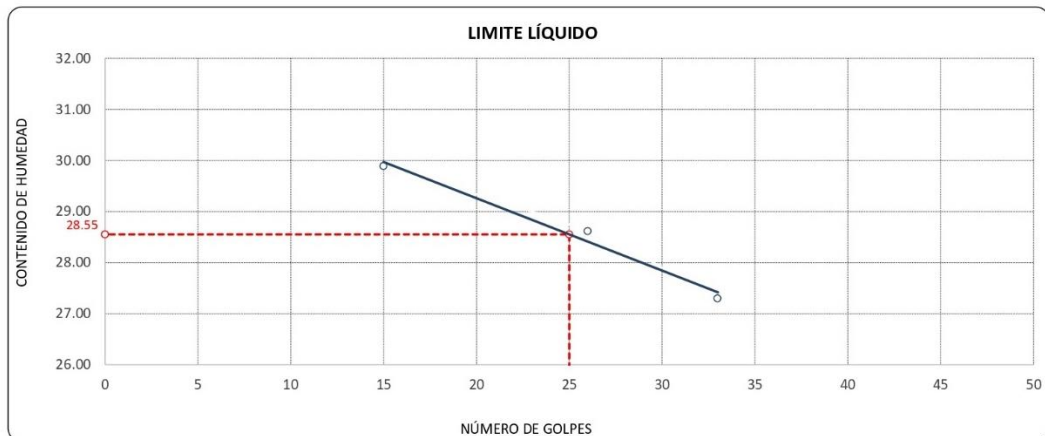
**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL      **FECHA** : 27/11/2023

**PROG.** : Km. 01+500      **PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 06      **N. F.** : ----

DESCRIPCIÓN	UNID.	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
		4	5	6	11	12
Nro. DEL RECIPIENTE						
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	A gr.	64.46	66.58	69.98	29.22	27.71
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	B gr.	60.55	62.58	65.88	28.01	26.74
PESO DEL RECIPIENTE	C gr.	47.47	48.60	50.86	22.25	22.10
PESO DEL AGUA	D=A-B gr.	3.91	4.00	4.10	1.21	0.97
PESO DEL SUELO SECO	E=B-C gr.	13.08	13.98	15.02	5.76	4.64
CONTENIDO DE HUMEDAD	(D/E)*100 %	29.89	28.61	27.30	21.01	20.91
Nro. DE GOLPES		15	26	33	----	----
<b>PROMEDIO</b>	%	----			<b>20.96</b>	

RESULTADOS / PARAMETROS	LL	LP	IP	% W
<b>OBTENIDOS</b>	28.6	21.0	7.6	8.32
<b>ESPECIFICACIONES TÉCNICAS</b>				



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA : 4

RUC - 20606762357

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

(MTC E-115 / ASTM D-1557 / AASHTO T-180)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 28/11/2023

**PROG.** : Km. 01+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 06

**N. F.** : ---

DIÁMETRO DEL MOLDE	4"	6"	VOLUMEN DEL MOLDE	949	cm <sup>3</sup>	NÚMERO DE CAPAS	5
MÉTODO	A	B	C	PESO DEL MOLDE	3956	NÚMERO DE GOLPES	25

P. SUELO HUMEDO + P. MOLDE	gr.	5743	5869	5918	5836
P. DEL MOLDE	gr.	3956	3956	3956	3956
P. SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	1787	1913	1962	1880
DENSIDAD DE SUELO HUMEDO	gr/cm <sup>3</sup> .	1.884	2.017	2.068	1.982

	No	18	19	20	21
PESO SUELO HUMEDO + P. TARA	gr.	403.07	461.57	615.04	480.37
PESO SUELO SECO + P. TARA	gr.	382.39	430.99	563.01	434.59
PESO DE TARA	gr.	71.48	72.05	71.23	71.22
PESO DEL AGUA	gr.	20.68	30.58	52.03	45.78
PESO DE SUELO SECO	gr.	310.91	358.94	491.78	363.37
PORCENTAJE DE HUMEDAD	%	6.65%	8.52%	10.58%	12.60%
PROMEDIO DE HUMEDAD	%	6.65%	8.52%	10.58%	12.60%
DENSIDAD DE SUELO SECO	%	1.766	1.858	1.871	1.760

### RESULTADOS

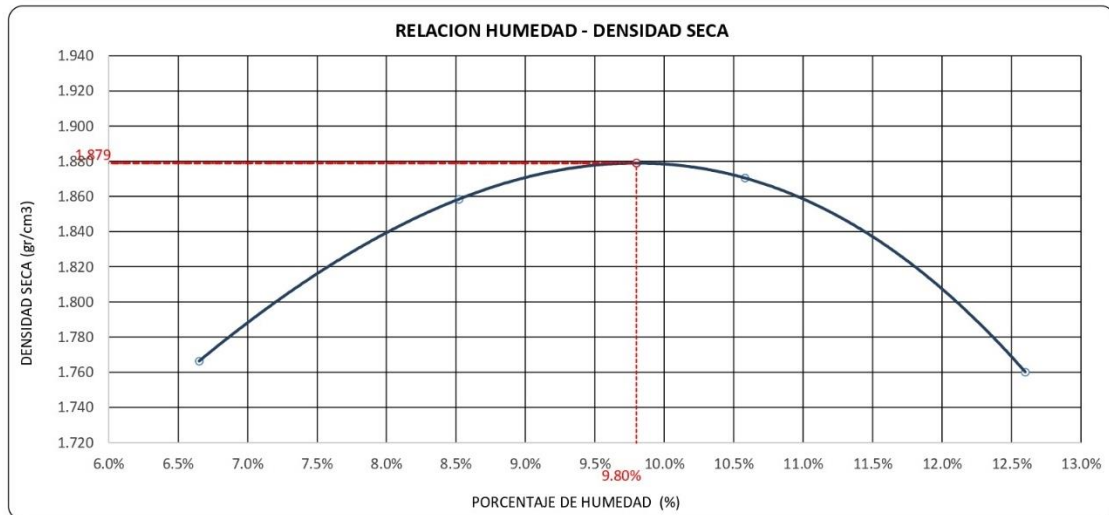
MAXIMA DENSIDAD SECA

1.879

gr/cm<sup>3</sup>

ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

9.80%



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
		VERSIÓN :	
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	PAGINA : 5	

## VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)

(MTC E 132 / ASTM D-1883)

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**FECHA** : 2/12/2023

**PROG.** : Km. 01+500

**PROF.** : 1.50 m.

**CALICATA** : C - 06

**N. F.** : ---

MOLDE N°	UNID.	1	2	3			
CAPAS		5	5	5			
GOLPES POR CAPA N°		55	26	12			
CONDICIÓN DE MUESTRA		SIN SUMERGIR		SUMERGIDO			
PESO MOLDE + SUELO HUMEDO	gr.	11940	11968	11760	11817	11679	11760
PESO DEL MOLDE	gr.	7562	7562	7547	7547	7679	7679
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm <sup>3</sup>	2126	2126	2131	2131	2123	2123
PESO DEL SUELO HUMEDO	gr.	4378	4406	4213	4270	4000	4081
DENSIDAD HUMEDA	gr./cm <sup>3</sup>	2.059	2.072	1.977	2.004	1.884	1.922
TARRO N°		25	26	27	28	29	30
TARRO + SUELO HUMEDO	gr.	468.57	527.48	431.41	421.93	440.99	448.19
TARRO + SUELO SECO	gr.	431.06	482.18	399.43	385.64	406.47	405.2
PESO DEL TARRO	gr.	42.39	48.66	46.09	46.45	46.52	46.61
PESO DEL AGUA	gr.	37.51	45.3	31.98	36.29	34.52	42.99
PESO DEL SUELO SECO	gr.	388.67	433.52	353.34	339.19	359.95	358.59
HUMEDAD	%	9.65%	10.45%	9.05%	10.70%	9.59%	11.99%
DENSIDAD SECA	gr./cm <sup>3</sup>	1.878	1.876	1.813	1.810	1.719	1.716

## ENSAYO EXPANSIÓN


FECHA	HORA	TIEMPO (HORAS)	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
28/11/23	09.00 AM.	00:00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
29/11/23	09.00 AM.	24:00:00	14	0.35	0.28	20	0.50	0.40	30	0.76	0.60
30/11/23	09.00 AM.	48:00:00	20	0.50	0.39	28	0.71	0.56	43	1.09	0.86
01/12/23	09.00 AM.	72:00:00	26	0.67	0.53	38	0.98	0.77	59	1.50	1.18
02/12/23	09.00 AM.	96:00:00	32	0.80	0.63	43	1.09	0.86	70	1.77	1.40

## PENETRACIÓN

TIEMPO	PENETRACIÓN		DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.	DIAL	CARGA	ESFUERZO	CORREG.
	mm	pulg.												
00:00	0.000	0.000	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
00:30	0.635	0.025	55.7	55.7	2.8		35.6	35.6	1.8		22.9	22.9	1.2	
01:00	1.270	0.050	100.8	100.8	5.1		66.7	66.7	3.4		44.3	44.3	2.2	
01:30	1.900	0.075	156.9	156.9	7.9		99.7	99.7	5.0		67.9	67.9	3.4	
02:00	2.540	0.100	211.1	211.1	10.7		136.7	136.7	6.9		91.5	91.5	4.6	
03:00	3.810	0.150	310.4	310.4	15.7		199.1	199.1	10.1		133.3	133.3	6.7	
04:00	5.080	0.200	405.9	405.9	20.5		264.6	264.6	13.4		174.9	174.9	8.8	
05:00	6.350	0.250	450.9	450.85	22.8		298.1	298.1	15.1		192.9	192.9	9.8	
06:00	7.620	0.300	495.8	495.8	25.1		331.6	331.6	16.8		210.9	210.9	10.7	
08:00	10.160	0.400	564.7	564.7	28.5		370.0	370.0	18.7		250.9	250.9	12.7	
10:00	12.700	0.500	633.5	633.5	32.0		404.9	404.9	20.5		296.2	296.2	15.0	

\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT" S.A.C.	VERSIÓN :	
	PAGINA :	6	

**PROYECTO** : "EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÁRGENES DEL RÍO TOROCOCHA"

**SOLICITANTE** : WASHINGTON CHURA PACHARI

**DESCRIPCIÓN** : TERRENO NATURAL

**PROG.** : Km. 01+500

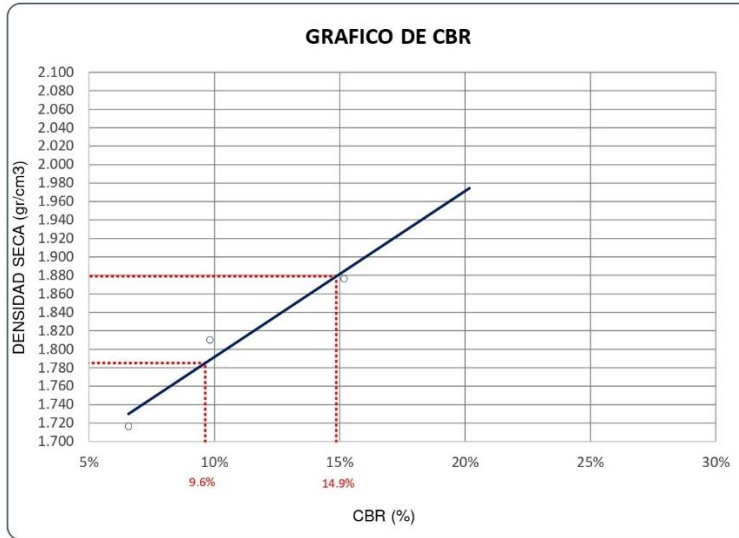
**CALICATA** : C - 06

**UBICACIÓN** : RÍO TOROCOCHA

**FECHA** : 2/12/2023

**PROF.** : 1.50 m.

**N. F.** : ----



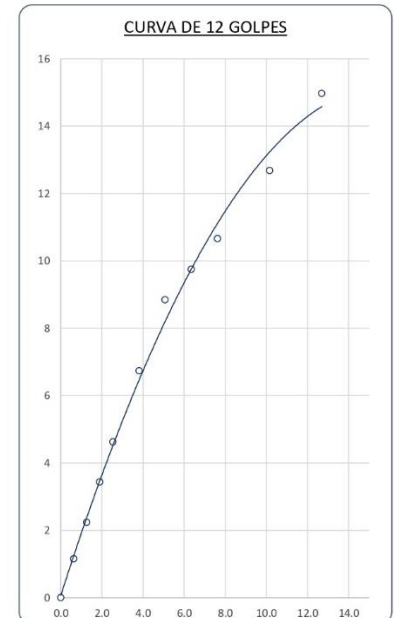
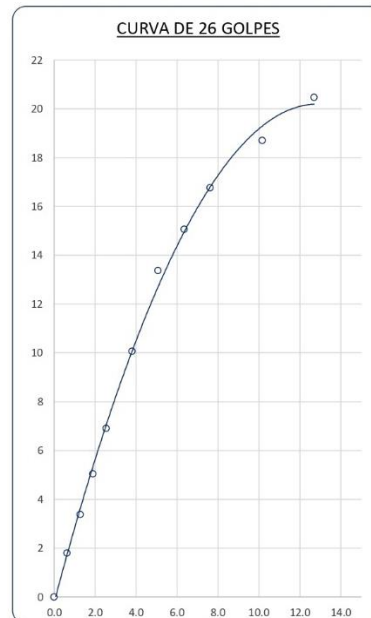
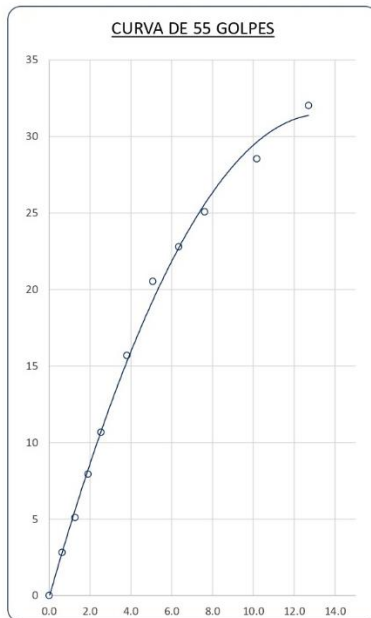
#### PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R. 01" AL 100% = 14.9%

C.B.R. 01" AL 95% M.D.S. = 9.6%

#### LEYENDA

— CURVA A 0.1"



\* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

## A.2. Panel fotográfico



**Fotografía 01**  
CALICATA 01 – material de relleno



**Fotografía 02**  
CALICATA 01 – material de relleno



**Fotografía 03**  
CALICATA 02 – material de relleno



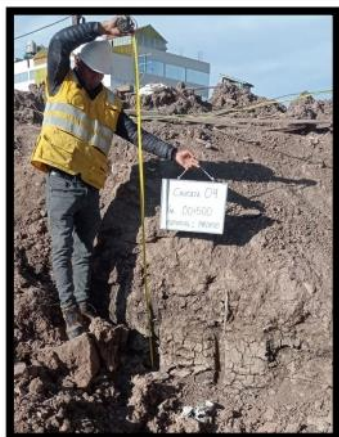
**Fotografía 04**  
CALICATA 02 – material de relleno



**Fotografía 05**  
CALICATA 03 – material de relleno



**Fotografía 06**  
CALICATA 03 – material de relleno



**Fotografía 07**  
CALICATA 04 – terreno natural



**Fotografía 08**  
CALICATA 04 – terreno natural



**Fotografía 09**  
CALICATA 05 – terreno natural



**Fotografía 10**  
CALICATA 05 – terreno natural



**Fotografía 11**  
CALICATA 06 – terreno natural



**Fotografía 12**  
CALICATA 06 – terreno natural



ANEXO 1  
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 27/09/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: WASHINGTON CHURA PACHARI

Dirección: URB LA RINCONADA 2DA ETAPA B-11

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 02429911

Teléfono: 951 665544 email: wchurapi@gmail.com

Nombres y Apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_ email: \_\_\_\_\_

Facultad y/o Escuela de Posgrado: MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL

Escuela Profesional o Mención: GEOTECNIA Y TRANSPORTES

Título o Grado Académico a optar: MAGISTER EN INGENIERIA CIVIL

Asesor: DR. ARNALDO YDNA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación  Tesis  Trabajo de Suficiencia Profesional  Trabajo Académico

Título: EVALUACIÓN DE RELLENOS NO CONTROLADOS PARA LA CONFORMACIÓN DE SUBRASANTES BLANDAS EN LOS MÓRBENES DEL RÍO TOROCOCHA, JULIACA.

Palabras claves, (3 a 5 términos): RELLENOS, SUBRASANTE, PLASTICIDAD, CBR, IMPACTO AMBIENTAL

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV <sup>1,2</sup>?

2

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> 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: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN-P50

  
\_\_\_\_\_  
Firma de Autor

huella digital

27/09/2024

Fecha