



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE
ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN
EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA -
SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALBERT FAYET ARGOLLO

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

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO


TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ALBERT FAYET ARGOLLO


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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

: 
Dr. LEONEL SUASACA PELINGO

PRIMER MIEMBRO

: 
Dr. ARNALDO YANA TORRES

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1275-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 14035 presentado por el (la) Bachiller: **ALBERT FAYET ARGOLLO** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ALBERT FAYET ARGOLLO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.**

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

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

RESUELVE:

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

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- * **2do Miembro** : Mgtr. HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.**


ARTICULO TERCERO. - APROBAR, la FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS de el (la) bachiller: **ALBERT FAYET ARGOLLO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil.** de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 17 de octubre del 2024
- * **HORA** : 10:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.


UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. MATHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790


VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 578-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 2284 por el señor (a): **ALBERT FAYET ARGOLLO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 288 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 118 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ALBERT FAYET ARGOLLO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 118 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **ALBERT FAYET ARGOLLO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. EFRAIN PARILLO SOSA**.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

cc.
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

.....
Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 036-2023-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de noviembre del 2023

VISTO: El expediente N° 2023-CU- 001245, presentado por el señor (a) ALBERT FAYET ARGOLLO solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, el PROVEIDO - N° N° 152-2023-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 008 - 2023 del integrante del comité de investigación EPIC de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: ALBERT FAYET ARGOLLO, ha presentado su propuesta de investigación Titulado: CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Arnaldo Yana Torres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 008-2023 aprobando la propuesta de investigación titulado: CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO, Correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el o (la) Bachiller: ALBERT FAYET ARGOLLO, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO correspondiente a la línea de investigación TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN.

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como ASESOR DE INVESTIGACIÓN al (a la), Dr. EFRAIN PARILLO SOSA.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



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

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA DECANO CIP: 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Efraín Parillo Sosa DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc. Archivo 2023 interesado (a)



CORRELACION ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA – SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	10%
2	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	4%
3	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE Trabajo del estudiante	1%





Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA – SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ALBERT FAYET ARGOLLO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70130209
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0007-2363-5913
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02416058
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-7567-039X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41414676
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	HERNAN PEDRO MARTINEZ RAMOS
Tipo de documento	DNI



Número de documento de identidad	01316765
Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P - 17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>Ubicación: País: Perú Departamento: Puno Provincia: El Collao Distrito: Ilave Centro poblado: Santa Rosa de Huayllata Coordenadas: Latitud: -16.02547 Longitud: -69.45758</p>  <p>URL: https://maps.app.goo.gl/FoKb3BS94wfXbZgS6</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Agosto 2023 – Octubre 2023
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.00 Ingeniería de la Construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Pantoja Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ALBERT FAYET ARBOLO, identificado con DNI Nro. 70130209, en mi condición de egresado de:

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

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

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

“CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEODAUCE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CAUACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO”

Asesorado por: DR. EFRAIN PARILLO SOSA

Es un tema original.

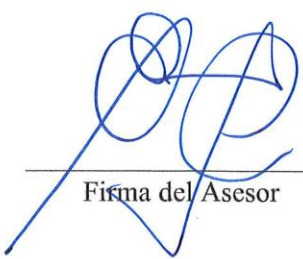
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, 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 17 de OCTUBRE del 2024


Firma del Asesor


Firma del Estudiante


Huella



DEDICATORIA

A mis amados padres, por su incondicional amor, apoyo y sacrificio. Este logro también es de ustedes. Por ser mi fortaleza y motivación constante. Por alentarme en los momentos más difíciles y celebrar conmigo cada logro alcanzado. Este trabajo de tesis es el fruto de su incansable apoyo y confianza depositada en mí.



AGRADECIMIENTO

Con mucho amor, a mis padres Bartolomé Fayet y Hermelinda Argollo por su incansable apoyo a lo largo de todo este proceso.

A la UANCV, por brindarme la oportunidad de formarme académicamente y profesionalmente, por todos los conocimientos adquiridos y las experiencias vividas dentro de sus aulas.

A mis amigos, por su compañía. Gracias por los momentos compartidos, las experiencias vividas y los lazos forjados que perdurarán en el tiempo.



ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN	xvii

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción Del Problema.....	1
1.2. Formulación Del Problema.....	2
1.2.1. <i>Problema Principal</i>	2
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos De La Investigación.....	3
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	3
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	3
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. <i>Hipótesis General</i>	4
1.5.2. <i>Hipótesis Específicas</i>	4



1.6.	Variables De La Investigación.....	5
1.6.1.	<i>Variable De Interés</i>	5
1.6.2.	<i>Variable De Caracterización</i>	5

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1.	Antecedentes De La Investigación.....	6
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	6
2.1.2.	<i>Antecedentes Nacionales</i>	7
2.1.3.	<i>Antecedentes Locales</i>	9
2.2.	Bases Teóricas	10
2.2.1.	<i>Métodos De Evaluación</i>	10
2.2.2.	<i>Ensayos De Laboratorio</i>	10
2.2.2.1.	Densímetro Electromecánico Geogauge.	11
2.2.2.2.	Principio De Operación Del Geogauge.	12
2.2.2.3.	Método Del Cono De Arena.	17
2.2.2.4.	Aparato Densidad De Campo.	18
2.2.2.5.	Cálculos.	19
2.2.3.	<i>Grado De Compactación (G.C)</i>	21
2.2.4.	<i>Compactación</i>	22
2.2.5.	<i>Coefficiente de correlación de Pearson</i>	24
2.2.6.	<i>Base granular</i>	25
2.3.	Marco Conceptual.....	27



2.3.1	Contenido De Humedad.....	27
2.3.2	Granulometría	27
2.3.3	Límite Líquido (L.L)	28
2.3.4	Límite Plástico (L.P)	28
2.3.5	Índice De Plasticidad.....	28
2.3.6	Compactación	29
2.3.7	Grado De Compactación.....	29
2.3.8	Cono De Arena	29
2.3.9	Módulo De Young	30
2.3.10	Base Granular	30
2.3.11	Geogauge	30

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1.	Diseño De La Metodología De Investigación.....	32
3.1.1.	Nivel De La Investigación.....	32
3.1.2.	Método Aplicado A La Investigación	32
3.2.	Población Y Muestra	33
3.2.1.	Población	33
3.2.2.	Muestra	33
3.3.	Técnicas E Instrumentos De Recogida De Información	34
3.3.1.	Técnicas.....	34



3.3.2.	<i>Instrumentos</i>	35
3.4.	Ubicación Y Descripción Del Área De Estudio.....	36
3.5.	Recogida De Datos	36
3.5.1.	<i>Muestreo En Base Granular Prog Km 22+700 Y Piedra Chancada De Planta Chancadora Chipichillani</i>	37
3.5.2.	<i>Ensayos En Laboratorio</i>	38
3.5.2.1.	Contenido De Humedad.....	38
3.5.2.2.	Límites de Atterberg.....	39
3.5.2.3.	Análisis Granulométrico.	41
3.5.2.4.	Proctor Modificado.	42
3.5.2.5.	Cono De Arena.	44
3.5.2.6.	Geogauge.	45

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Presentación	46
4.2.	Análisis E Interpretación De Resultados.....	46
4.2.1.	<i>Análisis Granulométrico De Los Suelos Que Conforman La Base Granular Carretera Calacota – Santa Rosa De Huayllata Prog. Km 22+030 – 22+870.</i>	46
4.2.2.	<i>Ensayo Proctor Modificado De Suelos Que Conforman La Base Granular Carretera Calacota – Santa Rosa De Huayllata Prog. Km 22+030 – 22+870</i>	51



4.2.3.Densidad De Campo Metodo Cono De Arena De La Base Granular Carretera Calacota – Santa Rosa De Huayllata Prog. Km 22+060 – 22+870 54

4.2.4.Método Geogauge 59

4.2.5.Estimación De La Correlación Entre El Método De Cono De Arena Y El Método Geogauge 61

 4.2.5.1.Ecuación De Estimación. 61

 4.2.5.2.Correlación Rigidez Y Contenido De Humedad. 61

 4.2.5.3.Análisis Estadístico Correlación Rigidez Y Contenido De Humedad..... 65

 4.2.5.4.Correlación de la densidad seca del suelo prog km 22+060 – km 260. 69

 4.2.5.5.Análisis Estadístico – Modelo De Correlación Obtenido Prog Km 22+060 – Km 22+260..... 71

 4.2.5.6.Correlación De La Densidad Seca Del Suelo Prog Km 22+090 – Km 22+440..... 75

 4.2.5.7.Análisis Estadístico – Modelo De Correlación Obtenido Prog. Km 22+290 – Km 22+440..... 77

 4.2.5.8.Correlación De La Densidad Seca Del Suelo Prog Km 22+470 – Km 22+600..... 80

 4.2.5.9.Análisis Estadístico – Modelo De Correlación Obtenido Prog Km 22+470 – Km 22+600..... 81

 4.2.5.10.Correlación De La Densidad Seca Del Suelo Prog. Km 22+620 – Km 22+720..... 84

 4.2.5.11.Análisis Estadístico – Modelo De Correlación Obtenido Prog. Km 22+620 – Km 22+720..... 85



4.2.6. Validación Del Modelo Y Comparación Con Valores Medidos	88
4.2.6.1. Prog. Km 22+060 – Km 22+260.....	88
4.2.6.2. Prog. Km 22+290 – Km 22+440.....	89
4.2.6.3. Prog Km 22+470 – Km 22+600.....	90
4.2.6.4. Prog Km 22+620 – Km 22+720.....	90
4.3. Prueba De Hipótesis	91
4.3.1. Contrastación De La Hipótesis A	91
4.3.2. Contrastación De La Hipótesis B	92
4.3.3. Contrastación De La Hipótesis C	95
4.3.3.1. Presupuesto Densímetro Electromecánico Geogauge.	95
4.3.3.2. Presupuesto del Cono de Arena.	95
CONCLUSIONES.....	96
RECOMENDACIONES	98
REFERENCIAS.....	99
APÉNDICES.....	104
APÉNDICE 1	105
MATRIZ DE CONSISTENCIA	105
6.1. Apéndice 2 Certificados De Laboratorio	106
6.2. Apéndice 3 Validez De Instrumentos	132
6.3. Apéndice 4 Panel Fotográfico	162



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Valores típicos de la razón de Poisson para materiales sub base y base.</i>	16
Tabla 2 <i>Densidad Relativa del Suelo.</i>	21
Tabla 3 <i>Requerimientos granulométricos para base granular.</i>	26
Tabla 4 <i>Requerimientos agregado grueso.</i>	26
Tabla 5 <i>Requerimientos agregado fino.</i>	27
Tabla 6 <i>Ensayo de contenido de humedad Tramo Km 22+030 – 22+260.</i>	38
Tabla 7 <i>Ensayo de contenido de humedad Tramo Km 22+260 – 22+460.</i>	39
Tabla 8 <i>Ensayo de contenido de humedad Tramo Km 22+460 – 22+610.</i>	39
Tabla 9 <i>Ensayo de contenido de humedad Tramo Km 22+610 – 22+870.</i>	39
Tabla 10 <i>Ensayos de límites de Atterberg.</i>	41
Tabla 11 <i>Análisis granulométrico de ensayo de frecuencia base granular muestra Prog. Km 22+100.</i>	47
Tabla 12 <i>Análisis granulométrico de ensayo de frecuencia muestra Prog. Km 22+320.</i>	48
Tabla 13 <i>Análisis granulométrico de ensayo de frecuencia muestra Prog. Km 22+520.</i>	49
Tabla 14 <i>Análisis granulométrico de ensayo de frecuencia muestra Prog. Km 22+840.</i>	50
Tabla 15 <i>Densidad Máxima Seca y Optimo Contenido de Humedad.</i>	53
Tabla 16 <i>Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+060 – Km 22+120.</i>	54
Tabla 17 <i>Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+150 – Km 22+240.</i>	54
Tabla 18 <i>Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+260 – Km 22+320.</i>	55
Tabla 19 <i>Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+330 – Km 22+410.</i>	56
Tabla 20 <i>Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+440 – Km 22+520.</i>	56



Tabla 21 *Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+550 – Km 22+630.*
..... 57

Tabla 22 *Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+660 – Km 22+720.*
..... 58

Tabla 23 *Estimación de la rigidez y módulo de Young método Geogauge.* 59

Tabla 24 *Valores experimentales medidos en campo.* 62

Tabla 25 *Valores determinados para C, de datos experimentales en campo.* 63

Tabla 26 *Ecuación del modelo ajustado de regresión con Ln es.....* 66

Tabla 27 *Resumen estadístico ANOVA Ln C vs Ln {k/m}^{0.25}.....* 68

Tabla 28 *Valores estimados para densidad seca a partir de datos
experimentales obtenidos para la prog Km 22+060 – prog Km 22+260. ...* 70

Tabla 29 *Modelo de correlación densidad seca estimada Ec. Humboldt y Cono
de arena.* 73

Tabla 30 *Resumen estadístico ANOVA para el modelo de correlación.....* 75

Tabla 31 *Valores estimados para densidad seca a partir de datos
experimentales obtenidos para la prog Km 22+290 – prog Km 22+440. ...* 75

Tabla 32 *Modelo de correlación densidad seca estimada Ec. Humboldt y Cono
de arena.* 78

Tabla 33 *Resumen estadístico ANOVA para el modelo de correlación.....* 79

Tabla 34 *Valores estimados para densidad seca a partir de datos
experimentales obtenidos para la prog Km 22+470 – prog Km 22+600. ...* 80

Tabla 35 *Modelo de correlación densidad seca estimada Ec. Humboldt y Cono
de arena.* 82

Tabla 36 *Resumen estadístico ANOVA para el modelo de correlación.....* 83

Tabla 37 *Valores estimados para densidad seca a partir de datos
experimentales obtenidos para la prog Km 22+620 – prog Km 22+720. ...* 84

Tabla 38 *Modelo de correlación densidad seca estimada Ec. Humboldt y Cono
de arena.* 86

Tabla 39 *Resumen estadístico ANOVA para el modelo de correlación.....* 87

Tabla 40 *Valores estimados para densidad seca a partir de correlación
Geogauge.....* 89

Tabla 41 *Valores estimados para densidad seca a partir de correlación
Geogauge.....* 89



Tabla 42 <i>Valores estimados para densidad seca a partir de correlación Geogauge</i>	90
Tabla 43 <i>Valores Estimados para densidad seca a partir de correlación Geogauge</i>	91
Tabla 44 <i>Valores estimados para densidad seca a partir del modelo de correlación para Geogauge</i>	91
Tabla 45 <i>Relación de Rigidez y Contenido de humedad asumiendo un valor C del terreno</i>	92
Tabla 46 <i>Resumen estadístico ANOVA Ln C vs Ln {k/m}^{0.25}</i>	94
Tabla 47 <i>Presupuesto del Densímetro Electromecánico Geogauge</i>	95
Tabla 48 <i>Presupuesto del Cono de Arena</i>	95



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema del Equipo Electro Mecánico Geogauge</i>	12
Figura 2 <i>Esquema Cono de Arena</i>	19
Figura 3 <i>Muestreo de piedra chancada en la planta Chipichillani</i>	34
Figura 4 <i>Muestreo para control de calidad en base granular</i>	34
Figura 5 <i>Ubicación geográfica de la Carretera Calacota - Santa Rosa de Huayllata</i>	36
Figura 6 <i>Toma de muestra de piedra chancada en la planta Chipichillani</i>	37
Figura 7 <i>Toma de muestra para control de calidad en base granular</i>	37
Figura 8 <i>Ensayo limite líquido</i>	40
Figura 9 <i>Ensayo limite líquido</i>	40
Figura 10 <i>Ensayo de granulometría por tamizado</i>	42
Figura 11 <i>Ensayo de Proctor modificado método C</i>	43
Figura 12 <i>Ensayo Cono de arena</i>	44
Figura 13 <i>Ensayo de medición de rigidez con el equipo electro mecánico Geogauge</i>	45
Figura 14 <i>Curva granulométrica de base granular muestra Prog. Km 22+100</i>	47
Figura 15 <i>Curva granulométrica de base granular muestra Prog. Km 22+320</i>	48
Figura 16 <i>Curva granulométrica de base granular muestra Prog. Km 22+520</i>	49
Figura 17 <i>Curva granulométrica de base granular muestra Prog. Km 22+840</i>	50
Figura 18 <i>Curva de compactación de base granular muestra Prog. Km 22+100</i>	51
Figura 19 <i>Curva de compactación de base granular muestra Prog. Km 22+320</i>	52
Figura 20 <i>Curva de compactación de base granular muestra Prog. Km 22+520</i>	52
Figura 21 <i>Curva de compactación de base granular muestra Prog. Km 22+840</i>	53



Figura 22 *Correlación entre valores C y la relación $k/m^{0.25}$ medidos en el tramo analizado.*..... 64

Figura 23 *Cuadro de residuos para C, análisis de criterio de validez de la regresión.*..... 65

Figura 24 *Correlación entre valores C y la relación $k/m^{0.25}$ transformados.* .. 67

Figura 25 *Cuadro de residuos para variable C del terreno, transformada.*..... 67

Figura 26 *Correlación entre valores Cono de Arena y Densidad seca Estimada Ec. Humboldt.*..... 70

Figura 27 *Cuadro de residuos para Densidad Seca Estimada y Densidad Seca Cono de Arena.* 72

Figura 28 *Cuadro de correlación con variables transformadas entre densidad Estimada Ec. Humboldt y densidad seca Cono de Arena.* 73

Figura 29 *Cuadro de residuos- densidad del terreno, transformación Modelo de correlación de la prog. Km 22+060 – Km 22+260.* 74

Figura 30 *Cuadro de densidad seca Cono de Arena vs densidad seca Estimada.*..... 76

Figura 31 *Cuadro de residuos, prog. Km 22+060 – Km 22+260.*..... 77

Figura 32 *Cuadro de correlación con variables transformadas entre densidad Estimada Ec. Humboldt y densidad seca Cono de Arena.* 78

Figura 33 *Cuadro de residuos - densidad del terreno, transformación Modelo de correlación de la prog. Km 22+090 – Km 22+440.* 79

Figura 34 *Cuadro de Densidad seca cono de arena y Ec. Estimada Humboldt.* 80

Figura 35 *Cuadro de residuo para densidad Seca y densidad seca estimada Humboldt.* 81

Figura 36 *Cuadro de correlación con variables transformadas entre densidad Estimada Ec. Humboldt y densidad seca Cono de Arena.* 82

Figura 37 *Cuadro de residuos- densidad del terreno, transformación Modelo de correlación de la prog. Km 22+470 – Km 22+600.* 83

Figura 38 *Cuadro densidad seca Cono de Arena y Ec. Estimada Humboldt.* .. 84

Figura 39 *Cuadro de residuos Densidad Seca y Ec. Estimada Humboldt.*..... 85

Figura 40 *Cuadro de correlación con variables transformadas entre densidad Estimada Ec. Humboldt y densidad seca Cono de Arena.* 86



Figura 41 <i>Cuadro de residuos- densidad del terreno, transformación Modelo de correlación de la prog. Km 22+620 – Km 22+720.</i>	87
Figura 42 <i>Correlación entre valores Ln C y la Relación Ln k/m0.25.</i>	93
Figura 43 <i>Extracción de piedra chancada de la planta chancadora Chipichillani llave.</i>	193
Figura 44 <i>Extracción de muestra base granular para ensayo de frecuencia y control de calidad.</i>	193
Figura 45 <i>Cuarteo manual para ensayos de Frecuencia base granular.</i>	194
Figura 46 <i>Ensayo Proctor Modificado método C de la base granular.</i>	194
Figura 47 <i>Ensayo de granulometría del material de base granular.</i>	195
Figura 48 <i>Ensayo de límites de Atterberg.</i>	195
Figura 49 <i>Ensayo de limite liquido de la base granular.</i>	196
Figura 50 <i>Ensayo densidad de campo cono de Arena en la base Granular..</i>	196
Figura 51 <i>Ensayo de densidad de campo cono de Arena.</i>	197
Figura 52 <i>Ensayo de medición de rigidez con el Geogauge en la base granular.</i>	197
Figura 53 <i>Ensayo de medición de rigidez con el Geogauge en la base granular.</i>	198
Figura 54 <i>Medición de la rigidez con el Geogauge y densidad de campo con el cono de Arena.</i>	198



RESÚMEN

El objetivo general del presente estudio es relacionar el método Geogauge con el cono de arena en un segmento de la base granular de Calacota - Santa Rosa de Huayllata, Puno. Estima el grado de compactación utilizando la densidad seca del cono de arena, la densidad seca estimada por la Ecuación Analítica Experimental de Humboldt, el coeficiente C correlacionado por la rigidez utilizando el equipo electromecánico Geogauge y el contenido de humedad utilizando Speedy y Horno. El nivel de investigación del trabajo será descriptivo si se utiliza una metodología de investigación de tipo no experimental. Los resultados de la correlación de la densidad seca obtenidos por el cono de arena y el Geogauge para el tramo en el estudio Prog. Km 22+060 a Km 22+720. Según el resumen estadístico ANOVA del modelo de correlación $R^2 = 100.00\%$. En resumen, se ha logrado demostrar que las mediciones tomadas en el campo y las mediciones proyectadas por el modelo tienen una relación directa y confiable, lo que indica una variabilidad casi nula entre las variables medidas.

Palabras claves: Humboldt Geogauge H4140, control de calidad, densidad seca, base granular, correlación, cono de arena, compactación, densidad de campo.



ABSTRACT

The general objective of the present study is to relate the Geogauge method with the sand cone in a segment of the granular base of Calacota - Santa Rosa de Huayllata, Puno. Estimate the degree of compaction using the dry density of the sand cone, the dry density estimated by the Humboldt Experimental Analytical Equation, the C coefficient correlated by the stiffness using the Geogauge electromechanical equipment and the moisture content using Speedy and Oven. The research level of the work will be descriptive if a non-experimental research methodology is used. The results of the dry density correlation obtained by the sand cone and the Geogauge for the section in the study Prog. Km 22+060 to Km 22+720. According to the ANOVA statistical summary of the correlation model $R^2 = 100\%$. In summary, it has been demonstrated that the measurements taken in the field and the measurements projected by the model have a direct and reliable relationship, which indicates almost zero variability between the measured variables.

Keywords: Humboldt Geogauge H4140, quality control, dry density, granular base, correlation, sand cone, compaction, field density.



INTRODUCCIÓN

Es necesario optimizar la estimación del grado de compactación debido a que se utilizan numerosos ensayos y métodos para calcularlo.

El objetivo del estudio fue establecer una correlación entre el método Geogauge y el cono de arena para lograr la estimación más efectiva del grado de compactación en un segmento de la carretera Calacota-Santa Rosa de Huayllata.

Para (Pérez García & Garnica Anguas, 2010): "Aunque esta correlación tan simple puede funcionar bien en algunos casos, no es una regla universal para todos los tipos de suelos".

Esta investigación se enfoca en todas las estructuras conformadas por suelos granulares, especialmente vías y otros proyectos en los que se utilice material granular.

El objetivo general de esta investigación es proporcionar una guía o manual para realizar un proceso de medición de densidad seca en campo de una manera más segura y eficiente en menor tiempo.

Esta tesis de Investigación está dividida en 4 capítulos

CAPITULO I Situación problemática por medio de consultas generales y específicos, seguido de ello viene la justificación y objetivo general y específicos del proyecto.



CAPITULO II. Se toma en consideración a los trabajos previos locales, nacionales e internacionales, se conceptualiza términos conceptos de medición y control del grado de compactación con los equipos Geogauge y Cono de arena.

CAPITULO III. Se desarrolla la metodología de investigación, en los cuales se visualiza las técnicas e instrumentos de medición, de igual modo de ordenan los trabajos de laboratorio y campo, análisis de gradación, límites de Atterberg, Proctor modificado, cono de arena y medición de rigidez con el Geogauge.

CAPITULO IV. Se muestra el análisis y discusiones de los hallazgos dando solución a las hipótesis planteadas, lo que es respaldado con los certificados de laboratorio.

En los apartados finales del documento, se contienen las conclusiones, sugerencias y las referencias bibliográficas.

Al final se tiene a la matriz de consistencia, certificados de los ensayos y panel fotográfico.



CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción Del Problema

En la construcción de obras viales, uno de los aspectos críticos es asegurar una adecuada compactación de las capas de material granular que conforman la colocación del pavimento. Esto se logra mediante la aplicación de energía de compactación controlada, con el objetivo de alcanzar un determinado grado de compactación que garantice el desempeño esperado de la vía.

Para verificar el grado de compactación alcanzado, se recurre a métodos de campo que permiten estimar la densidad seca del material compactado.

La técnica cono de arena es la que suele ser más usada para este caso, pero, el problema radica para trabajos de gran magnitud, este método resulta demasiado lento y trabajoso, ya que su desempeño se ve afectado tanto por factores ambientales como por factores humanos. Por consiguiente, se emplea el siguiente método para determinar la proximidad o distancia entre las mediciones obtenidas mediante el método Geogauge y el método del cono de arena, y para encontrar las oportunidades que brinda cada terminología de la formación personal, manejo, costo, mantenimiento y transporte.



Así, surgió la idea de utilizar y realizar pruebas con el método Geogauge y Cono de arena. Aunque ambos métodos son ampliamente empleados, existe incertidumbre sobre la correlación entre los resultados obtenidos con cada uno de ellos. Esta correlación es crucial para garantizar la confiabilidad y consistencia de los controles de compactación en obra.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. *Problema Principal*

¿Cuál es el nivel de confiabilidad de la densidad seca y la correlación del densímetro electromecánico Geogauge en comparación con el método del cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno?

1.2.2. *Problemas Específicos*

- ¿Cuál será el nivel de confiabilidad de la densidad seca medida por el densímetro electromecánico Geogauge en comparación con el método del cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno?
- ¿Cuál será la correlación entre los resultados obtenidos con el densímetro electromecánico y el método del cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno?
- ¿Cuál es el análisis comparativo de eficiencia en términos de costo entre el densímetro electromecánico Geogauge y método cono de arena para determinar el grado de compactación de la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno?



1.3. Justificación

Esta investigación surge como una necesidad, de los avances cualitativos y la preocupación por elevar los estándares de control de calidad de vías, reduciendo el tiempo empleado, ahorrando recursos, cuidando el proceso constructivo y salud del personal.

Generando conocimiento, por medio de la generación de ideas actuales; y la resolución de casos específicos; enfocados en mejorar el proceso constructivo y los esquemas para controlar la calidad de las vías.

1.4. Objetivos De La Investigación

1.4.1. *Objetivo General*

Evaluar y analizar el nivel de confiabilidad de la densidad seca y así mismo obtener la correlación del densímetro electromecánico Geogauge con respecto al cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Obtener el nivel de confiabilidad de la densidad seca medida por el densímetro electromecánico Geogauge en comparación del método cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.
- Obtener la correlación entre los resultados del método del densímetro electromecánico y el método cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.



- Realizar un cuadro comparativo de eficiencia en términos de costo entre el densímetro electromecánico Geogauge y método cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Mediante los métodos del densímetro electromecánico Geogauge y el cono de arena, se tendrá un nivel de confiabilidad en la medición de la densidad seca y una correlación significativa para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- Según los resultados de la densidad seca del densímetro electromecánico con respecto a los resultados del cono de arena se obtendrá el nivel de confiabilidad para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno
- Mediante los resultados obtenidos por ambos ensayos, se lograra obtener una correlación para determinar el grado de compactación de la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno
- A través del cuadro comparativo financiero realizado, se podrá determinar cuál es el método económicamente viable para determinar el grado de compactación de la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.



1.6. Variables De La Investigación

1.6.1. Variable De Interés

- Nivel de precisión de la densidad seca.
- Costo por medición de la densidad seca.

1.6.2. Variable De Caracterización

- Densidad seca con el cono de arena.
- Densidad seca con el densímetro electromecánico Geogauge.



CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes De La Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

De acuerdo a (Katarína Zgútová, 2015) en su investigación: "Using of methods at earthworks quality control" [Utilización de métodos de control de calidad del movimiento de tierras], en dicha investigación pretende desarrollar una base teórica para un enfoque sistemático para evaluar la calidad de las estructuras del suelo por los métodos LDD100 (Light Dynamic Plate) y H4140 Geogauge Humboldt para la construcción de carreteras; teniendo como resultado la correlación de variables que facilitarán el uso de métodos no destructivos en la práctica.

De acuerdo a (Jozef Vlcek, 2016) en su investigación: [Análisis comparativo de métodos dinámicos para el control de movimientos de tierras], tuvo como objeto la correlación entre valores obtenidos de varios equipos de medición tanto Humboldt Geogauge™ como Clegg Impact Soil Tester; obteniendo como resultados los análisis presentados demostraron que los equipos de medición son capaces de evaluar la calidad de los movimientos de



tierra, el equipo de prueba en la capa del suelo y los resultados deben interpretarse cuidadosamente considerando el tipo y la condición física.

De acuerdo a (Pérez García & Garnica Anguas, 2010) en su artículo de investigación: "Ciertas consideraciones acerca de controlar la calidad de los instrumentos que fueron compactados en carreteras"; indica los datos de dureza para una arcilla de elevada comprensión recogidos con Geogauge; dando como hallazgos que la rigidez se genera en gran parte de la cantidad de agua, pero, la dependencia de la masa volumétrica tiende hacer marcada en menor medida. Por ello, es de considerarse que el comportamiento del material no se realiza en base a la masa volumétrica seca de la materia, indicador con el cual es controlado normalmente para elegir en función de la calidad del material compactado.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En el trabajo de (Guerrón AVECILLAS, 2013) denominada "Comparativa de la densidad de campo por los modelos Cono de Arena, Volumétrico y Densímetro Nuclear" tuvo como fin el estudio y análisis de comparaciones entre los hallazgos de ensayos de laboratorio usando los métodos cono de arena, aparato volumétrico y densímetro nuclear en subrasante, subbase y base granular de una carretera; teniendo como resultado poco variable en suelos finos, mientras que en una base granular los resultados tiene una variabilidad considerable.

En la investigación de (Flores Cano, 2014) denominada "Validación de la determinación de densidad In Situ, de un tramo del proyecto "Collas-Tababela" con el uso de un densímetro eléctrico y haciendo una comparativa de los



hallazgos del primer ensayo con el cono de arena”, tuvo por objeto de estudio comparar hallazgos de las mediciones en campo usando el densímetro eléctrico, nuclear y el cono de arena para hacer una validación del método eléctrico; obteniendo como resultados un análisis correlativo de densidad seca obtenida por el cono de arena y densímetro eléctrico, bajo. Por lo tanto, los valores de densidad seca obtenidos no tienen ninguna relación.

En la investigación de (Cárdenas Cedillo, 2018) denominada “Comprobando del Módulo de Young y la Rigidez de la capa de estructura de diversas muestras de suelo por medio de herramientas como el Geogauge y correlacionarlos con el Densímetro Nuclear y el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP)”, tuvo por objeto de estudio determinar la correlación de rigidez de la capa estructura y el módulo de Young de diferentes muestras de suelos; obteniendo como resultado menor tiempo ejecutando el ensayo en el establecimiento de facultades mecánicas del Suelo con el equipo Geogauge y el costo de ensayos en campo reduce en un 75%.

En el estudio de (Narvaez Espinoza, 2017) en su estudio llamado: “Estudios de comparativa entre el nivel de compactación y módulo de Young para la valoración de respuesta mecánica en rellenos estructurales” para la misma, se busca merma el tiempo y los costos de construcción por medio de la valoración en la relación entre la densidad de un material y su módulo elástico durante la toma de control de compactamiento in situ como fin general para este trabajo. Para llevar a cabo esta investigación, se emplearon el cono de arena y el método Geogauge. La recopilación de datos de campo fueron hechas usando el programa Excel para presentar los resultados de manera tabulada y gráfica.



Los hallazgos de las pruebas de densidad de los materiales base de la ciudad indicaron niveles de compactación que oscilan entre el 85% y el 100%. Se identificaron áreas con un nivel de compactación mínimo del 75.0%. En conclusión, se destaca lo importante de supervisar el grado de compactatamiento requerido en proyectos de construcción civil mediante el control de la densidad de campo, proporcionando información crucial al personal encargado de la inspección.

2.1.3. Antecedentes Locales

En el trabajo de (Chirinos Quispe, 2016) denominada: "Efecto de la Energía de Compactamiento en la Densidad Seca Máxima y Contenido adecuado de Humedad del Suelo Granular en una cantera, 2015" tuvo por como el análisis de efecto de la energía de compactación entre ambas propiedades del suelo; teniendo como hallazgos que aumentado dicha energía la densidad seca máxima es mayor pero el grado de correcto de humedad disminuye.

En la investigación de (Cavero Tello & Teran Soret, 2015) denominada: "Cantidad de ciclos patrón al margen de la capa de afirmado para encontrar el correcto grado de compactamiento, usando metodologías como: cono de Arena y Densímetro Nuclear; en la entrada inicial a Conga, 2015" se tuvo por objeto de estudio proponer parámetros propios para la región de Cajamarca que permita controlar la compactación determinando un parámetro en número de ciclos requeridos para llegar al correcto porcentaje de compactación usando los ensayos de densidad de campo con los equipos Cono de arena y densímetro nuclear, y con los resultados obtenidos establecer los números que se



establezcan como aquellos de más confianza; obteniendo como resultados que la cantidad de vueltas patrón para llegar a un porcentaje óptimo de compactación es de 6 ciclos.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Métodos De Evaluación

En concordancia con (Súarez Valbuena, 2013) hace referencia a técnicas que proporcionan los elementos esenciales requeridos para caracterizar una superficie y contribuyen a la evaluación de los valores de propiedad importantes en ingeniería. Además, estos datos descriptivos se emplean para respaldar la clasificación de la superficie que fue confirmada mediante evaluaciones en entornos de laboratorio.

2.2.2. Ensayos De Laboratorio

Para (Molina Vinasco, 2017) menciona que a lo largo de la carrera de un ingeniero civil este se encontrara con la tarea de diseñar, planificar y llevar a cabo diversas obras de ingeniería civil. Para lograrlo, es imprescindible realizar estudios preliminares tanto del terreno donde se ubicará la obra como de los materiales a utilizar. Es por ello que se realizan una serie de ensayos normados, tanto en laboratorio como en campo, para analizar las características del suelo. Asimismo, en la suposición que sean usados agregados o suelos para rellenos, se comprueban sus propiedades de acuerdo con las exigencias específicas de la obra.



Según (Botía Díaz, 2015) argumenta en su estudio sobre la identificación y categorización de los suelos se logra mediante los métodos empleados en las pruebas de laboratorio. Se busca asegurar que los hallazgos de dicho trabajo de suelos presenten la menor variación en posibilidad de distintos laboratorios, por lo que se han implementado normas estándar para efectuar estos experimentos.

En el estudio de (Huanca Conde , 2018) señala que, para la construcción de toda infraestructura civil, es imprescindible conocer las condiciones y características del suelo. Por lo tanto, es fundamental adquirir conocimientos sobre los ensayos de laboratorio que son indicados en dicho campo de acción.

2.2.2.1. Densímetro Electromecánico Geogauge.

De acuerdo a (Montoya Freire, 2005), con este equipo compacto y movable se puede obtener el grado de rigidez y el módulo de elasticidad de las diferentes capas de subrasante, subbase y base compacta; y muchas más edificaciones sobre la tierra.

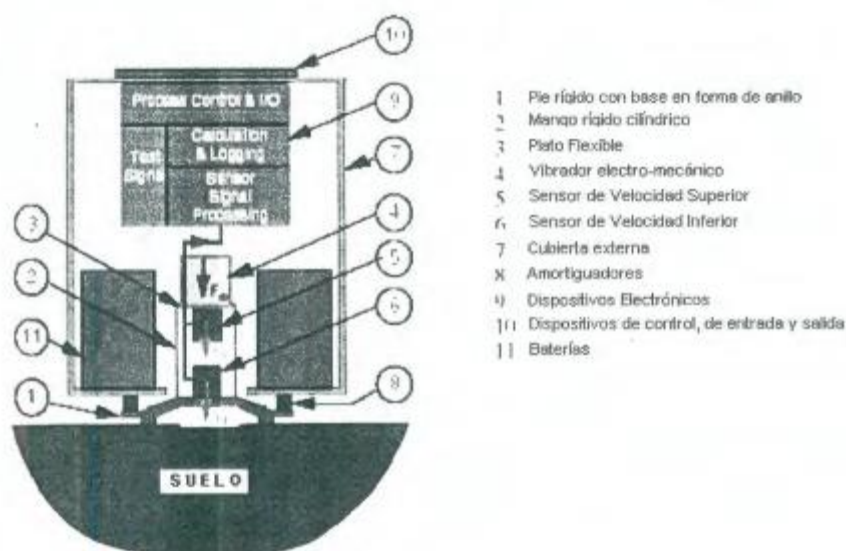
Acorde a (Narvaez Espinoza, 2017), el aparato Geogauge podrá ser empleado en los distintos casos del control de compactación de suelos Insitu ya sea por ejecución, por proceso terminado o posterior, permitiendo al usuario obtener valores de rigidez y módulo de elasticidad del suelo, factores importantes que determinen el comportamiento mecánico de un material.

Así mismo otros autores han afirmado lo siguiente:

El equipo Geogauge H-4140 es un equipo electromagnético que se encarga de la valoración de la compactación de los suelos de manera que destruye pero es eficiente y segura, sirviendo como valoración de los asfaltos, bases, subbases, subrasantes y demás materiales granulares que se puedan ir usando en terraplenes y carreteras, dicho equipo establece las propiedades del suelo incluso en sitios cercanos a ámbitos de vibración, pero sin que los mismos se vean incididos en las medidas desplegadas de este por lo cual dicho equipo no hace ninguna interferencia ni mucho menos demora en la edificación de caminos y carreteras. (Cárdenas Cedillo, 2018, pág. 38)

Figura 1

Esquema del Equipo Electro Mecánico Geogauge.



Nota. Adaptado de (Montoya Freire, 2005, pág. 93)

2.2.2.2. Principio De Operación Del Geogauge.

La rigidez (K) se define como la relación entre la fuerza aplicada a un material y la deformación o cambio de forma que resulta de aplicar esa

fuerza. Es decir, hace la medición de la cantidad de deformación de un material cuando se le es aplicado una cierta fuerza. El Geogauge funciona aplicando una fuerza conocida a la muestra de suelo y midiendo el desplazamiento o deformación resultante. De esta manera puede calcular la rigidez del suelo basándose en la fuerza aplicada y el desplazamiento medido.

La fuerza originada por el vibrador del equipo y transferida al suelo, es valorada por la calculación del desplazamiento diferencial del plato flexible dentro del equipo, como (ASTM, Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method, 2021):

$$F_{dr} = K_{flex}(X_2 - X_1) + w^2 m_{int} X_1$$

Donde:

F_{dr} = fuerza aplicada por el vibrador, N

K_{flex} = rigidez del plato flexible, MN/m

X_2 = desplazamiento en el plato flexible,

X_1 = desplazamiento en el apoyo rígido del equipo, m

$w = 2\pi f$, donde f es la frecuencia, Hz

m_{int} = masa de los componentes internos unidos al apoyo rígido, incluyendo el apoyo rígido, kg

K_{gr} = rigidez medida de la capa de suelo,

(profundidad de influencia < 0.30m), MN/m

El valor de K_{gr} se obtiene mediante la siguiente ecuación (ASTM, Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method, 2021):

$$K_{gr} = \frac{F_{dr}}{X_1}$$

Como dicho trabajo es desarrollado para diversas frecuencias, se usa el ponderado de la rigidez recogida tomando en consideración los siguientes y cambiando la valoración del valor de F_{dr} , y del desplazamiento por las velocidades. Se encuentra (ASTM, Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method, 2021):

$$\bar{K}_{gr} = K_{flex} \frac{\sum_1^n \left(\frac{V_2 - V_1}{V_1} \right)}{n} + \frac{\sum_1^n w^2}{n} m_{int}$$

Donde:

n = Número de frecuencias durante la prueba, 25

V_2 = velocidad media mediada mediante el geófono a nivel de plato flexible interior, m/s

V_1 = velocidad medida mediante el geófono a nivel del apoyo rígido, m/s



El Geogauge imparte pequeñas vibraciones en la tierra ($<1.27 \times 10^{-6} \text{ m}$ o $<0.00005''$) la frecuencia de trabajo de esta herramienta cambia en un nivel promedio de 100 a 196 Hz, lo cual hace que cualquier frecuencia por debajo de este promedio, no incidirá en el ensayo (frecuencias de tráfico por debajo de 30Hz) (GeoGauge, 2014)

El GeoGauge mide la rigidez del suelo a 25 frecuencias distintas, en el promedio de frecuencias en el que opera el equipo. Utiliza geófonos para registrar el cambio en la fuerza que se aplica al suelo.

El Geogauge trabaja con fuerzas menores, para dicha situación la herramienta vibra originando variaciones en la fuerza, la misma que genera menores deformaciones. Dichas deformaciones tienen una correlación con el módulo de Young (E), el diámetro exterior del apoyo circular (R), el módulo cortante (G), y la razón de Poisson (ν). Llas mismas que son resumidas de la forma siguiente (GeoGauge, 2014).

$$P \approx \frac{1.77RE}{(1 - \nu^2)} \delta \approx \frac{3.54RG}{1 - \nu} \delta$$

$$K = \frac{P}{\delta} \approx \frac{1.77RE}{(1 - \nu^2)}$$

Dicho módulo de Young llegar a ser establecido de la manera siguiente (Charles R. Nelson, 1999):

$$E = \frac{K(1 - v^2)}{1.77R}$$

Donde:

K = Rigidez obtenida por el ensayo Geogauge

v = Razon de Poisson (valor tipico para suelos granulares, 0.35 sin embargo puede modificarse este valor dependiendo del material a estudiar, ver tabla ...)

R = Radio exterior del apoyo circular (57mm)

Tabla 1

Valores típicos de la razón de Poisson para materiales sub base y base.

MATERIAL	Min y Max Modulo E, Ksi		Valor Típico Módulo E, Ksi	Módulo Poisson
	Mínimo	Máximo		V
Sub base Granular	5	30	20	0.20 – 0.40
Base Granular	5	50	30	0.20 – 0.40

Nota. Adaptado de Departamento de Ingeniería Civil Centro Nacional de Tecnología del Asfalto Universidad de Auburn para The Asphalt Pavement Alliance.

Se sugiere calibrar por medio de la fuerza-desplazamiento generado cuando se mueve una masa, lo mismo que dará una dirección absoluta para las medidas de rigidez. Lo mismo se puede realizar precisando de manera rígida una masa de conocido valor a los pies del aparato y fijando la masa en herramientas de aislamiento con un elevado corte de



frecuencia de alrededor de 5 Hz. La medida rígida de dicha rigidez en esta configuración debería coincidir la siguiente ecuación dentro de $\pm 1\%$

(ASTM, Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method, 2021).

$$K_{eff} = \frac{\sum_1^n M (w)^2}{n}$$

Donde:

K_{eff} = Rigidez efectiva ofrecida por la masa, MN/m

M = Valor de la masa, Kg

$w = 2\pi f$, donde f es la frecuencia, Hz

n = Número de frecuencias

2.2.2.3. Método Del Cono De Arena.

Se usa un equipo llamado cono de arena y se realiza directamente en el lugar de la obra. Tiene que ver con la perforación de un hoyo en la capa de suelo compactada y determinar la relación entre el volumen del hoyo y la cantidad de arena que cabe en él utilizando el cono de arena. Sin embargo, este ensayo tiene limitaciones. No es recomendable para suelos que contengan partículas mayores a $1\frac{1}{2}$ pulgadas (38mm), ya que los vacíos alrededor de las partículas grandes afectarían la precisión. Tampoco es adecuado si no se puede perforar el suelo manualmente o si



existen oquedades en las paredes del hoyo, pues la arena podría rellenarlas y resultar en hallazgos inadecuados. Además, no se debe usar en suelos deformables, orgánicos, saturados o muy plásticos, ya que tenderían a deformarse o hundirse al hacer la excavación manual, afectando también los resultados.

2.2.2.4. Aparato Densidad De Campo.

Consta de una botella extensible o un contenedor de arena que su cantidad de volumen sea mayor que el volumen total solicitado para llenar completamente el hoyo realizado en la capa de suelo compactada.

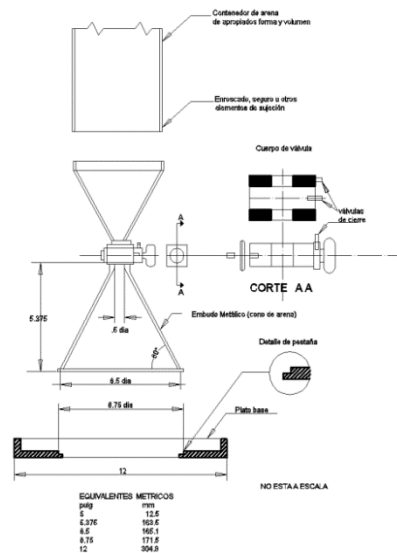
Se usa una herramienta desmontable que tiene que ver con un cilindro con una válvula de apertura y cierre, que tiene un orificio de 1/2 pulgada (13 mm) de diámetro. Este cilindro está identificado por un extremo a un embudo metálico y por el otro a un contenedor de arena cónico terminado en punta. El cilindro con válvula se conecta también a un embudo metálico alargado (cono de arena) en su extremo opuesto. La llave tiene un freno o seguro para evitar que gire de la posición totalmente abierta a la totalmente cerrada de forma accidental.

Se utiliza también una placa metálica de metal cuadrado o rectangular, que tiene un hoyo en el centro y un borde elevado para acoplar el embudo grande (cono de arena) la placa debe ser completamente plana en su base cuadrada y tener un largo mínimo de 3 pulgadas (75 mm) mayor que el diámetro del embudo cónico. Debe tener un espesor entre 3/8 y 1/2 pulgada (10 a 13 mm) para mantener su rigidez y evitar deformaciones.

Esta placa sirve de base para apoyar el cono de arena durante la realización del ensayo.

Figura 2

Esquema Cono de Arena.



Nota: Adaptado de (ASTM, 2015, pág. 3)

2.2.2.5. Cálculos.

✓ Cálculo del volumen de orificio de la prueba:

$$V = \frac{(M_1 - M_2)}{\rho_1}$$

Donde:

V = Volumen del orificio de prueba, cm^3

M_1 = Masa de la arena utilizada para llenar el orificio de prueba, embudo y plato de base, gr

M_2 = Masa de la arena utilizada para llenar el embudo y el plato de base, gr

ρ_1 = Densidad del volumen de la arena, g/cm^3



- ✓ Cálculo de la masa seca del material extraído del hoyo:

$$M_4 = \frac{100 \cdot M_3}{(W + 100)}$$

Donde:

W = Contenido de humedad del material extraído del orificio de prueba, %

M_3 = Masa húmeda del material del hoyo de ensayo, gr

M_4 = Masa seca del material del hoyo de ensayo, gr

- ✓ Cálculo de la densidad húmeda y seca Insitu del material ensayado

$$\rho_m = M_3/V$$

$$\rho_d = M_4/V$$

Donde:

V = Volumen del orificio de prueba, cm^3

M_3 = Masa húmeda del material del orificio de prueba, gr

M_4 = Masa seca del material del hoyo de ensayo, gr

ρ_m = Densidad húmeda del material probado,

o peso unitario húmedo γ_m , gr/cm^3

ρ_d = Densidad seca del material probado,

o su peso unitario seco γ_d , gr/cm^3

2.2.3. Grado De Compactación (G.C)

Es el parámetro más utilizado para tener control en la calidad de la compactación de los suelos. (Montejo Fonseca, 2002) compara la relación entre el peso unitario seco compactado del suelo en obra y el más alto pero solo seco que son logrado del laboratorio, empleando el mismo material así se tiene la siguiente ecuación:

$$G.C = \frac{PESO\ VOLUMETRICO\ SECO\ MEDIDO\ EN\ EL\ TERRENO}{PESO\ VOLUMETRICO\ MAXIMO\ DE\ LABORATORIO} \times 100$$

Donde:

GC = Grado de compactación (%)

PVSM = *Peso volumetrico seco medido en el terreno (Kg/m³)*

PVM = *Peso Volumétrico máximo de laboratorio (Kg/m³)*

Tabla 2

Densidad Relativa del Suelo.

Estado del Suelo	Densidad Relativa (%)
Muy suelto	0 – 15
Suelto Medio	15 – 35
Denso	35 – 65
Muy denso	65 – 85
Muy Suelto	85 – 100
Suelto Medio	
Denso	

Nota. Adaptado de (Salgado Ale & Peralta Baluarte, 2016).



2.2.4. Compactación

Es un proceso por donde un esfuerzo dado a un suelo causa densificación, mediante el cual se busca las mejoras en facultades de los suelos. El objetivo es lograr que las obras construidas sean duraderas y cumplan con los propósitos para los que fueron diseñadas, al obtener características más favorables en los suelos a través de la compactación (Montejo Fonseca, 2002).

La compactación de suelos es importante porque a través de técnicas apropiadas se logra aumentar el peso específico seco del suelo, reduciendo los vacíos existentes. Esto conlleva a obtener un suelo más resistente y con menor capacidad de deformación cuando se le apliquen cargas (Júarez Badillo & Rico Rodríguez, 2005).

VENTAJAS

- ✓ Incrementa la Resistencia del suelo.
- ✓ Disminuye la deformabilidad frente a la aplicación de cargas.
- ✓ Merma la permeación del suelo.
- ✓ Mejora la estabilidad del suelo.
- ✓ Prolonga la vida útil de las vías construidas sobre suelos bien compactados.

FACTORES INFLUYENTES

Las características del suelo como la granulometría, es formada de las partículas, contenido de finos y cantidad y tipo de minerales arcillosos influyen en el procesamiento de compactación. Dependiendo de la naturaleza del suelo se deben aplicar las técnicas de compactación adecuadas. En laboratorio, los



suelos granulares alcanzan altas densidades secas con adecuados niveles de humedad. (Júarez Badillo & Rico Rodríguez, 2005).

HUMEDAD

La cantidad óptimo de humedad es aquel que permite alcanzar la máxima densidad seca en la compactación de un suelo. Si la misma se encuentra en menor medida del valor óptimo, el suelo se vuelve rígido y difícil de comprimir, ocasionando densidades secas bajas y elevadas cantidades de aire. Cuando la humedad se encuentra por debajo del óptimo, la cantidad de aires es mantenida, pero se incrementa la humedad, originado una merma en la densidad seca. (Júarez Badillo & Rico Rodríguez, 2005)

TEMPERATURA

De acuerdo al como está la temperatura se puede producir la evaporación o cristalización del agua, donde las temperaturas altas incrementan la evaporación del agua del suelo, alterado su cantidad de humedad y dificultando el alcance de la humedad optima y las temperaturas bajas inducen a la cristalización y congelamiento del agua, afectando a la trabajabilidad y compactación del suelo.

CURVA DE SATURACIÓN

Muestra las densidades de un suelo cuando se encuentra saturado, o sea, cuando la cantidad de vacíos se iguala a cero. Por esto también es conocido como la "Curva de cero vacíos de aire" o de "saturación total". (Crespo Villalaz, 2004).

2.2.5. Coeficiente de correlación de Pearson

En su investigación algunos autores mencionan que “este coeficiente se usa para la medición de extensión de 2 variables que son predecidas entre ellas. En este cálculo será obtenido este coeficiente que indica la relación de los parámetros medidos. Los ítems coeficiente de la relación son aceptadas siempre que el valor por encima de -1 y menor que 1 con rango significativo es 0.05. (Indra Sensue, Cahyaningish, & Catur Wibowo, 2015)”

De acuerdo con (Indra Sensue, Cahyaningish, & Catur Wibowo, 2015), Este coeficiente evalúa la concordancia entre 2 variables, en el estudio que estamos realizando, el módulo de Young y la densidad máxima seca. Sus valores cambian entre -1 y +1, lo que indica si las variables están estrechamente relacionadas. Una correlación de -1 sugiere una relación negativa perfecta, en la cual una variable se incrementa mientras que la otra merma. Por otro lado, una correlación de +1 indica una relación positiva perfecta, donde sucede que las 2 variables se incrementan o merman juntas.

La determinación de este coeficiente es basadas en la relación entre la covarianza y el resultado de las desviaciones estándar de 2 parámetros. A continuación, se muestran las ecuaciones que permiten realizar este cálculo.

$$Covarianza = \frac{\sum(\bar{x} - x) + (\bar{y} - y)}{n - 1}$$

$$r = \frac{Covarianza}{S_x * S_y}$$



“La estimación de este coeficiente de establecimiento (r^2) nos indica el porcentaje de la variabilidad de la muestra que es explicada por la unión de dos variables (Palma, 2022).”

Según (Palma, 2022) Se proporciona un porcentaje que representa la variabilidad de los datos de una variable en relación con otra, brindando así un nivel de confianza al investigador.

2.2.6. Base granular

Las bases granulares son las capas de soporte en los pavimentos flexibles, conformadas típicamente por suelos de partículas gruesas. Dichas bases deberían tener la correcta fricción en sus partículas para dar una resistencia y tener estabilidad con las cargas de vehículos. Para cumplir dicha condición, se debe haber un rango máximo apropiado de finos que pasan la malla N°200, lo cual ayuda a conservar el nivel de compactamiento y unión de sus partes. Un exceso de partículas finas puede hacer un daño serio en el drenaje de los suelos y ser la causa de demás problemáticas adicionales. Las partes granulares deben estar compactadas hasta llegar a la máxima densidad posible, lo cual minimizará las deformaciones permanentes producidas por las cargas vehiculares.

La composición final de las materias tiene una granulometría continua, bien graduada y en consistencia con las exigencias de una de las franjas granulométricas que son indicadas en la Tabla 04. Para las áreas con altitudes por encima o en igualdad a 3.000 msnm. Debe ser seleccionada la gradación “A”.

Tabla 3*Requerimientos granulométricos para base granular.*

TAMIZ	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100		
25 mm (1")		75 – 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4.75 mm (N°4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2.0 mm (N°10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
425 µm (N°40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm(N°200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Nota. Adaptado de (MTC, 2013).**Tabla 4***Requerimientos agregado grueso.*

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimientos Altitud	
				<3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	D 5821		80% min	80% min
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	D 5821		40% min	50% min
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	40% min	40% máx.
Partículas chatas y alargadas (1)		D 4791		15% min	15%max
Sales solubles totales	MTC E 219	D 1888		0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	C 88	T 104		18% máx.

Nota. Adaptado de (MTC, 2013)

**Tabla 5***Requerimientos agregado fino.*

Ensayo	Norma	Requerimientos Altitud	
		<3.000 msnm	≥ 3.000 msnm
Índice Plástico	MTC E 111	4% máx.	2% min
Equivalente de Arena	MTC E 114	35% min	45% min
Sales Solubles	MTC E 219	0.5% máx.	0.5% máx.
Durabilidad al Sulfato de magnesio	MTC E 209	-	15%

Nota: Adaptado de (MTC, 2013)

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Contenido De Humedad

Es expresada en porcentaje y se define como la relación existente en el peso del agua entre el peso de las partículas sólidas que son ocasionadas en una materia de suelo otorgada.

2.3.2. Granulometría

Es aquel ensayo que permite el conocimiento de los diferentes tamaños de las partículas, los mismo que son representados en un porcentaje del peso total de las partículas de la muestra en estudio.



2.3.3. Límite Líquido (L.L)

Se conceptualiza como el contenido de humedad, indicado como porcentaje en función del peso seco de la muestra, por el cual los suelos van de estado líquido a plástico. En el límite líquido, los suelos segundos tienen una resistencia al esfuerzo cortante demasiado baja, pero con definición, la misma que de acuerdo con Atterberg es de 25g/cm². Mientras que el suelo y su cohesión en un límite líquido se da de manera nula. (Crespo Villalaz, 2004)

2.3.4. Límite Plástico (L.P)

Se conceptualiza como la cantidad de humedad, dado en porcentaje en función del peso seco de la muestra que fue procesada en el horno, donde los suelos cohesivos cambian de una materia semisólida a una materia plástica. Para determinar el límite plástico, generalmente se utiliza el material sobrante de la prueba del límite líquido, a la misma que se evapora humedad mezclada hasta la obtención de una mezcla plástica fácilmente moldeable. (Crespo Villalaz, 2004)

2.3.5. Índice De Plasticidad

Se conceptualiza como la diferencia en números del límite líquido y el límite plástico. Indicando el cambio de contenidos de humedad en el cual un suelo se encuentra en estado plástico, de acuerdo con como estos límites son determinados mediante ensayos. Este índice depende principalmente de la cantidad de arcilla presente en el suelo. (Crespo Villalaz, 2004)



2.3.6. Compactación

El mismo produce una densificación que mejora considerablemente la resistencia al corte del suelo y sus condiciones para soportar cargas. Además, reduce la permeabilidad del suelo e impide que sus partículas o gránulos queden expuestos a la meteorización. (Verbal H., 2019)

2.3.7. Grado De Compactación

De acuerdo con el procedimiento establecido en el ensayo de compactación Proctor, el nivel de compactación de rellenos de suelo es medida por medio de la relación entre la densidad que se obtiene en los rellenos colocados en obra y la densidad máxima que se logra en el ensayo de laboratorio. (Verbal H., 2019)

La compactación de los suelos se mide comparando las densidades alcanzadas en el terreno con las densidades máximas obtenidas en laboratorio. Estas densidades máximas se determinan al hallar en el ensayo de compactamiento de la cantidad de humedad y la densidad seca máximos. Estas cantidades máximas de humedad y densidad servirán como punto de referencia para medir el grado de compactamiento en el campo.

2.3.8. Cono De Arena

Es una manera indirecta de determinar el volumen de un agujero o cavidad en el suelo. Se utiliza para esto una arena estandarizada, hecha de partículas de cuarzo limpias y sueltas, con una granulometría controlada y tamizada entre mallas N°10 y N°40. Al llenar la cavidad con esta arena



estandarizada, se puede medir el volumen de arena utilizado y este será igual al volumen del agujero original en el suelo. De esta manera, este ensayo permite calcular el volumen de cavidades de manera indirecta a través del uso de una arena patrón con propiedades controladas y conocidas.

2.3.9. Módulo De Young

Conocido como el módulo de elasticidad longitudinal, es un indicador que muestra el comportamiento de un material elástico, en relación al tipo de fuerza que se aplica y el posterior incremento o reducción de la longitud del material por cargas estáticas.

2.3.10. Base Granular

Es una capa que va encima de la subbase o de la subrasante y corresponde a parte de las partes del pavimento, está conformado con material selecto, en ciertas ocasiones tiene la posibilidad de estabilizarse con tratamientos según diseño.

2.3.11. Geogauge

Es un instrumento portátil de compactación manual que realiza evaluaciones de calidad de todas capas compactadas de forma rápida, sencilla y sin interferir en la construcción. Este instrumento valora el compactamiento de forma cero demolidoras, inclusive cerca de herramientas de vibración para la obtención de hallazgos inmediatos. Este instrumento permite una corrección



rápida de las áreas que presentan problemas de compactación mientras que los equipos están aún en el terreno.



CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Diseño De La Metodología De Investigación

No Experimental, para este caso no se hará una manipulación de variables, siendo los fenómenos observados en su forma natural, para luego ser analizados (Arispe Alburquenque, y otros, 2020, pág. 69)

3.1.1. Nivel De La Investigación

Descriptivo, el mismo es encargado de indicar las peculiaridades de la población que se encuentra en estudio (Guevara Alban, Verdesoto Arguello, & Castro Molina, 2020, pág. 4)

Correlacional, con el fin de conocer la relación entre dos variables categorías o nociones. (Arispe Alburquenque, y otros, 2020, pág. 71)

3.1.2. Método Aplicado A La Investigación

Cuantitativo, el mismo se encuentra fundamentado en el esquema positivista, en el mismo lo más interesante es la medida y la cantidad, ya que mediante estas medidas se pueden obtener tendencias, planear actuales



hipótesis y así hacer la construcción de teorías. El mismo hace uso de la estadística como indicador de cuantificación. (Arispe Alburquenque, y otros, 2020, pág. 58)

3.2. Población Y Muestra

3.2.1. Población

Según (Arias Gonzáles, 2021) Los resultados del trabajo son ampliados en la población, por lo mismo es definida como una mezcla finita o infinita de requerimientos con indicaciones compartidas.

Para esta investigación la población en estudio son 22+933 km de la carretera Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.

3.2.2. Muestra

Acorde a (Arias Gonzáles, 2021), viene hacer la demostración sin intención que es elegida en concordancia con los fines del investigador.

Para esta investigación se considera como muestra 700 metros de los suelos que conforman una base granular, piedra chancada, hormigón y material ligante (arcilla) de la carretera Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.

- ✓ Piedra Chancada: la misma fue obtenida de la base de Chipichillani en Puno, está ubicado en el sitio de llave, la misma es obtenida para el mejoramiento de especificaciones en base granular.

Figura 3

Muestreo de piedra chancada en la planta Chipichillani.



Nota. Elaboración propia.

- ✓ Muestra de Base Granular: Esta muestra fue extraída para realizar los ensayos de frecuencia y realizar el control respectivo de las especificaciones técnicas para la conformación de base granular.

Figura 4

Muestreo para control de calidad en base granular.



Nota. Elaboración propia.

3.3. Técnicas E Instrumentos De Recogida De Información

3.3.1. Técnicas



Según (López Regalado, 2017) el método se está desarrollando hacia un conjunto de herramientas, impedimentos y normativas coordinadas en el recojo de datos, cuidado, actualización y difusión. De la misma manera interviene un marco de normativas y pautas que contribuyen a la implementación de dichas estrategias, pero con propósitos distintos. La efectividad de estas estrategias de estudios se encuentra establecidas por su idoneidad, lo mismo que es reflejada en la utilización eficiente de los recursos, la correcta gestión posible de las acciones y la transparencia de sus hallazgos.

La técnica empleada para este caso será la **Observación directa, estudios visuales y ensayos de laboratorio** para el recojo de información.

3.3.2. Instrumentos

En la investigación de (López Regalado, 2017) se menciona que la utilización de instrumentos en una acción en la cual un especialista puede formar parte para enriquecer más su aprendizaje sobre investigaciones y recolectar datos de ellas. Cada uno de ellos tiene 2 puntos de vista diferentes que son reconocidos: una forma y una sustancia. El diseño del mismo hacer referencia a los procesos que son empleados para esta labor, al igual que el tipo de enfoque que son determinados con la información observable.

Para ello son usadas como instrumentos fichas de recojo de datos, hojas de cálculo (formatos en digital para procesar los datos) y fichas de laboratorio de pruebas ensayadas.

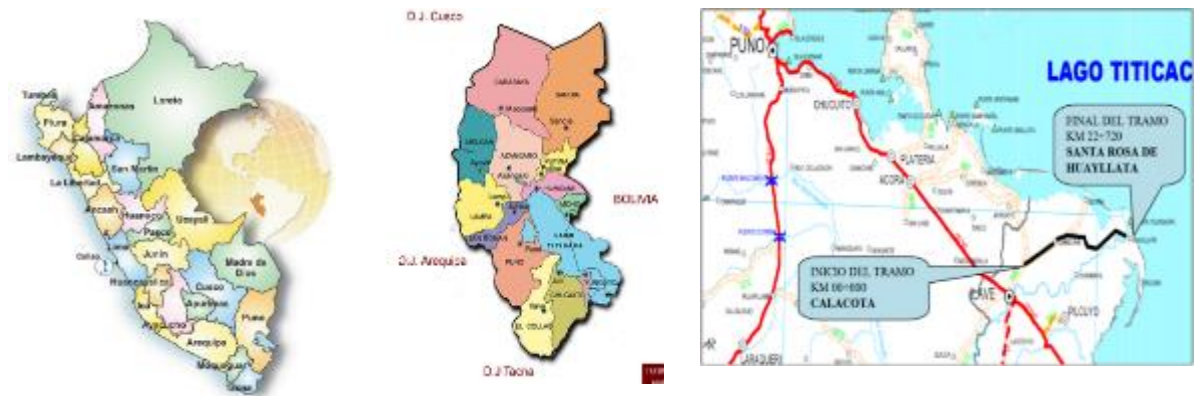
3.4. Ubicación Y Descripción Del Área De Estudio

La carretera Calacota – Santa Rosa de Huayllata está ubicada en el Departamento de Puno, Provincia El Collao, Distrito de Ilave, sus datos geográficos son:

- Altitud. 3822.00 msnm.
- Coordenadas. -16.014375, -69.458896

Figura 5

Ubicación geográfica de la Carretera Calacota - Santa Rosa de Huayllata.



3.5. Recogida De Datos

Se realizan ensayos en laboratorio y campo, tal como son presentados a continuación:

3.5.1. Muestreo En Base Granular Prog Km 22+700 Y Piedra Chancada De Planta Chancadora Chipichillani

Se extrajo un promedio de 200 kg de muestra de la base granular Prog Km 22+700, para poder hacer el control de calidad según las especificaciones técnicas EG – 2013, la piedra chancada fue tomada de la chancadora Chipichillani, de la ciudad de Ilave, con el cumplimiento de la normativa MTC E 101 y las especificaciones técnicas en cuanto a ensayos de frecuencia de la EG -2013.

Figura 6

Toma de muestra de piedra chancada en la planta Chipichillani.



Nota. Elaboración propia.

Figura 7

Toma de muestra para control de calidad en base granular.





- ✓ Referencia
 - MTC E 101 – Muestreo de Suelos y Rocas
 - MTC E 201 – Muestreo de agregados para construcción

- ✓ Instrumentos
 - Sacos, picos y pala.

3.5.2. Ensayos En Laboratorio

3.5.2.1. Contenido De Humedad.

Para este ensayo fue tomada como muestra un aproximado de 1345 gramos y 1200 gramos, el mismo que se llevó a secar al horno a una temperatura 110°C, seguido se obtuvo el material seco, se pesó y con los cálculos aritméticos se obtiene el porcentaje de humedad.

Tabla 6

Ensayo de contenido de humedad Tramo Km 22+030 – 22+260.

Número de ensayo	UND	1	2
Peso de material Húmedo + Tara	gr.	1345.0	1200.0
Peso de material Seco + Tara	gr.	1227.0	1096.0
Peso de Tara	gr.	0.0	0.0
Peso de agua	gr.	118.0	104.0
Peso de material seco	gr.	1227.0	1096.0
Humedad Natural	%	9.6	9.5
Promedio	%	9.6	

Nota. Elaboración Propia.



Tabla 7

Ensayo de contenido de humedad Tramo Km 22+260 – 22+460.

Número de ensayo	UND	1	2
Peso de material Húmedo + Tara	gr.	1356.0	1286.0
Peso de material Seco + Tara	gr.	1237.0	1180.0
Peso de Tara	gr.	0.0	0.0
Peso de agua	gr.	119.0	106.0
Peso de material seco	gr.	1237.0	1180.0
Humedad Natural	%	9.6	9.0
Promedio	%	9.3	

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 8

Ensayo de contenido de humedad Tramo Km 22+460 – 22+610.

Número de ensayo	UND	1	2
Peso de material Húmedo + Tara	gr.	1253.0	1244.0
Peso de material Seco + Tara	gr.	1143.0	1132.0
Peso de Tara	gr.	0.0	0.0
Peso de agua	gr.	110.0	112.0
Peso de material seco	gr.	1143.0	1132.0
Humedad Natural	%	9.6	9.9
Promedio	%	9.8	

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 9

Ensayo de contenido de humedad Tramo Km 22+610 – 22+870.

Número de ensayo	UND	1	2
Peso de material Húmedo + Tara	gr.	1231.0	1289.0
Peso de material Seco + Tara	gr.	1127.0	1179.0
Peso de Tara	gr.	0.0	0.0
Peso de agua	gr.	104.0	110.0
Peso de material seco	gr.	1127.0	1179.0
Humedad Natural	%	9.2	9.3
Promedio	%	9.3	

Nota. Elaboración Propia.

3.5.2.2. Límites de Atterberg.

Para ello se tomó una muestra aproximada de 1000 gramos, el cual fue tamizado por el tamiz N°40 quedándonos con una muestra de 300 gramos, seguido se comenzó con adicionar el agua y así realizar los ensayos líquido y plástico.

Figura 8

Ensayo limite líquido.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 9

Ensayo limite líquido.



Nota. Elaboración Propia.

Tabla 10*Ensayos de límites de Atterberg.*

Muestra	L.L. (%)	L.P. (%)	IP (%)	Requerimientos Altitud ≥ 3.000 msnm
Km 22+030 – 22+260	N.P.	N.P.	N.P.	Índice Plástico 2% mín.
Km 22+260 – 22+460	N.P.	N.P.	N.P.	
Km 22+460 – 22+610	N.P.	N.P.	N.P.	
Km 22+610 – 22+870	N.P.	N.P.	N.P.	

Nota. Elaboración Propia.

- ✓ Referencia
 - ASTM D4318 – 17
- ✓ Instrumentos:
 - Cuchara casa grande, ranurador, espátula
 - Pipeta, franela, balanza con sensibilidad 0.01, Horno a 110°C.

3.5.2.3. Análisis Granulométrico.

Para el ensayo se extrae de la muestra total por el método cuarteo manual aproximadamente 12 kilogramos, se separa por el tamiz N°4, se lava la muestra posteriormente se pone la muestra a secar en el horno a una temperatura 110°C. Una vez esta seca la muestra se procesa en tamizado de la muestra por los distintos números de tamices.

Figura 10

Ensayo de granulometría por tamizado.



Nota. Elaboración Propia.

- ✓ Referencia
 - MTC E 107 – Análisis de tamaño de partículas por tamizado
- ✓ Instrumento:
 - Juego de tamices de malla cuadrada según ASTM, balanza.
 - Horno, Recipientes, bandejas y herramientas manuales.

3.5.2.4. Proctor Modificado.

El ensayo se realizó haciendo uso del método "C" para estimar la cantidad de humedad óptimo y densidad máxima seca.

Se tomó cuatro muestras de material pasante del tamiz $\frac{3}{4}$ " cada uno de 6 kilogramos, y con distintas humedades. Se espera 24 horas para que el material se homogenice y se proceda a compactar en 5 capas de 56 golpes por cada una.

Al final, es dibujada una curva de compactación obteniendo el peso volumétrico seco y contenido de humedad hasta hallar el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima seca.

Figura 11

Ensayo de Proctor modificado método C.



Nota. Elaboración Propia.

- ✓ Referencia
 - MTC E 115 – Proctor modificado.
- ✓ Instrumento:
 - Equipo para compactar Proctor modificado.
 - Balanza, horno, recipientes y herramientas manuales.

3.5.2.5. Cono De Arena.

Se procedió a tomar puntos cada 30 metros cavando un agujero, se pesa el cono con el contenedor de arena, obteniendo un peso inicial, seguidamente se voltea el equipo en el hoyo excavado se abre la válvula y se deja que la arena llene el agujero. Cuando la arena deje de fluir se cierra la válvula.

Se determina el peso del equipo con la arena restante, seguidamente se hace la estimación de la cantidad usada de arena. Establecer la humedad extraída del agujero de prueba. Finalmente se procede con el cálculo de la densidad seca y grado de compactación de la base granular.

Figura 12

Ensayo Cono de arena.



Nota. Elaboración Propia.

- ✓ Referencia
 - MTC E 115 – Proctor modificado.
- ✓ Instrumento:
 - Equipo para compactar Proctor modificado.
 - Balanza, horno, recipientes y herramientas manuales.

3.5.2.6. Geogauge.

El ensayo se realizó principalmente con el fin de obtener la rigidez y el módulo de Young de la base granular. Al obtener estos valores seguidamente correlacionarlo con el método estándar cono de arena y así validar el presente estudio.

Figura 13

Ensayo de medición de rigidez con el equipo electro mecánico Geogauge.



Nota. Elaboración propia.

- ✓ Referencia
 - ASTM D 6758-18e1.
- ✓ Instrumento:
 - Equipo Electromecánico Geogauge.



CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

Aquí se demostrará los hallazgos del análisis de los datos obtenidos del presente estudio. Estos resultados demostraran si existe la correlación entre el método Geogauge y el cono de arena para la estimación del grado de compactación.

4.2. Análisis E Interpretación De Resultados

4.2.1. Análisis Granulométrico De Los Suelos Que Conforman La Base Granular Carretera Calacota – Santa Rosa De Huayllata Prog. Km 22+030 – 22+870.

En la siguiente tabla se realizará la comparación de la granulometría que conforma la base granular Calacota – Santa Rosa de Huayllata Prog. Km 22+030 – 22+870 con los parámetros granulométricos requeridos para base granular según las indicaciones técnicas generales para edificación (EG-2013).

Tabla 11

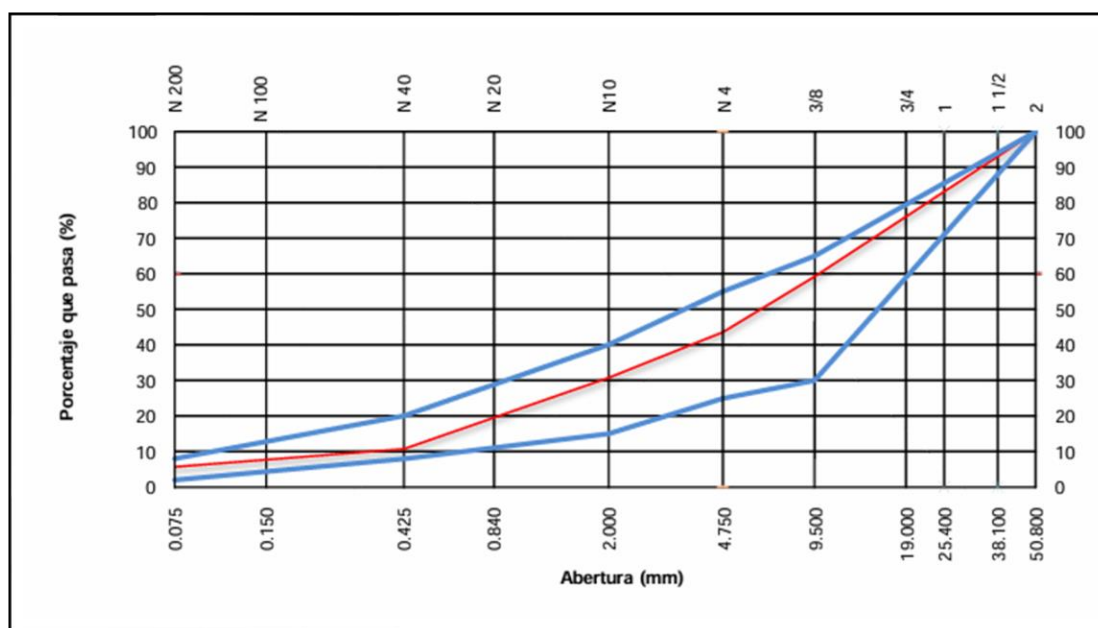
Análisis granulométrico de ensayo de frecuencia base granular muestra Prog. Km 22+100.

TAMICES (pul)	(mm)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa %	Gradación A
2"	50.800				100.0	100 – 100
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	1580.0	14.7	14.7	85.3	
3/4"	19.000	1061.0	9.9	24.6	75.4	
1/2"	12.500	1021.0	9.5	34.1	65.9	
3/8"	9.500	710.0	6.6	40.8	59.2	30 – 65
N°4	4.750	1678.0	15.6	56.4	43.6	25 – 55
N°10	2.000	111.3	12.8	69.2	30.8	15 – 40
N°20	0.840	105.6	12.1	81.4	18.6	
N°40	0.425	68.5	7.9	89.2	10.8	8 – 20
N°100	0.150	35.2	4.0	93.3	6.7	
N°200	0.075	8.8	1.0	94.3	5.7	2 – 8
<N°200	Fondo	49.6	5.7	100.0		

Nota. Elaboración propia.

Figura 14

Curva granulométrica de base granular muestra Prog. Km 22+100.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 12

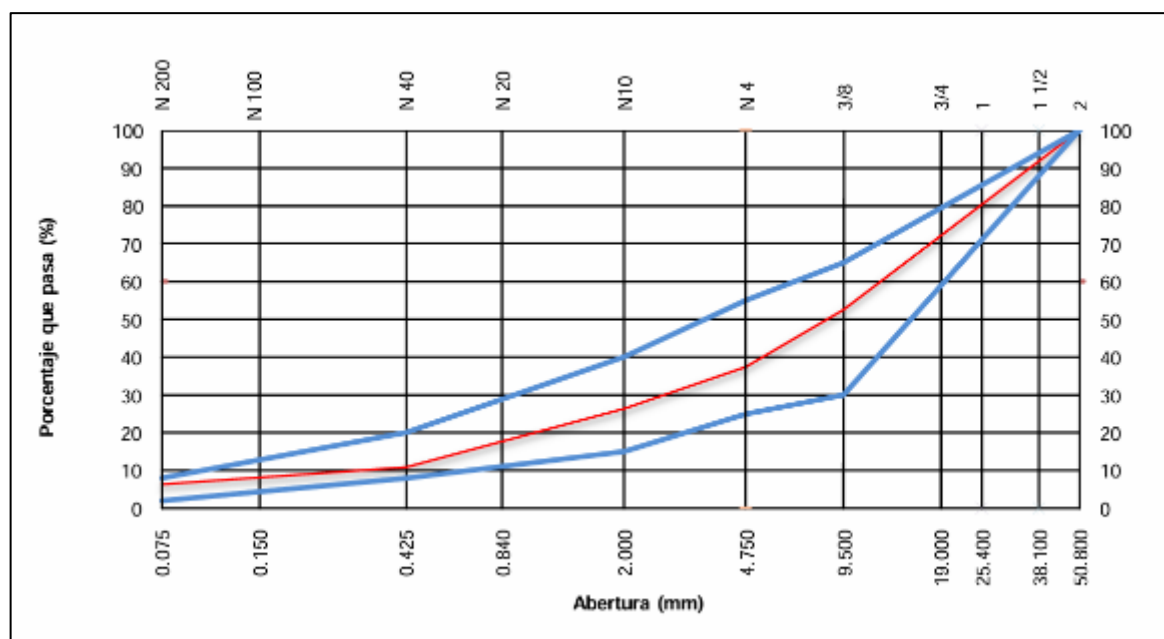
Análisis granulométrico de ensayo de frecuencia muestra Prog. Km 22+320.

TAMICES		Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa %	Gradación A
(pul)	(mm)					
2"	50.800				100.0	100 – 100
1 1/2"	38.100	120.0	1.2	1.2	98.8	
1"	25.400	1431.0	14.1	15.3	84.7	
3/4"	19.000	1256.0	12.4	27.7	72.3	
1/2"	12.500	1102.0	10.9	38.6	61.4	
3/8"	9.500	901.0	8.9	47.5	52.5	30 – 65
N°4	4.750	1526.0	15.1	62.6	37.4	25 – 55
N°10	2.000	102.0	11.1	73.7	26.3	15 – 40
N°20	0.840	90.1	9.8	83.4	16.6	
N°40	0.425	52.3	5.7	89.1	10.9	8 – 20
N°100	0.150	34.1	3.7	92.8	7.2	
N°200	0.075	8.1	0.9	93.7	6.3	2 – 8
<N°200	Fondo	58.4	6.3	100.0		

Nota. Elaboración propia.

Figura 15

Curva granulométrica de base granular muestra Prog. Km 22+320.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 13

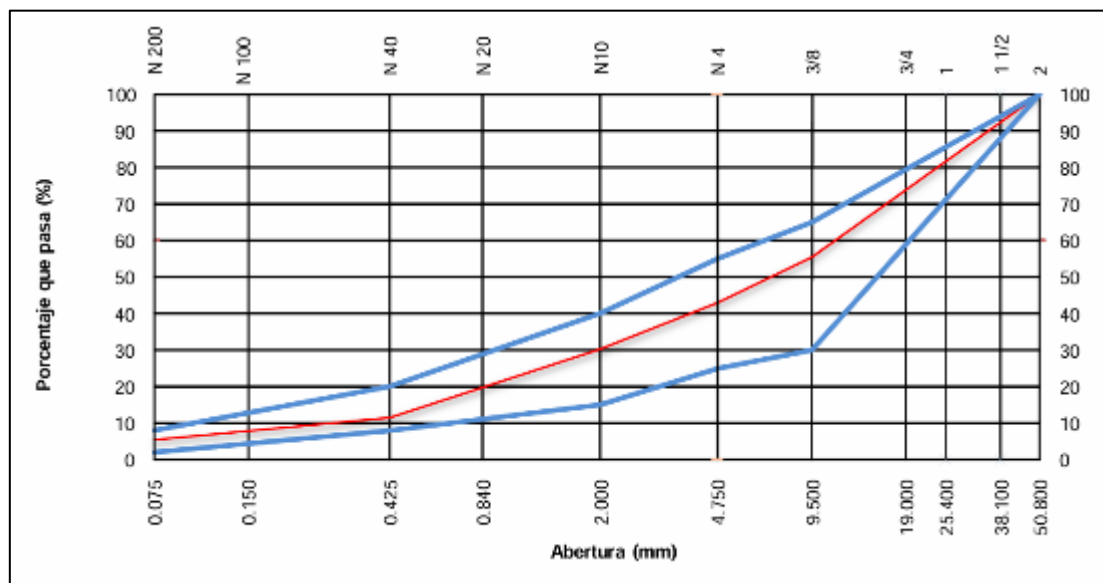
Análisis granulométrico de ensayo de frecuencia muestra Prog. Km 22+520.

TAMICES (pul)	(mm)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa %	Gradación A
2"	50.800				100.0	100 – 100
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	25.400	1482.0	12.9	12.9	87.1	
3/4"	19.000	1296.0	11.3	24.2	75.8	
1/2"	12.500	1301.0	11.4	35.6	64.4	
3/8"	9.500	1032.0	9.0	44.6	55.4	30 – 65
N°4	4.750	1430.0	12.5	57.1	42.9	25 – 55
N°10	2.000	112.2	12.6	69.7	30.3	15 – 40
N°20	0.840	101.2	11.4	81.1	18.9	
N°40	0.425	65.4	7.4	88.5	11.5	8 – 20
N°100	0.150	42.1	4.7	93.2	6.8	
N°200	0.075	12.1	1.4	94.6	5.4	2 – 8
<N°200	Fondo	48.0	5.4	100.0		

Nota. Elaboración propia.

Figura 16

Curva granulométrica de base granular muestra Prog. Km 22+520.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 14

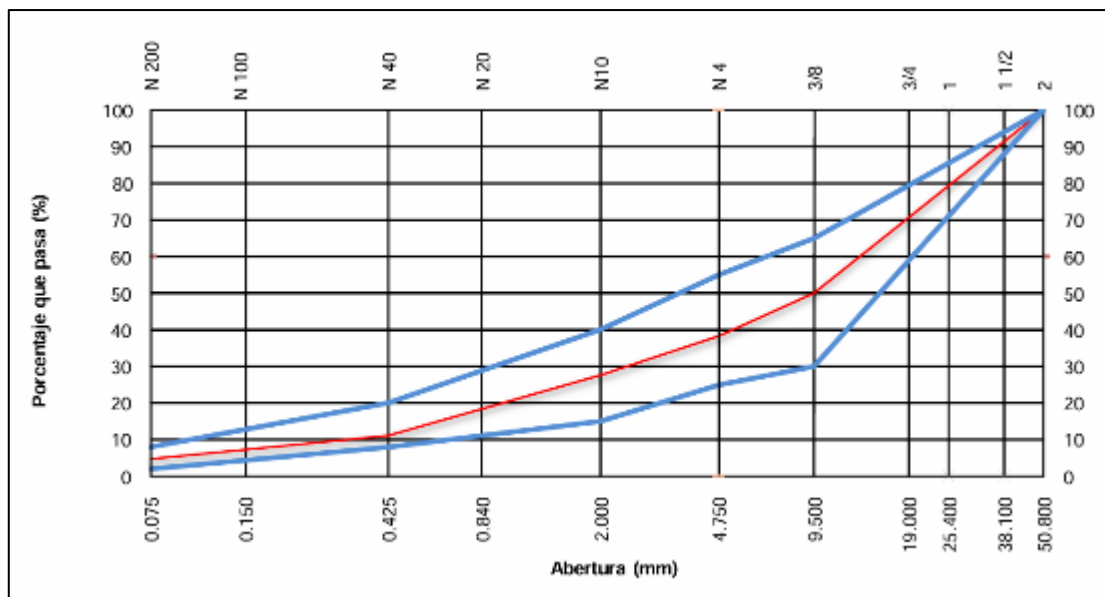
Análisis granulométrico de ensayo de frecuencia muestra Prog. Km 22+840.

TAMICES		Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa %	Gradación A
(pul)	(mm)					
2"	50.800				100.0	100 – 100
1 ½"	38.100	253.0	2.1	2.1	97.9	
1"	25.400	1532.0	12.5	14.6	85.4	
¾"	19.000	1456.0	11.9	26.5	73.5	
½"	12.500	1653.0	13.5	39.9	60.1	
3/8"	9.500	1232.0	10.1	50.0	50.0	30 – 65
N°4	4.750	1433.0	11.7	61.7	38.3	25 – 55
N°10	2.000	120.0	10.7	72.4	27.6	15 – 40
N°20	0.840	105.2	9.4	81.7	18.3	
N°40	0.425	81.2	7.2	88.9	11.1	8 – 20
N°100	0.150	52.6	4.7	93.6	6.4	
N°200	0.075	18.9	1.7	95.3	4.7	2 – 8
<N°200	Fondo	53.0	4.7	100.0		

Nota. Elaboración propia.

Figura 17

Curva granulométrica de base granular muestra Prog. Km 22+840.



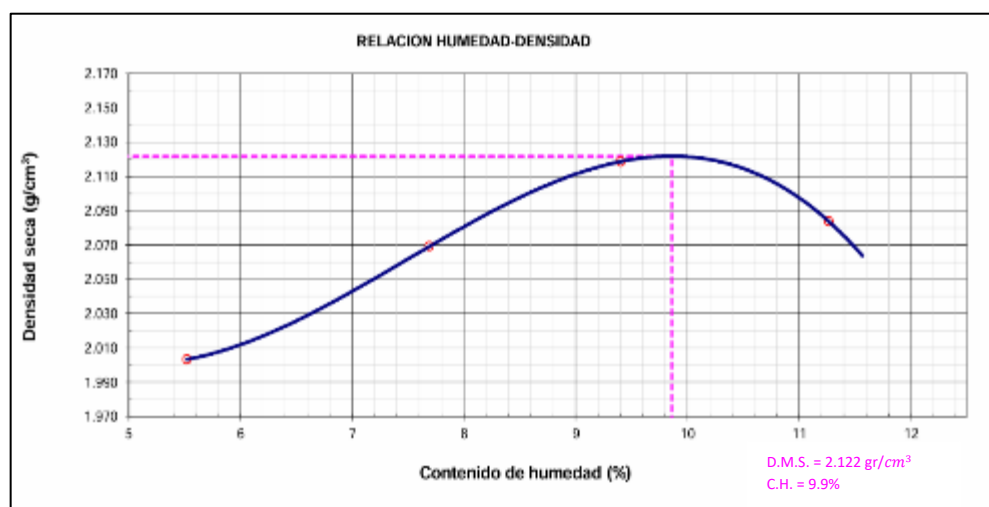
Nota. Elaboración propia.

De las tablas y figuras anteriores podemos asegurar que los suelos que conforman la base granular de la carretera Calacota – Santa Rosa Huayllata Prog. Km 22+030 – 22+870 tiene una correcta distribución, se visualiza que la curva granulométrica se encuentra en los parámetros granulométricos, cumpliendo lo especificado para conformación de base granular señalado en los requerimientos generales para edificación (EG-2013).

4.2.2. Ensayo Proctor Modificado De Suelos Que Conforman La Base Granular Carretera Calacota – Santa Rosa De Huayllata Prog. Km 22+030 – 22+870

Figura 18

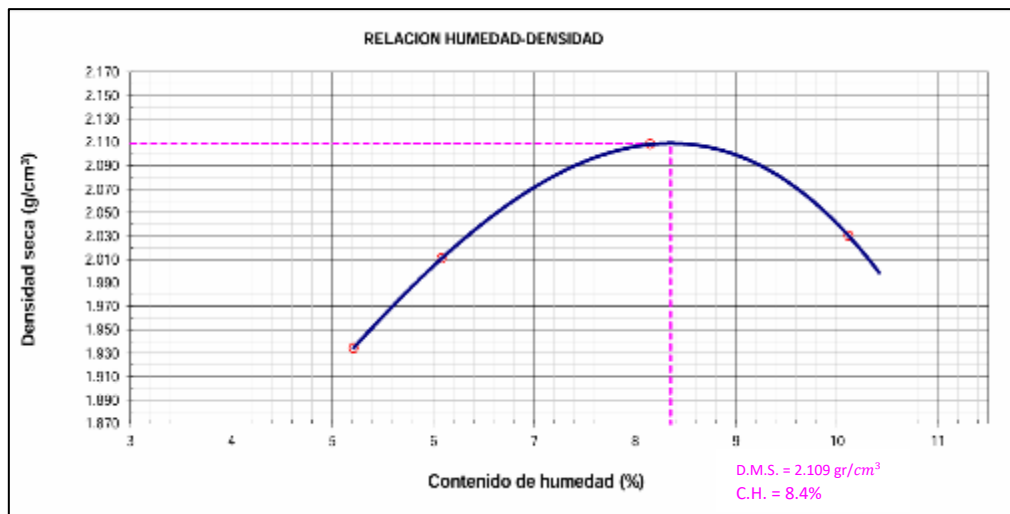
Curva de compactación de base granular muestra Prog. Km 22+100.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 19

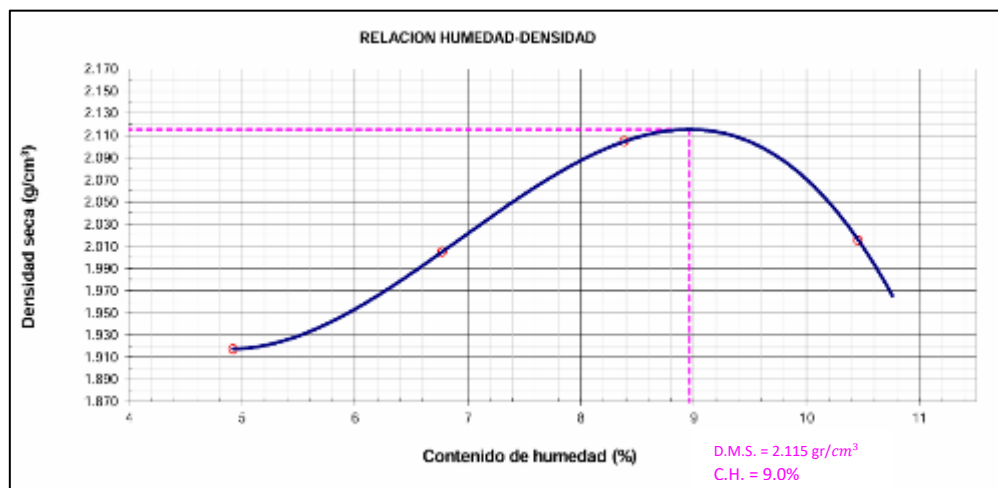
Curva de compactación de base granular muestra Prog. Km 22+320.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 20

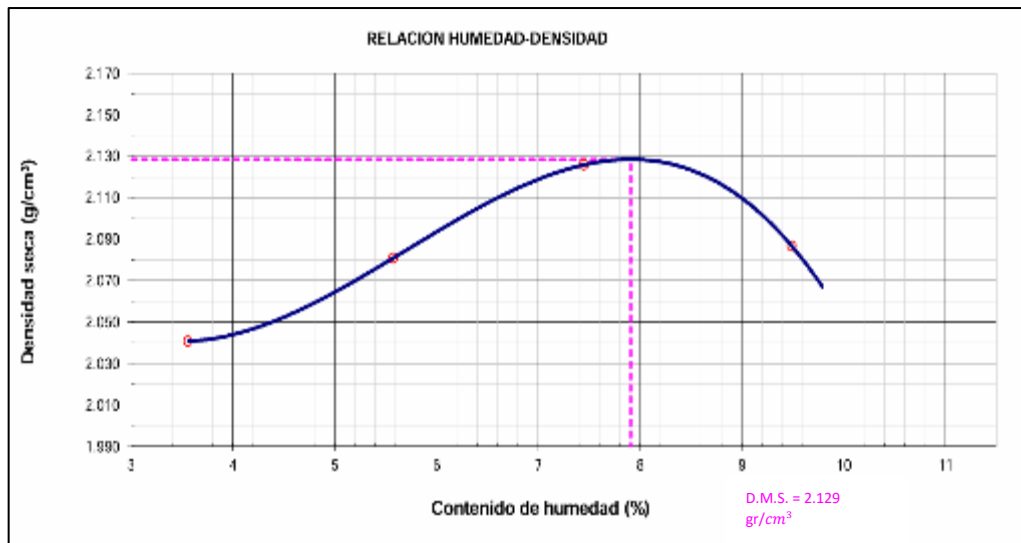
Curva de compactación de base granular muestra Prog. Km 22+520.



Nota. Elaboración Propia.

Figura 21

Curva de compactación de base granular muestra Prog. Km 22+840.



Nota. Elaboración Propia.

En las figuras anteriores se muestra que los suelos que consienten la base granular de la carretera Calacota – Santa Rosa Huayllata Prog. Km 22+030 – 22+870 presentan los siguientes resultados:

Tabla 15

Densidad Máxima Seca y Contenido de Humedad Optimo.

	Prog Km 22+100	Prog Km 22+320	Prog Km 22+520	Prog Km 22+840
Densidad Máxima Seca	2.122 gr/cm ³	2.109 gr/cm ³	2.115 gr/cm ³	2.129 gr/cm ³
Contenido de Humedad Óptimo	9.9%	8.4 %	9.0 %	7.9%

Nota. Elaboración Propia.

4.2.3. Densidad De Campo Metodo Cono De Arena De La Base Granular Carretera Calacota – Santa Rosa De Huayllata Prog. Km 22+060 – 22+870

Tabla 16

Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+060 – Km 22+120.

DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)					
Progresiva		22+060	22+080	22+090	22+120
Peso del frasco + Arena	gr.	7309.00	7120.00	7015.00	7187.00
Peso del frasco + Arena que Queda	gr.	3399.00	3256.00	3176.00	2995.00
Peso del Arena Empleada	gr.	3910.00	3864.00	3839.00	4192.00
Peso de Arena en el cono	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
Peso de Arena en la Excavación	gr.	2427.00	2381.00	2356.00	2709.00
Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
Volumen del Material Extraído	cm ³	1866.92	1831.54	1812.31	2083.85
Peso del Recipiente + Suelo + grava	gr.	4412.00	4320.00	4297.00	4896.00
Peso del Recipiente	gr.	10.00	10.00	10.00	10.00
Peso del suelo + grava	gr.	4402.00	4310.00	4287.00	4886.00
Peso retenido en la malla ¾"	gr.	1075.00	1015.00	1050.00	874.00
Peso Específico de la grava	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54	2.54
Volumen de la Grava	cm ³	423.23	399.61	413.39	344.09
Peso de Finos	gr.	3327.00	3295.00	3237.00	4012.00
Volumen de Finos	cm ³	1443.69	1431.93	1398.92	1739.75
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.305	2.301	2.314	2.31
Contenido de Humedad	%	8.5	8.5	8.5	8.5
Densidad Seca	gr/cm ³	2.124	2.121	2.133	2.125
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.12	2.12	2.12	2.12
Optimo contenido de Humedad	%	9.90	9.90	9.90	9.90
Grado de Compactación	%	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 17

Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+150 – Km 22+240.

DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)					
Progresiva		22+150	22+180	22+210	22+240
Peso del frasco + Arena	gr.	6965.00	7295.00	7150.00	7045.00
Peso del frasco + Arena que Queda	gr.	2808.00	3130.00	2902.00	2923.00
Peso del Arena Empleada	gr.	4157.00	4165.00	4248.00	4122.00
Peso de Arena en el cono	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00

Peso de Arena en la Excavación	gr.	2674.00	2682.00	2765.00	2639.00
Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
Volumen del Material Extraído	cm ³	2056.92	2063.08	2126.92	2030.00
Peso del Recipiente + Suelo + grava	gr.	4885.00	4883.00	5042.00	4789.00
Peso del Recipiente	gr.	10.00	10.00	10.00	10.00
Peso del suelo + grava	gr.	4875.00	4873.00	5032.00	4779.00
Peso retenido en la malla ¾"	gr.	1254.00	1146.00	1230.00	1123.00
Peso Específico de la grava	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54	2.54
Volumen de la Grava	cm ³	493.70	451.18	484.25	442.13
Peso de Finos	gr.	3621.00	3727.00	3802.00	3656.00
Volumen de Finos	cm ³	1563.22	1611.90	1642.67	1587.87
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.316	2.312	2.315	2.302
Contenido de Humedad	%	8.50	8.50	8.50	8.50
Densidad Seca	gr/cm ³	2.135	2.131	2.133	2.122
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.12	2.12	2.12	2.12
Optimo contenido de Humedad	%	9.90	9.90	9.90	9.90
Grado de Compactación	%	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 18

Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+260 – Km 22+320.

DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)					
Progresiva		22+260	22+290	22+310	22+320
Peso del frasco + Arena	gr.	6958.00	7329.00	7223.00	7199.00
Peso del frasco + Arena que Queda	gr.	2808.00	3283.00	3078.00	2868.00
Peso del Arena Empleada	gr.	4150.00	4046.00	4145.00	4331.00
Peso de Arena en el cono	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
Peso de Arena en la Excavación	gr.	2667.00	2563.00	2662.00	2848.00
Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
Volumen del Material Extraído	cm ³	2051.54	1971.54	2047.69	2190.77
Peso del Recipiente + Suelo + grava	gr.	4856.00	4607.00	4820.00	5183.00
Peso del Recipiente	gr.	10.00	10.00	10.00	10.00
Peso del suelo + grava	gr.	4846.00	4597.00	4810.00	5173.00
Peso retenido en la malla ¾"	gr.	1123.00	973.00	1006.00	1273.00
Peso Específico de la grava	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54	2.54
Volumen de la Grava	cm ³	442.13	383.07	396.06	501.18
Peso de Finos	gr.	3723.00	3624.00	3804.00	3900.00
Volumen de Finos	cm ³	1609.41	1588.47	1651.63	1689.59
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.313	2.281	2.303	2.308
Contenido de Humedad	%	8.50	8.00	8.50	8.50
Densidad Seca	gr/cm ³	2.132	2.112	2.123	2.127
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.12	2.11	2.11	2.11
Optimo contenido de Humedad	%	9.90	8.40	8.40	8.40
Grado de Compactación	%	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 19

Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+330 – Km 22+410.

DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)					
Progresiva		22+330	22+350	22+380	22+410
Peso del frasco + Arena	gr.	7053.00	7000.00	7321.00	7239.00
Peso del frasco + Arena que Queda	gr.	2765.00	2898.00	3124.00	3039.00
Peso del Arena Empleada	gr.	4288.00	4102.00	4197.00	4200.00
Peso de Arena en el cono	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
Peso de Arena en la Excavación	gr.	2805.00	2619.00	2714.00	2717.00
Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
Volumen del Material Extraído	cm ³	2157.69	2014.62	2087.69	2090.00
Peso del Recipiente + Suelo + grava	gr.	5183.00	4736.00	4912.00	4896.00
Peso del Recipiente	gr.	10.00	10.00	10.00	10.00
Peso del suelo + grava	gr.	5059.00	4726.00	4902.00	4886.00
Peso retenido en la malla ¾"	gr.	1273.00	1018.00	1123.00	1041.00
Peso Específico de la grava	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54	2.54
Volumen de la Grava	cm ³	501.18	400.79	442.13	409.84
Peso de Finos	gr.	3786.00	3708.00	3779.00	3845.00
Volumen de Finos	cm ³	1656.51	1613.83	1645.56	1680.16
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.286	2.298	2.296	2.288
Contenido de Humedad	%	8.50	8.50	8.50	8.00
Densidad Seca	gr/cm ³	2.106	2.118	2.117	2.119
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.11	2.11	2.11	2.11
Optimo contenido de Humedad	%	8.40	8.40	8.40	8.40
Grado de Compactación	%	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 20

Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+440 – Km 22+520.

DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)					
Progresiva		22+440	22+460	22+490	22+520
Peso del frasco + Arena	gr.	7150.00	7322.00	7105.00	7202.00
Peso del frasco + Arena que Queda	gr.	2882.00	3147.00	2893.00	2936.00
Peso del Arena Empleada	gr.	4268.00	4175.00	4212.00	4266.00
Peso de Arena en el cono	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
Peso de Arena en la Excavación	gr.	2785.00	2692.00	2729.00	2783.00
Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
Volumen del Material Extraído	cm ³	2142.31	2070.77	2099.23	2140.77
Peso del Recipiente + Suelo + grava	gr.	5036.00	4854.00	4969.00	5050.00
Peso del Recipiente	gr.	10.00	10.00	10.00	10.00
Peso del suelo + grava	gr.	5026.00	4844.00	4959.00	5040.00
Peso retenido en la malla ¾"	gr.	1200.00	1073.00	1163.00	1250.00
Peso Específico de la grava	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54	2.54

Volumen de la Grava	cm ³	472.44	422.44	457.87	492.13
Peso de Finos	gr.	3826.00	3771.00	3796.00	3790.00
Volumen de Finos	cm ³	1669.87	1648.33	1641.36	1648.64
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.291	2.288	2.313	2.299
Contenido de Humedad	%	8.50	8.00	8.50	8.50
Densidad Seca	gr/cm ³	2.112	2.118	2.132	2.119
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.11	2.12	2.12	2.12
Optimo contenido de Humedad	%	8.40	8.90	8.90	8.90
Grado de Compactación	%	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 21

Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+550 – Km 22+630.

DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)					
		22+550	22+580	22+600	22+630
Progresiva					
Peso del frasco + Arena	gr.	7321.00	7250.00	7116.00	7010.00
Peso del frasco + Arena que Queda	gr.	3124.00	3055.00	3152.00	3102.00
Peso del Arena Empleada	gr.	4197.00	4195.00	3964.00	3908.00
Peso de Arena en el cono	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
Peso de Arena en la Excavación	gr.	2714.00	2712.00	2481.00	2425.00
Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
Volumen del Material Extraído	cm ³	2087.69	2086.15	1908.46	1865.38
Peso del Recipiente + Suelo + grava	gr.	4912.00	4925.00	4500.00	4420.00
Peso del Recipiente	gr.	10.00	10.00	10.00	10.00
Peso del suelo + grava	gr.	4902.00	4915.00	4490.00	4410.00
Peso retenido en la malla ¾"	gr.	1123.00	1205.00	965.00	1036.00
Peso Específico de la grava	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54	2.54
Volumen de la Grava	cm ³	442.13	474.41	379.92	407.87
Peso de Finos	gr.	3779.00	3710.00	3525.00	3374.00
Volumen de Finos	cm ³	1645.57	1611.74	1528.54	1457.51
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.296	2.302	2.306	2.315
Contenido de Humedad	%	8.50	8.50	8.50	8.00
Densidad Seca	gr/cm ³	2.117	2.122	2.125	2.143
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.12	2.12	2.12	2.13
Optimo contenido de Humedad	%	8.90	8.90	8.90	7.90
Grado de Compactación	%	100.00	100.00	100.00	100.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 22*Densidad De Campo Cono de Arena Prog. Km 22+660 – Km 22+720*

DENSIDAD DE CAMPO (CONO DE ARENA)				
Progresiva		22+660	22+690	22+720
Peso del frasco + Arena	gr.	7290.00	7110.00	7140.00
Peso del frasco + Arena que Queda	gr.	3365.00	3272.00	2950.00
Peso del Arena Empleada	gr.	3925.00	3838.00	4190.00
Peso de Arena en el cono	gr.	1483.00	1483.00	1483.00
Peso de Arena en la Excavación	gr.	2442.00	2355.00	2707.00
Densidad de la Arena	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30
Volumen del Material Extraído	cm ³	1878.46	1811.54	2082.31
Peso del Recipiente + Suelo + grava	gr.	4456.00	4253.00	4900.00
Peso del Recipiente	gr.	10.00	10.00	10.00
Peso del suelo + grava	gr.	4446.00	4243.00	4890.00
Peso retenido en la malla ¼"	gr.	1320.00	743.00	931.00
Peso Específico de la grava	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54
Volumen de la Grava	cm ³	519.69	292.52	366.54
Peso de Finos	gr.	3126.00	3500.00	3959.00
Volumen de Finos	cm ³	1358.78	1519.02	1715.77
Densidad Húmeda	gr/cm ³	2.301	2.30	2.31
Contenido de Humedad	%	8.00	8.00	8.00
Densidad Seca	gr/cm ³	2.130	2.13	2.14
Máxima Densidad Seca	gr/cm ³	2.13	2.13	2.13
Optimo contenido de Humedad	%	7.90	7.90	7.90
Grado de Compactación	%	100.00	100.00	100.00

Nota. Elaboración Propia.

De las tablas preliminares podemos asegurar que la densidad de campo de suelos compactados que conforman la base granular de la carretera Calacota – Santa Rosa Huayllata Prog. Km 22+060 – 22+720 tiene una correcta compactación, se visualiza que el nivel de compactación está dentro de las exigencias, cumpliendo lo especificado para el control de calidad de base granular señalado en los detalles técnicos generales para construcción (EG-2013).

4.2.4. Método Geogauge

Tabla 23

Estimación de la rigidez y módulo de Young método Geogauge.

Progresivas	Geo Gauge			Clasificación de suelos	
	Profundidad (m)	Rigidez K MN/m	Módulo de Young E (Mpa)	AASHTO	SUCS
22+060	Superficial	6.35	52.38	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.3	51.96	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.32	52.14	A-1-a (0)	GW
22+080	Superficial	6.04	52.38	A-1-a (0)	GW
	Superficial	5.99	51.96	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.01	52.14	A-1-a (0)	GW
22+090	Superficial	6.5	56.39	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.51	56.51	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.62	57.43	A-1-a (0)	GW
22+120	Superficial	9.01	78.2	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.07	78.7	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.18	79.62	A-1-a (0)	GW
22+150	Superficial	7.54	65.38	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.66	66.47	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.69	66.74	A-1-a (0)	GW
22+180	Superficial	10.35	89.75	A-1-a (0)	GW
	Superficial	10.4	90.26	A-1-a (0)	GW
	Superficial	10.42	90.39	A-1-a (0)	GW
22+210	Superficial	7.33	63.55	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.31	63.42	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.39	64.09	A-1-a (0)	GW
22+240	Superficial	6.86	59.5	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.85	59.4	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.78	58.82	A-1-a (0)	GW
22+260	Superficial	7.02	60.88	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.12	61.76	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.18	62.27	A-1-a (0)	GW
22+290	Superficial	7.26	63.01	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.32	63.48	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.34	63.69	A-1-a (0)	GW
22+310	Superficial	6.44	55.89	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.45	55.94	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.43	55.76	A-1-a (0)	GW
22+320	Superficial	6.74	55.89	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.72	55.94	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.74	55.76	A-1-a (0)	GW
22+330	Superficial	7.16	62.13	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.1	61.59	A-1-a (0)	GW



	Superficial	7.13	61.86	A-1-a (0)	GW
22+350	Superficial	8.43	72.02	A-1-a (0)	GW
	Superficial	8.45	73.27	A-1-a (0)	GW
	Superficial	8.42	73.04	A-1-a (0)	GW
22+380	Superficial	6.65	57.69	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.7	58.12	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.74	58.47	A-1-a (0)	GW
22+410	Superficial	10.4	90.22	A-1-a (0)	GW
	Superficial	10.49	91.02	A-1-a (0)	GW
	Superficial	10.55	91.54	A-1-a (0)	GW
22+440	Superficial	7.58	65.8	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.59	65.85	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.6	65.94	A-1-a (0)	GW
22+470	Superficial	10.59	91.84	A-1-a (0)	GW
	Superficial	10.75	93.22	A-1-a (0)	GW
	Superficial	10.81	93.81	A-1-a (0)	GW
22+500	Superficial	8.14	70.65	A-1-a (0)	GW
	Superficial	8.2	71.15	A-1-a (0)	GW
	Superficial	8.25	71.53	A-1-a (0)	GW
22+530	Superficial	9.43	81.81	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.47	82.16	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.49	82.37	A-1-a (0)	GW
22+550	Superficial	9.55	81.81	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.58	82.16	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.58	82.37	A-1-a (0)	GW
22+580	Superficial	9.27	80.41	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.32	80.82	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.33	80.93	A-1-a (0)	GW
22+600	Superficial	9.48	80.79	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.47	82.16	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.46	82.76	A-1-a (0)	GW
22+620	Superficial	9.31	80.79	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.47	82.16	A-1-a (0)	GW
	Superficial	9.54	82.76	A-1-a (0)	GW
22+650	Superficial	6.22	53.95	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.26	54.28	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.23	54.05	A-1-a (0)	GW
22+690	Superficial	6.99	60.62	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.06	61.25	A-1-a (0)	GW
	Superficial	7.1	61.56	A-1-a (0)	GW
22+720	Superficial	6.79	58.88	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.79	58.9	A-1-a (0)	GW
	Superficial	6.78	58.78	A-1-a (0)	GW

Nota. Elaboración propia.

4.2.5. Estimación De La Correlación Entre El Método De Cono De Arena Y

El Método Geogauge

4.2.5.1. Ecuación De Estimación.

La ecuación propuesta por Humboldt fue usada para la realización de la valoración de la densidad seca del suelo, en función de los datos recogidos de la rigidez y cantidad de humedad en los ensayos de campo, estos valores se relacionan en la ecuación, admitiendo así incluir estas variables medidas en cada apreciación de la densidad seca del suelo.

$$\rho_D = \frac{\rho_0}{1 + 1.2 \left(\frac{Cm}{K} - 0.3 \right)^{0.5}}$$

Donde:

ρ_D = Densidad seca estimada

ρ_0 = Densidad Máxima Seca

m = Contenido de humedad

K = Rigidez

$C = n(K/m^2) + b$

4.2.5.2. Correlación Rigidez Y Contenido De Humedad.

Usando la expresión analítica experimental propuesta por Humboldt, se pueden establecer los valores C del tramo estudiado. Esto se realizará a partir de los valores de rigidez y contenido de humedad obtenidos en los ensayos de laboratorio y campo, reemplazando ρ_D por la densidad de campo recogida por el ensayo Cono de Arena ρ_{CA} .

$$C = K/m \left(\left[\frac{\left(\frac{\rho_0}{\rho_{CA}} \right) - 1}{1.2} \right]^2 + 0.3 \right)$$

Tabla 24

Valores experimentales medidos en campo.

Progresiva	Rigidez K MN/m	Humedad m	Densidad Seca Cono De Arena g/cm3	Densidad Máxima Seca g/cm3
22+060	6.32	0.085	2.124	2.12
22+080	6.01	0.085	2.121	2.12
22+090	6.54	0.085	2.133	2.12
22+120	9.09	0.085	2.125	2.12
22+150	7.63	0.085	2.135	2.12
22+180	10.39	0.085	2.135	2.12
22+210	7.34	0.085	2.133	2.12
22+240	6.83	0.085	2.122	2.12
22+260	7.11	0.085	2.132	2.12
22+290	7.31	0.08	2.112	2.11
22+310	6.44	0.085	2.123	2.11
22+320	6.73	0.085	2.127	2.11
22+330	7.13	0.085	2.127	2.11
22+350	8.43	0.085	2.118	2.11
22+380	6.70	0.085	2.117	2.11
22+410	10.48	0.08	2.109	2.11
22+440	7.59	0.085	2.112	2.11
22+470	10.72	0.08	2.118	2.12
22+500	8.20	0.085	2.132	2.12
22+530	9.46	0.085	2.119	2.12
22+550	9.57	0.085	2.117	2.12
22+580	9.31	0.085	2.122	2.12
22+600	9.47	0.085	2.125	2.12
22+620	9.44	0.08	2.143	2.13
22+650	6.24	0.08	2.130	2.13
22+690	7.05	0.08	2.133	2.13
22+720	6.79	0.08	2.136	2.13

Nota. Elaboración propia.

Modelo de cálculo para determinación del valor C del terreno.

$$C = K/m \left(\left[\frac{\left(\frac{\rho_0}{\rho_{CA}} \right) - 1}{1.2} \right]^2 + 0.3 \right) = \frac{6.32}{0.085} \left(\left[\frac{\left(\frac{2.12}{2.124} \right) - 1}{1.2} \right]^2 + 0.3 \right) = 22.31 \text{ MN/m}$$

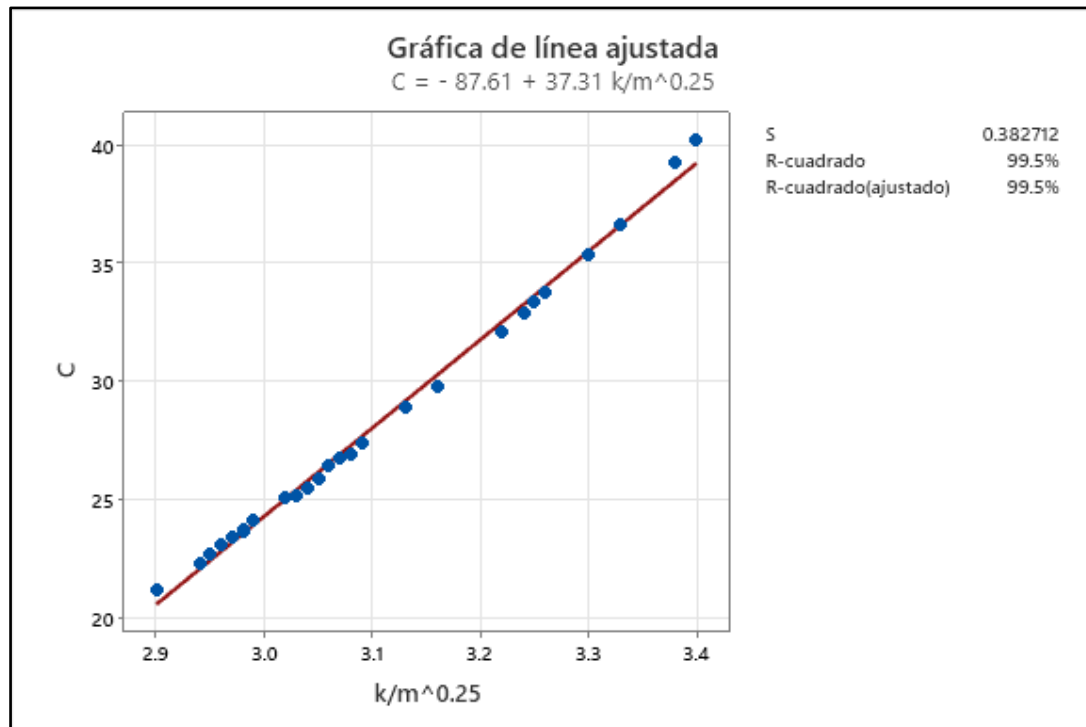
Tabla 25

Valores determinados para C, de datos experimentales en campo.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	k/m ^{0.25}
22+060	6.32	0.085	2.124	2.12	22.31	2.94
22+080	6.01	0.085	2.121	2.12	21.21	2.90
22+090	6.54	0.085	2.133	2.12	23.08	2.96
22+120	9.09	0.085	2.125	2.12	32.08	3.22
22+150	7.63	0.085	2.135	2.12	26.93	3.08
22+180	10.39	0.085	2.135	2.12	36.67	3.33
22+210	7.34	0.085	2.133	2.12	25.91	3.05
22+240	6.83	0.085	2.122	2.12	24.11	2.99
22+260	7.11	0.085	2.132	2.12	25.10	3.02
22+290	7.31	0.08	2.112	2.11	27.41	3.09
22+310	6.44	0.085	2.123	2.11	22.73	2.95
22+320	6.73	0.085	2.127	2.11	23.76	2.98
22+330	7.13	0.085	2.127	2.11	25.17	3.03
22+350	8.43	0.085	2.118	2.11	29.75	3.16
22+380	6.70	0.085	2.117	2.11	23.65	2.98
22+410	10.48	0.08	2.109	2.11	39.30	3.38
22+440	7.59	0.085	2.112	2.11	26.79	3.07
22+470	10.72	0.08	2.118	2.12	40.20	3.40
22+500	8.20	0.085	2.132	2.12	28.94	3.13
22+530	9.46	0.085	2.119	2.12	33.39	3.25
22+550	9.57	0.085	2.117	2.12	33.78	3.26
22+580	9.31	0.085	2.122	2.12	32.86	3.24
22+600	9.47	0.085	2.125	2.12	33.42	3.25
22+620	9.44	0.08	2.143	2.13	35.40	3.30
22+650	6.24	0.08	2.130	2.13	23.40	2.97
22+690	7.05	0.08	2.133	2.13	26.44	3.06
22+720	6.79	0.08	2.136	2.13	25.46	3.04

Figura 22

Correlación entre valores C y la relación $k/m^{0.25}$ medidos en el tramo analizado.



Nota. Elaboración propia.

La Figura 21 muestra la relación lineal encontrada para valoraciones C y la relación $K/m^{0.25}$, los datos obtenidos en el espacio analizado dieron un coeficiente de determinación $R^2 = 0.995$, lo que demuestra que la rigidez del material (K) y la variable del contenido de humedad del material (m) tienen una relación significativa, como lo demuestra la tendencia de los datos examinados.

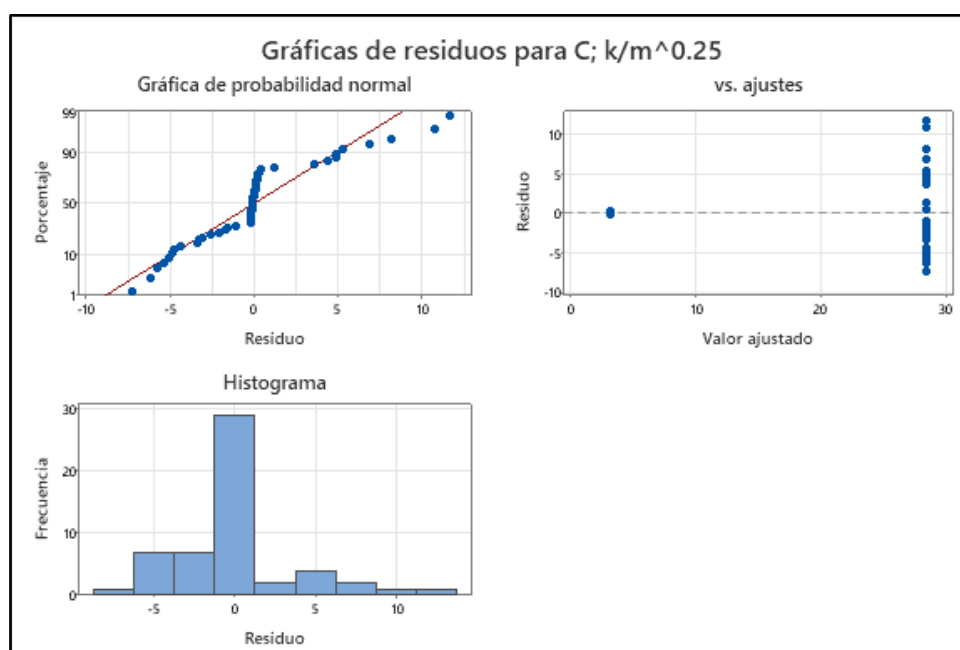
4.2.5.3. Análisis Estadístico Correlación Rigidez Y Contenido De Humedad.

Para que pueda confiar en el uso de maneras encontrados, dicho estudio tuvo como fin comprobar que la regresión generada cumpla con los juicios de validez estadística. Se verifican las siguientes hipótesis:

Linealidad, homogeneidad de varianzas, independencia de errores y normalidad.

Figura 23

Cuadro de residuos para C, análisis de criterio de validez de la regresión.



Nota. Elaboración propia.

Por esta causante, se ejecutó una conversión en la información para (C; $k/m^{0.25}$) se considera en función del comportamiento de los datos hacia una linealización logarítmica ($\ln C$; $\ln(k/m^{0.25})$).

Tabla 26

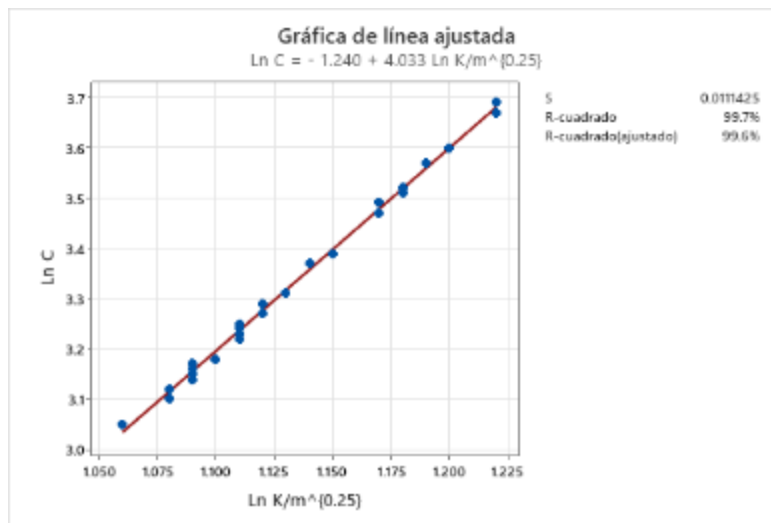
Ecuación del modelo ajustado de regresión con Ln es

Progresiva	Rigidez (K)	Humedad (m)	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	$k/m^{0.25}$	Ln C	Ln $K/m^{0.25}$
22+060	6.32	0.085	2.124	2.12	22.31	2.94	3.10	1.08
22+080	6.01	0.085	2.121	2.12	21.21	2.90	3.05	1.06
22+090	6.54	0.085	2.133	2.12	23.08	2.96	3.14	1.09
22+120	9.09	0.085	2.125	2.12	32.08	3.22	3.47	1.17
22+150	7.63	0.085	2.135	2.12	26.93	3.08	3.29	1.12
22+180	10.39	0.085	2.135	2.12	36.67	3.33	3.60	1.20
22+210	7.34	0.085	2.133	2.12	25.91	3.05	3.25	1.11
22+240	6.83	0.085	2.122	2.12	24.11	2.99	3.18	1.10
22+260	7.11	0.085	2.132	2.12	25.10	3.02	3.22	1.11
22+290	7.31	0.080	2.112	2.11	27.41	3.09	3.31	1.13
22+310	6.44	0.085	2.123	2.11	22.73	2.95	3.12	1.08
22+320	6.73	0.085	2.127	2.11	23.76	2.98	3.17	1.09
22+330	7.13	0.085	2.127	2.11	25.17	3.03	3.23	1.11
22+350	8.43	0.085	2.118	2.11	29.75	3.16	3.39	1.15
22+380	6.7	0.085	2.117	2.11	23.65	2.98	3.16	1.09
22+410	10.48	0.080	2.109	2.11	39.30	3.38	3.67	1.22
22+440	7.59	0.085	2.112	2.11	26.79	3.07	3.29	1.12
22+470	10.72	0.080	2.118	2.12	40.20	3.40	3.69	1.22
22+500	8.2	0.085	2.132	2.12	28.94	3.13	3.37	1.14
22+530	9.46	0.085	2.119	2.12	33.39	3.25	3.51	1.18
22+550	9.57	0.085	2.117	2.12	33.78	3.26	3.52	1.18
22+580	9.31	0.085	2.122	2.12	32.86	3.24	3.49	1.17
22+600	9.47	0.085	2.125	2.12	33.42	3.25	3.51	1.18
22+620	9.44	0.080	2.143	2.13	35.40	3.30	3.57	1.19
22+650	6.24	0.080	2.130	2.13	23.40	2.97	3.15	1.09
22+690	7.05	0.080	2.133	2.13	26.44	3.06	3.27	1.12
22+720	6.79	0.080	2.136	2.13	25.46	3.04	3.24	1.11

Nota. Elaboración propia.

Figura 24

Correlación entre valores C y la relación $k/m^{0.25}$ transformados.

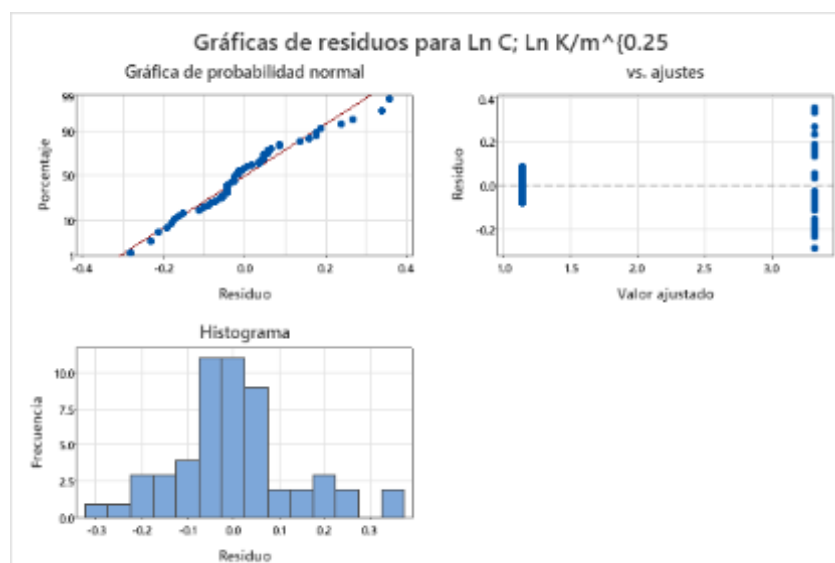


Nota. Elaboración propia.

Se obtuvo un resultado homocedástico en los residuales, sin tener en cuenta una línea o una manera perceptible, dando cumplimiento a los supuestos de linealidad, homogeneidad de varianzas, independencia de errores y normalidad después de la conversión de los datos.

Figura 25

Cuadro de residuos para variable C del terreno, transformada.



Ecuación del modelo ajustado de regresión es:

$$C' = 4.033 \left(\frac{k}{m}\right)' - 1.240$$

Donde:

$n =$ la pendiente correspondiente ($n = 4.033$)

$b =$ el intercepto ($b = -1.240$)

$C' =$ Variable transformada ($\ln C$)

$(K/m)' =$ Variable transformada ($\ln(K/m^{0.25})$)

C será equivalente al ($e^{C'}$) en MN/m

Al aplicar la técnica de regresión lineal simple al conjunto de datos (C' , K/m'), y luego de realizar el análisis de varianza ANOVA para la definición de la regresión, se encontró el coeficiente de determinación R^2 ajustado encontrado para modelo lineal, lo que indica que los valores medidos de Rigidez y humedad del suelo son explicados por la regresión en un 99.6%, con una desviación estándar de 0.0111425 MN/m.

Tabla 27

Resumen estadístico ANOVA $\ln C$ vs $\ln \{k/m\}^{0.25}$

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.888504	0.888504	7156.35	0.000
Error	25	0.003104	0.000124		
Total	26	0.891607			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)
0.0111425	99.65%	99.64%

Estadístico de Durbin-Watson

Estadístico de Durbin-Watson = 2.38154



El análisis de varianza realizado por ANOVA, resultó en una regresión lineal simple precisa de manera estadística significativa con un p-valor superior a 0.05 y una confiabilidad del 95%. La falta de autocorrelación entre los errores se evidencia por el estadístico de Durbin – Watson alrededor de 2.38.

4.2.5.4. Correlación de la densidad seca del suelo prog km 22+060 – km 260.

La ecuación de Humboldt, un modelo analítico-experimental que correlaciona los datos estudiados de manera experimental en la firmeza del material, la cantidad de humedad, la relación C establecida para los espacios en el tramo de las muestras de suelo y la densidad máxima seca, se utilizó para valorar la densidad seca del tramo de suelo analizado.

Se comienza a apreciar la densidad seca del material ensayado utilizando dicha ecuación.

Ec. Modelo de cálculo para densidad seca estimada Ecuación Humboldt

$$\rho_D = \frac{\rho_0}{1 + 1.2 \left(\frac{Cm}{K} - 0.3 \right)^{0.5}} = \frac{2.12}{1 + 1.2 \left(\frac{22.31 * 0.085}{6.32} - 0.3 \right)^{0.5}} = 2.12 \text{ gr/cm}^3$$

Tabla 28

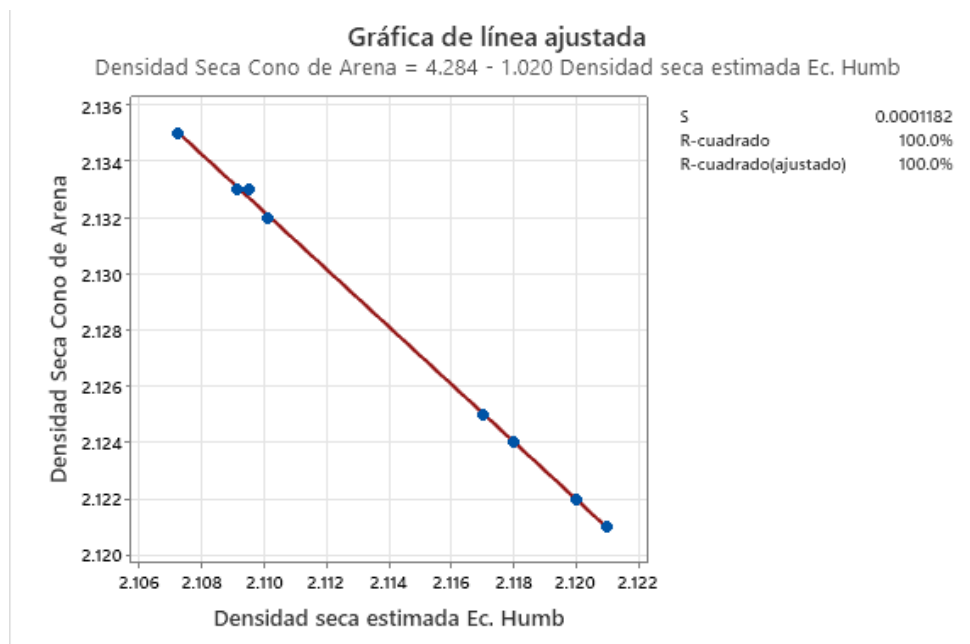
Valores estimados de densidad seca basados en los datos del experimento para la prog Km 22+060 – prog Km 22+260.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	Densidad seca estimada Ec. Humboldt
22+060	6.32	0.085	2.124	2.122	22.32	2.118
22+080	6.01	0.085	2.121	2.122	21.22	2.121
22+090	6.54	0.085	2.133	2.122	23.10	2.109
22+120	9.09	0.085	2.125	2.122	32.07	2.117
22+150	7.63	0.085	2.135	2.122	26.93	2.107
22+180	10.39	0.085	2.135	2.122	36.67	2.107
22+210	7.34	0.085	2.133	2.122	25.92	2.109
22+240	6.83	0.085	2.122	2.122	24.11	2.120
22+260	7.11	0.085	2.132	2.122	25.08	2.110

Nota. Elaboración Propia.

Figura 26

Correlación entre valores Cono de Arena y Densidad seca Estimada Ec. Humboldt.



Nota. Elaboración Propia.



La Figura 25 indica la correlación de la densidad medida por medio de la metodología de un cono de arena y la densidad vista usando la ecuación anterior.

Dicho modelo de densidad del suelo entre el Método Geogauge y el Método Cono de Arena se describe a continuación:

$$\rho_{CA} = -1.020(\rho_D) + 4.284$$

Donde:

ρ_{CA} = Densidad seca obtenido del Cono de Arena

ρ_D = Densidad Estimada, Mediante Ec. de Humboldt

n = pendiente(-1.020) y b = intercepto(4.284)

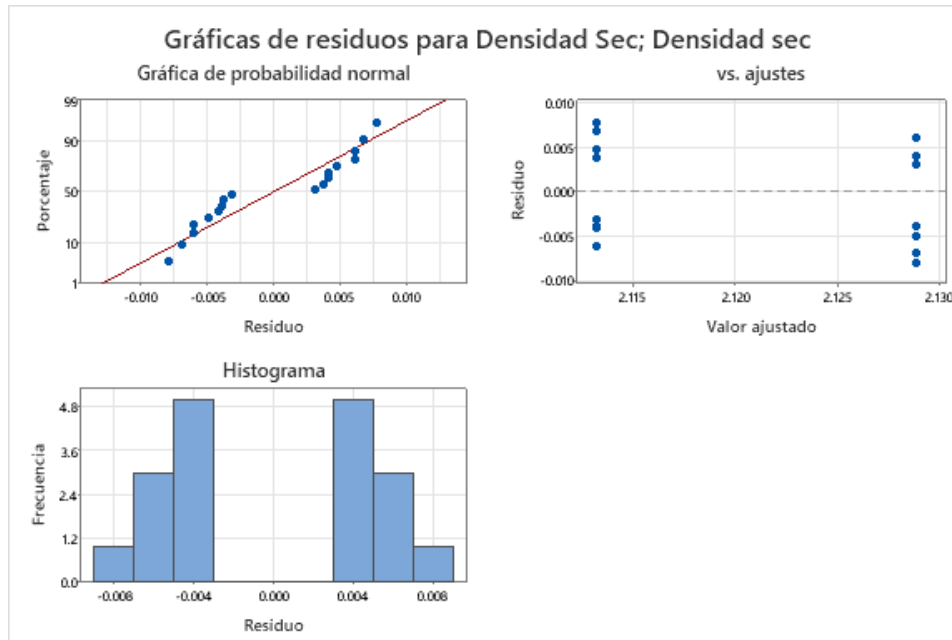
del modelo de correlacion lineal

4.2.5.5. Análisis Estadístico – Modelo De Correlación Obtenido Prog Km 22+060 – Km 22+260.

Se encontró que las gráficas de los residuales presentan una dispersión homocedástico, pero muestran un recorrido de comportamiento que no es recto, con signos positivos en los extremos y negativos en la parte central, lo que indica que puede haber una anomalía de orden mayor debido a la forma de los datos.

Figura 27

Cuadro de residuos para Densidad Seca Estimada y Densidad Seca Cono de Arena.



Nota. Elaboración propia.

De igual forma, se pasó con el tratamiento específico de esta correlación. Pero, estos pares de datos correlacionados transformaron los parámetros de correlatividad de densidad estimada Ecuación de Humboldt y densidad medida por cono de Arena (ρ_D ; ρ_{CA}) por medio de estos 2 pares de información relacionada (ρ_D); $\left(\frac{1}{\rho_{CA}}\right)$.

Tabla 29

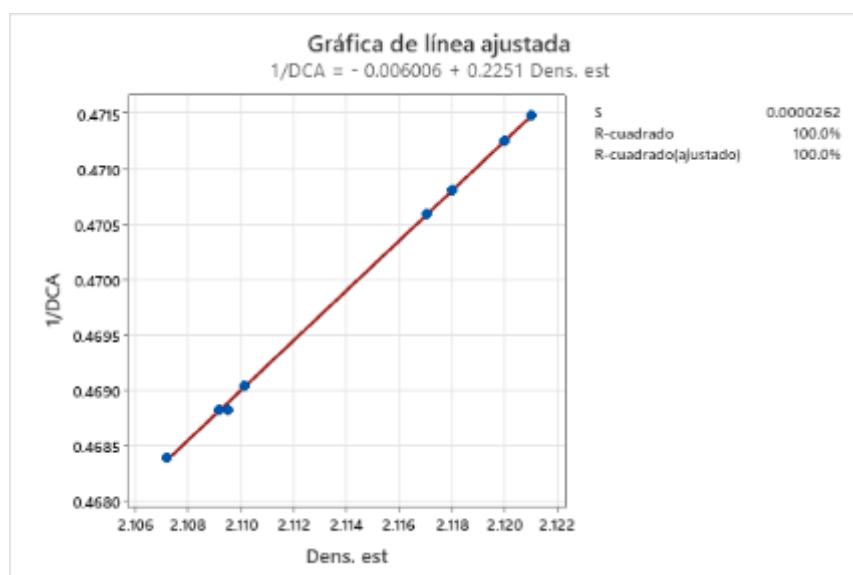
Modelo de correlación densidad seca estimada Ec. Humboldt y Cono de arena.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	1/pCA
22+060	6.32	0.085	2.124	2.122	22.32	2.118	0.471
22+080	6.01	0.085	2.121	2.122	21.22	2.121	0.471
22+090	6.54	0.085	2.133	2.122	23.10	2.109	0.469
22+120	9.09	0.085	2.125	2.122	32.07	2.117	0.471
22+150	7.63	0.085	2.135	2.122	26.93	2.107	0.468
22+180	10.39	0.085	2.135	2.122	36.67	2.107	0.468
22+210	7.34	0.085	2.133	2.122	25.92	2.109	0.469
22+240	6.83	0.085	2.122	2.122	24.11	2.120	0.471
22+260	7.11	0.085	2.132	2.122	25.08	2.110	0.469

Nota. Elaboración propia.

Figura 28

Cuadro de correlación con variables transformadas entre densidad Estimada Ec. Humboldt y densidad seca Cono de Arena.



Nota. Elaboración propia.

La actual ecuación del modelo ajustado de regresión es:

$$\frac{1}{\rho_{CA}} = -0.006006 + 0.2251 * \rho_D$$

Se puede expresar de la siguiente forma

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.006006 + 0.2251 * \rho_D} \right)$$

ρ_D = Densidad estimada, mediante Ec. de Humboldt

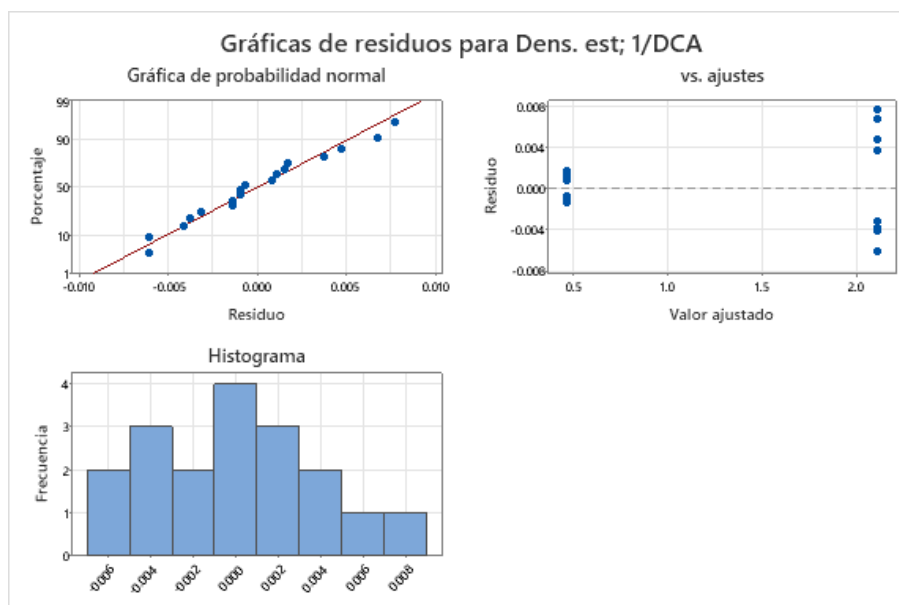
ρ_{CA} = Densidad seca obtenido del cono de arena

n = pendiente (0.2251)

b = intercepto (-0.006006) del modelo de correlación lineal

Figura 29

Cuadro de residuos- densidad del terreno, transformación Modelo de correlación de la prog. Km 22+060 – Km 22+260.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 30*Resumen estadístico ANOVA para el modelo de correlación.***Análisis de Varianza**

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	12.1551	12.1551	721287.20	0.000
Error	16	0.0003	0.0000		
Total	17	12.1553			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0041051	100.00%	100.00%	100.00%

De dicho análisis, se dio las pruebas estadísticas necesarias para que el modo correlativo recogido del Método Geogauge y el Método Cono de arena estimara la densidad del suelo de manera estadística significativa, con un p-valor superior a 0.05. Este criterio indica que el modelo obtenido es 100% confiable.

4.2.5.6. Correlación De La Densidad Seca Del Suelo Prog Km 22+090 – Km 22+440.

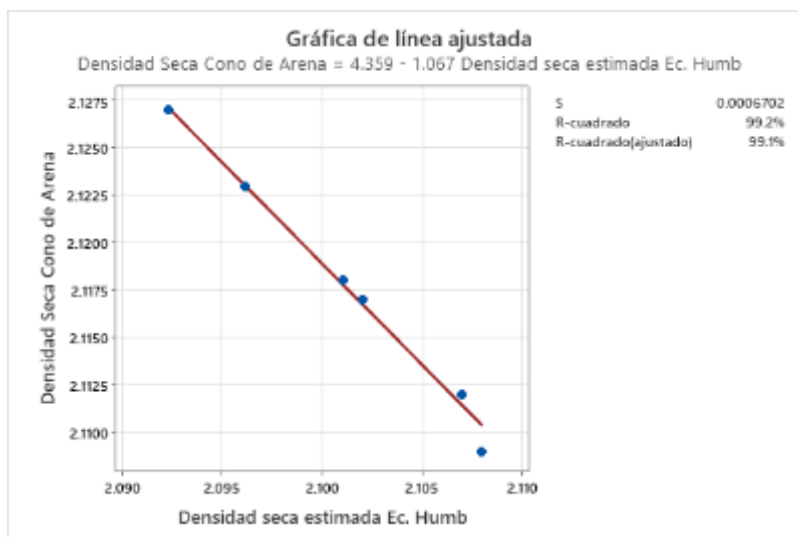
Tabla 31

Valores estimados para densidad seca a partir de datos experimentales obtenidos para la prog Km 22+290 – prog Km 22+440.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	Densidad seca estimada Ec. Humboldt
22+290	7.31	0.080	2.112	2.109	27.40	2.107
22+310	6.44	0.085	2.123	2.109	22.73	2.096
22+320	6.73	0.085	2.127	2.109	23.77	2.092
22+330	7.13	0.085	2.127	2.109	25.17	2.092
22+350	8.43	0.085	2.118	2.109	29.77	2.101
22+380	6.70	0.085	2.117	2.109	23.64	2.102
22+410	10.48	0.080	2.109	2.109	39.30	2.108
22+440	7.59	0.085	2.112	2.109	26.79	2.107

Figura 30

Cuadro de densidad seca Cono de Arena vs densidad seca Estimada.



Nota. Elaboración propia.

La Figura 29 indica la correlación entre la densidad medida mediante el método de cono de arena y la densidad estimada utilizando la ecuación de Humboldt.

Ambos métodos son descritos líneas abajo

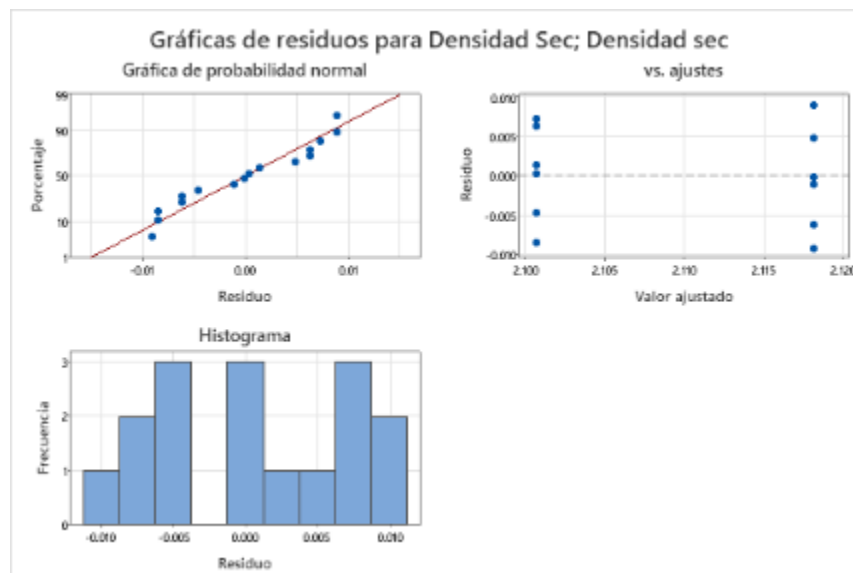
$$\rho_{CA} = -1.067(\rho_D) + 4.359$$

4.2.5.7. Análisis Estadístico – Modelo De Correlación Obtenido Prog. Km 22+290 – Km 22+440.

Se encontró que las gráficas de los residuales presentan una dispersión homocedástico, pero muestran un patrón de comportamiento no lineal, con signos positivos en los extremos y negativos en la parte central, lo que indica que puede haber una anomalía según orden mayor por la forma de los datos.

Figura 31

Cuadro de residuos, prog. Km 22+060 – Km 22+260.



Nota. Elaboración propia.

De igual forma se fue con el tratamiento específico de esta correlación. Pero, estos pares de datos correlacionados transformaron las variables de correlación densidad estimada Ecuación de Humboldt y densidad medida por cono de Arena (ρ_D ; ρ_{CA}) por medio de 2 partes de información correlacionada (ρ_D); $\left(\frac{1}{\rho_{CA}}\right)$.

Tabla 32

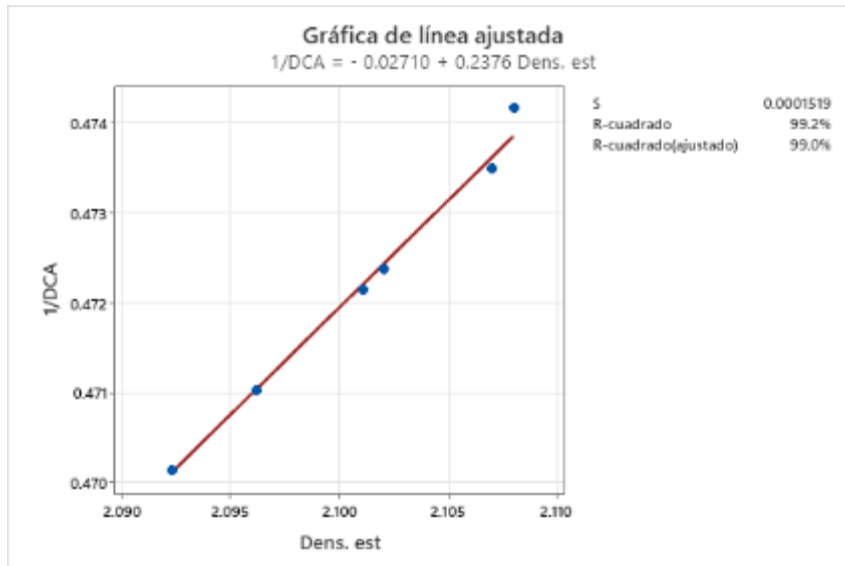
Modelo de correlación densidad seca estimada Ec. Humboldt y Cono de arena.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	1/pCA
22+290	7.31	0.080	2.112	2.109	27.40	2.107	0.473
22+310	6.44	0.085	2.123	2.109	22.73	2.096	0.471
22+320	6.73	0.085	2.127	2.109	23.77	2.092	0.470
22+330	7.13	0.085	2.127	2.109	25.17	2.092	0.470
22+350	8.43	0.085	2.118	2.109	29.77	2.101	0.472
22+380	6.70	0.085	2.117	2.109	23.64	2.102	0.472
22+410	10.48	0.080	2.109	2.109	39.30	2.108	0.474
22+440	7.59	0.085	2.112	2.109	26.79	2.107	0.473

Nota. Elaboración propia.

Figura 32

Cuadro de correlación con variables transformadas entre densidad Estimada Ec. Humboldt y densidad seca Cono de Arena.



Nota. Elaboración propia.

La ecuación es la siguiente:

$$\frac{1}{\rho_{CA}} = -0.02710 + 0.2376 * \rho_D$$

Se puede expresar de la siguiente forma:

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.02710 + 0.2376 * \rho_D} \right)$$

Figura 33

Cuadro de residuos - densidad del terreno, transformación Modelo de correlación de la prog. Km 22+090 – Km 22+440.



Nota. Elaboración propia.

Tabla 33

Resumen estadístico ANOVA para el modelo de correlación.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	10.6095	10.6095	472864.23	0.000
Error	14	0.0003	0.0000		
Total	15	10.6098			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0047367	100.00%	100.00%	100.00%

El análisis de varianza proporcionó pruebas estadísticas necesarias para que el modelo de correlación obtenido del Método Geogauge y el Método Cono de arena estimara la densidad del suelo de manera

estadísticamente significativa, con un p-valor superior a 0.05. Se determinó que el modelo obtenido tenía una confiabilidad del 95%.

4.2.5.8. Correlación De La Densidad Seca Del Suelo Prog Km 22+470 – Km 22+600.

Tabla 34

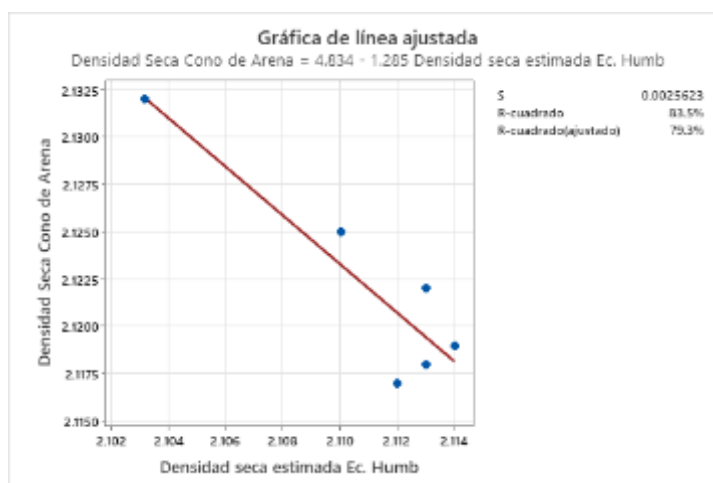
Valores estimados para densidad seca a partir de datos experimentales obtenidos para la prog Km 22+470 – prog Km 22+600.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	Densidad seca estimada Ec. Humboldt
22+470	10.72	0.080	2.118	2.115	40.19	2.113
22+500	8.20	0.085	2.132	2.115	28.93	2.103
22+530	9.46	0.085	2.119	2.115	33.40	2.114
22+550	9.57	0.085	2.117	2.115	33.78	2.112
22+580	9.31	0.085	2.122	2.115	32.85	2.113
22+600	9.47	0.085	2.125	2.115	33.42	2.110

Nota. Elaboración Propia.

Figura 34

Cuadro de Densidad seca cono de arena y Ec. Estimada Humboldt.



La Figura 33 muestra la relación entre la densidad medida mediante la metodología de cono de arena y la densidad estimada utilizando la ecuación de Humboldt.

El modelo se describe a continuación:

$$\rho_{CA} = -1.285(\rho_D) + 4.834$$

4.2.5.9. Análisis Estadístico – Modelo De Correlación Obtenido Prog Km 22+470 – Km 22+600.

la descripción de las gráficas de residuales mostró una dispersión homocedástico, pero mostraron un modo de comportamiento no lineal, con signos positivos en los extremos y negativos en la parte central, lo que indica que puede haber una anomalía de orden mayor en la forma de los datos..

Figura 35

Cuadro de residuo para densidad Seca y densidad seca estimada Humboldt.



De manera similar, se procedió con el tratamiento específico de esta correlación. Sin embargo, estos pares de datos correlacionados transformaron las variables de correlación de densidad estimada Ecuación de Humboldt y densidad medida por cono de Arena (ρ_D ; ρ_{CA})

respectivamente se realizó mediante estos pares de datos

correlacionados $(\rho_D); \left(\frac{1}{\rho_{CA}}\right)$.

Tabla 35

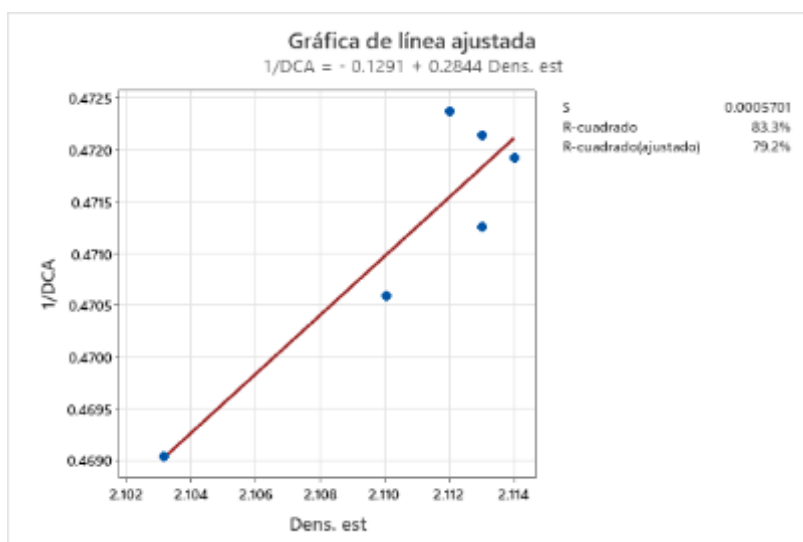
Modelo de correlación densidad seca estimada Ec. Humboldt y Cono de arena.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	1/pCA
22+470	10.72	0.080	2.118	2.115	40.19	2.113	0.472
22+500	8.20	0.085	2.132	2.115	28.93	2.103	0.469
22+530	9.46	0.085	2.119	2.115	33.40	2.114	0.472
22+550	9.57	0.085	2.117	2.115	33.78	2.112	0.472
22+580	9.31	0.085	2.122	2.115	32.85	2.113	0.471
22+600	9.47	0.085	2.125	2.115	33.42	2.110	0.471

Nota: Elaboración propia.

Figura 36

Cuadro de correlación con variables transformadas entre densidad Estimada Ec. Humboldt y densidad seca Cono de Arena.



La nueva ecuación del modelo ajustado de regresión es:

$$\frac{1}{\rho_{CA}} = -0.1291 + 0.2844 * \rho_D$$

Se puede expresar de la siguiente forma

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.1291 + 0.2844 * \rho_D} \right)$$

Figura 37

Cuadro de residuos- densidad del terreno, transformación Modelo de correlación de la prog. Km 22+470 – Km 22+600.

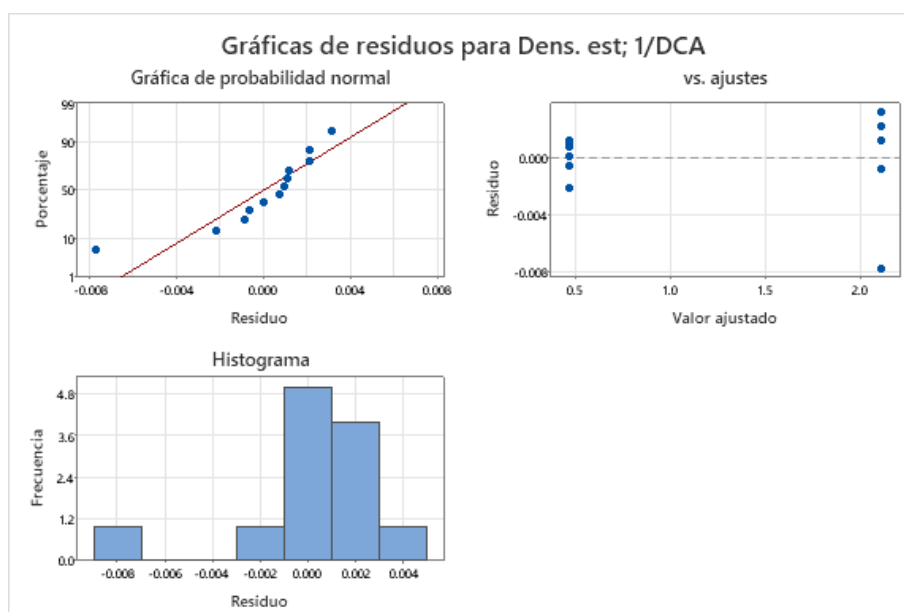


Tabla 36

Resumen estadístico ANOVA para el modelo de correlación.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	8.06536	8.06536	915089.52	0.000
Error	10	0.00009	0.00001		
Total	11	8.06545			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0029688	100.00%	100.00%	100.00%

Dicho análisis pruebas estadísticas necesarias para que el modelo de correlación obtenido por ambos métodos de manera estadísticamente significativa, con un p-valor superior a 0.05. Se determinó que el modelo obtenido tenía una confiabilidad del 95%.

4.2.5.10. Correlación De La Densidad Seca Del Suelo Prog. Km 22+620 – Km 22+720.

Tabla 37

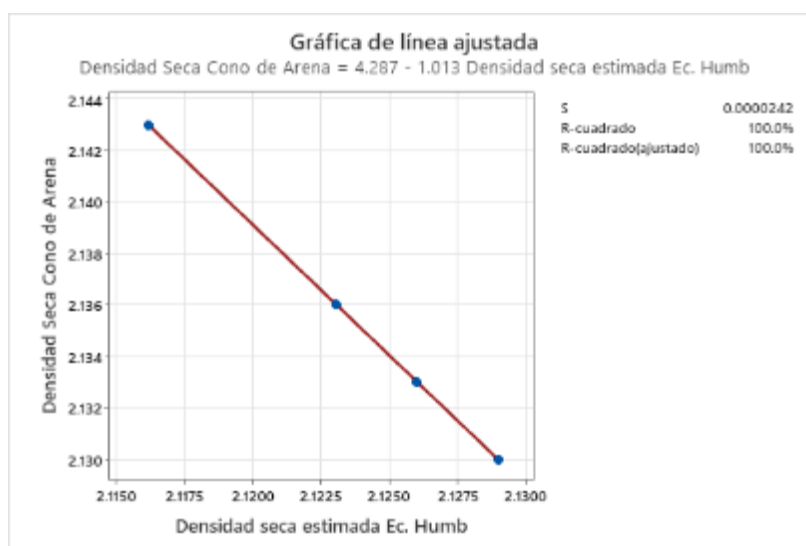
Valores estimados para densidad seca a partir de datos experimentales obtenidos para la prog Km 22+620 – prog Km 22+720.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	Densidad seca estimada Ec. Humboldt
22+620	9.44	0.080	2.143	2.129	35.40	2.116
22+650	6.24	0.080	2.130	2.129	23.39	2.129
22+690	7.05	0.080	2.133	2.129	26.44	2.126
22+720	6.79	0.080	2.136	2.129	25.45	2.123

Nota. Elaboración propia.

Figura 38

Cuadro densidad seca Cono de Arena y Ec. Estimada Humboldt.



La Figura 37 muestra la relación entre la densidad medida mediante el método de cono de arena y la densidad estimada utilizando la ecuación de Humboldt.

El modelo de correlación esta descrito a continuación.:

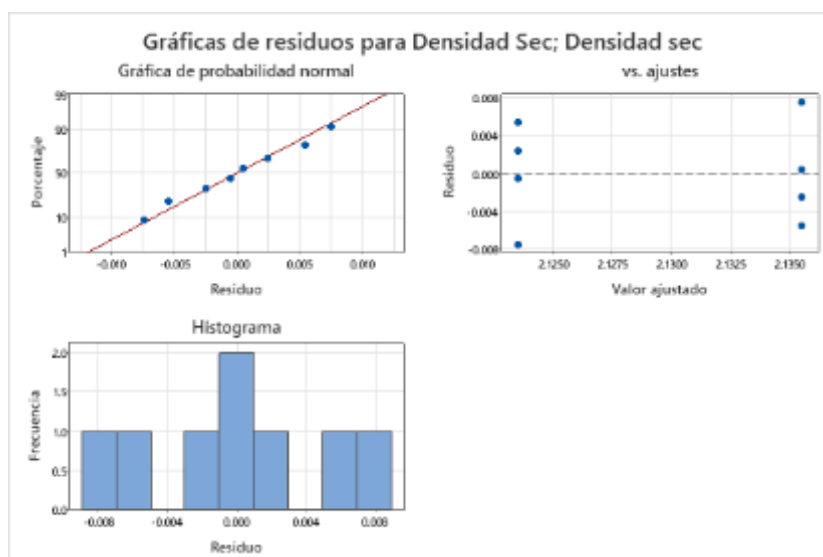
$$\rho_{CA} = -1.013(\rho_D) + 4.287$$

4.2.5.11. Análisis Estadístico – Modelo De Correlación Obtenido Prog. Km 22+620 – Km 22+720.

la descripción de figuras residuales mostró una dispersión homocedástico, pero mostraron un modo de comportarse no lineal, con signos positivos en los extremos y negativos en la parte central, lo que indica que puede haber una anomalía de orden mayor en la forma de los datos.

Figura 39

Cuadro de residuos Densidad Seca y Ec. Estimada Humboldt.



De igual forma se siguió con el tratamiento de esta correlación específica.

Pero, las variables de correlación con nabos modelos fue realizada por

medio de estos 2 datos correlacionados (ρ_D); $\left(\frac{1}{\rho_{CA}}\right)$.

Tabla 38

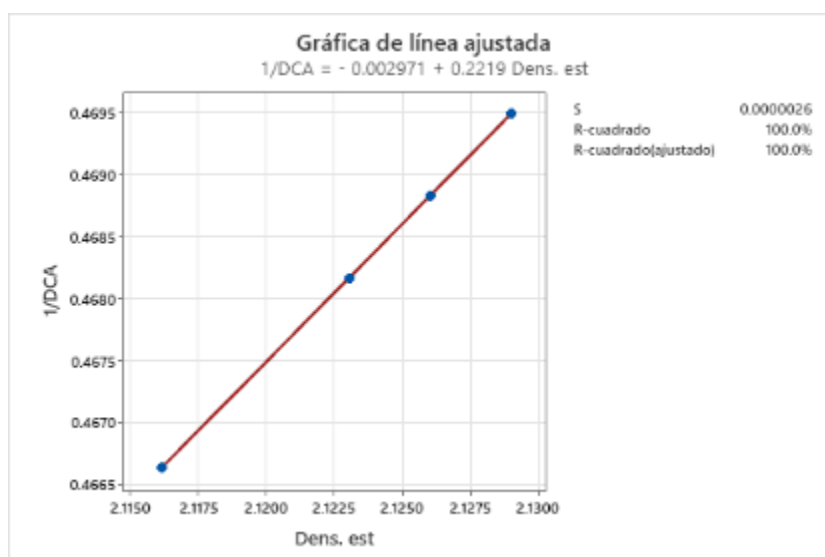
Modelo de correlación densidad seca estimada Ec. Humboldt y Cono de arena.

Progresiva	Rigidez K	Humedad m	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	1/pCA
22+620	9.44	0.080	2.143	2.129	35.40	2.116	0.467
22+650	6.24	0.080	2.130	2.129	23.39	2.129	0.469
22+690	7.05	0.080	2.133	2.129	26.44	2.126	0.469
22+720	6.79	0.080	2.136	2.129	25.45	2.123	0.468

Nota. Elaboración propia.

Figura 40

Cuadro de correlación con variables transformadas entre densidad Estimada Ec. Humboldt y densidad seca Cono de Arena.



La actual ecuación del modelo ajustado de regresión es:

$$\frac{1}{\rho_{CA}} = -0.002971 + 0.2219 * \rho_D$$

Se puede expresar de la siguiente forma

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.002971 + 0.2219 * \rho_D} \right)$$

Figura 41

Cuadro de residuos- densidad del terreno, transformación Modelo de correlación de la prog. Km 22+620 – Km 22+720.

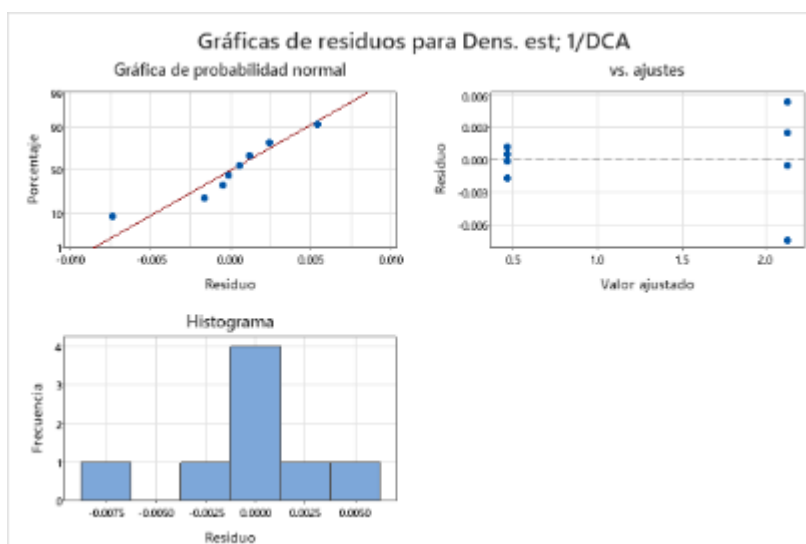


Tabla 39

Resumen estadístico ANOVA para el modelo de correlación.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	1	5.47987	5.47987	345919.43	0.000
Error	6	0.00010	0.00002		
Total	7	5.47997			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0.0039801	100.00%	100.00%	100.00%

El análisis de varianza realizado por ANOVA proporcionó suficiente evidencia estadística para que ambos modelos dieran una densidad del suelo de manera estadística significativa, con un p-valor superior a 0.05. Este criterio demostró la validez del modelo con una confiabilidad del 95%.

4.2.6. Validación Del Modelo Y Comparación Con Valores Medidos

Se validará el modelo y se comparará con los valores medidos después de obtener el modelo de correlación. Las estimaciones de densidad en la ecuación de Humboldt se sustituyen para obtener los valores del modelo de correlación. La prueba t de Student como criterio estadístico se usó para evaluar la validez estadística de la comparación de los resultados.

4.2.6.1. Prog. Km 22+060 – Km 22+260.

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.006006 + 0.2251 * \rho_D} \right)$$

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.006006 + 0.2251 * 2.118} \right) = 2.124 \text{ gr/cm}^3$$

Tabla 40

Valores estimados para densidad seca a partir de correlación Geogauge.

Progresiva	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	Densidad seca Determinada Modelo de Correlación
22+060	2.124	2.118	2.124
22+080	2.121	2.121	2.121
22+090	2.133	2.109	2.133
22+120	2.125	2.117	2.125
22+150	2.135	2.107	2.135
22+180	2.135	2.107	2.135
22+210	2.133	2.109	2.133
22+240	2.122	2.120	2.122
22+260	2.132	2.110	2.132

Nota. Elaboración propia, 20233.

4.2.6.2. Prog. Km 22+290 – Km 22+440.

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.02710 + 0.2376 * \rho_D} \right)$$
$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.02710 + 0.2376 * 2.107} \right) = 2.112 \text{gr/cm}^3$$

Tabla 41

Valores estimados para densidad seca a partir de correlación Geogauge.

Progresiva	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	Densidad Seca Determinada Modelo de Correlación
22+290	2.112	2.107	2.112
22+310	2.123	2.096	2.123
22+320	2.127	2.092	2.128
22+330	2.127	2.092	2.128
22+350	2.118	2.101	2.118
22+380	2.117	2.102	2.117
22+410	2.109	2.108	2.111
22+440	2.112	2.107	2.112

Nota. Elaboración propia.

4.2.6.3. Prog Km 22+470 – Km 22+600.

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.1291 + 0.2844 * \rho_D} \right)$$

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.1291 + 0.2844 * 2.113} \right) = 2.119 \text{gr/cm}^3$$

Tabla 42

Valores estimados para densidad seca a partir de correlación Geogauge.

Progresiva	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	Densidad Seca Determinada Modelo de Correlación
22+470	2.118	2.113	2.119
22+500	2.132	2.103	2.132
22+530	2.119	2.114	2.118
22+550	2.117	2.112	2.121
22+580	2.122	2.113	2.119
22+600	2.125	2.110	2.123

Nota. Elaboración propia.

4.2.6.4. Prog Km 22+620 – Km 22+720.

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.002971 + 0.2219 * \rho_D} \right)$$

$$\rho_{CA} = \left(\frac{1}{-0.002971 + 0.2219 * 2.116} \right) = 2.143 \text{gr/cm}^3$$

Tabla 43

Valores Estimados para densidad seca a partir de correlación Geogauge.

Progresiva	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	Densidad Seca Determinada Modelo de Correlación
22+620	2.143	2.116	2.143
22+650	2.130	2.129	2.130
22+690	2.133	2.126	2.133
22+720	2.136	2.123	2.136

Nota. Elaboración propia.

4.3. Prueba De Hipótesis

4.3.1. Contrastación De La Hipótesis A

Tabla 44

Valores estimados para densidad seca a partir del modelo de correlación para Geogauge.

Progresiva	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad seca estimada Ec. Humboldt	Densidad Seca Determinada Modelo de Correlación
22+060	2.124	2.118	2.124
22+080	2.121	2.121	2.121
22+090	2.133	2.109	2.133
22+120	2.125	2.117	2.125
22+150	2.135	2.107	2.135
22+180	2.135	2.107	2.135
22+210	2.133	2.109	2.133
22+240	2.122	2.120	2.122
22+260	2.132	2.110	2.132
22+290	2.112	2.107	2.112
22+310	2.123	2.096	2.123
22+320	2.127	2.092	2.128
22+330	2.127	2.092	2.128
22+350	2.118	2.101	2.118
22+380	2.117	2.102	2.117
22+410	2.109	2.108	2.111
22+440	2.112	2.107	2.112
22+470	2.118	2.113	2.119

22+500	2.132	2.103	2.132
22+530	2.119	2.114	2.118
22+550	2.117	2.112	2.121
22+580	2.122	2.113	2.119
22+600	2.125	2.110	2.123
22+620	2.143	2.116	2.143
22+650	2.130	2.129	2.130
22+690	2.133	2.126	2.133
22+720	2.136	2.123	2.136

Nota. Elaboración propia.

Interpretación,

En la parte superior se visualiza la densidad seca estimada por el cono de arena, y la densidad seca determinada por el modelo de correlación, donde la variación de los resultados estimados de los mismos es mínima. En conclusión, existe una mínima variación al momento de correlacionar el método Geogauge con el cono de arena para el cálculo de la densidad seca del suelo.

4.3.2. Contrastación De La Hipótesis B

Tabla 45

Relación de Rigidez y Contenido de humedad asumiendo un valor C del terreno.

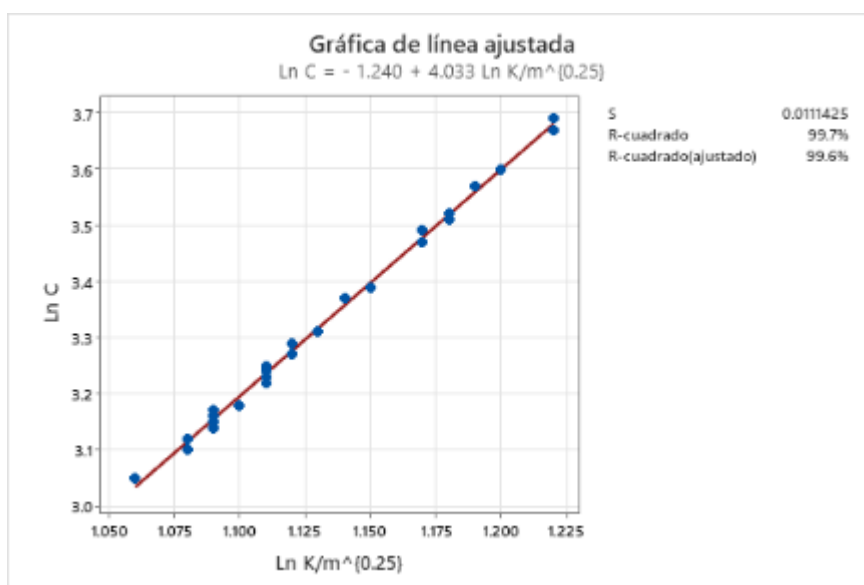
Progresiva	Rigidez (K)	Humedad (m)	Densidad Seca Cono de Arena	Densidad Máxima Seca	Valor C del terreno	$k/m^{0.25}$	Ln C	Ln $K/m^{0.25}$
22+060	6.32	0.085	2.124	2.12	22.31	2.94	3.10	1.08
22+080	6.01	0.085	2.121	2.12	21.21	2.90	3.05	1.06
22+090	6.54	0.085	2.133	2.12	23.08	2.96	3.14	1.09
22+120	9.09	0.085	2.125	2.12	32.08	3.22	3.47	1.17
22+150	7.63	0.085	2.135	2.12	26.93	3.08	3.29	1.12
22+180	10.39	0.085	2.135	2.12	36.67	3.33	3.60	1.20
22+210	7.34	0.085	2.133	2.12	25.91	3.05	3.25	1.11
22+240	6.83	0.085	2.122	2.12	24.11	2.99	3.18	1.10
22+260	7.11	0.085	2.132	2.12	25.10	3.02	3.22	1.11
22+290	7.31	0.080	2.112	2.11	27.41	3.09	3.31	1.13
22+310	6.44	0.085	2.123	2.11	22.73	2.95	3.12	1.08

22+320	6.73	0.085	2.127	2.11	23.76	2.98	3.17	1.09
22+330	7.13	0.085	2.127	2.11	25.17	3.03	3.23	1.11
22+350	8.43	0.085	2.118	2.11	29.75	3.16	3.39	1.15
22+380	6.7	0.085	2.117	2.11	23.65	2.98	3.16	1.09
22+410	10.48	0.080	2.109	2.11	39.30	3.38	3.67	1.22
22+440	7.59	0.085	2.112	2.11	26.79	3.07	3.29	1.12
22+470	10.72	0.080	2.118	2.12	40.20	3.40	3.69	1.22
22+500	8.2	0.085	2.132	2.12	28.94	3.13	3.37	1.14
22+530	9.46	0.085	2.119	2.12	33.39	3.25	3.51	1.18
22+550	9.57	0.085	2.117	2.12	33.78	3.26	3.52	1.18
22+580	9.31	0.085	2.122	2.12	32.86	3.24	3.49	1.17
22+600	9.47	0.085	2.125	2.12	33.42	3.25	3.51	1.18
22+620	9.44	0.080	2.143	2.13	35.40	3.30	3.57	1.19
22+650	6.24	0.080	2.130	2.13	23.40	2.97	3.15	1.09
22+690	7.05	0.080	2.133	2.13	26.44	3.06	3.27	1.12
22+720	6.79	0.080	2.136	2.13	25.46	3.04	3.24	1.11

Nota. Elaboración propia.

Figura 42

Correlación entre valores Ln C y la Relación Ln k/m^{0.25}.



Nota. Elaboración propia.

La ecuación de regresión es:

$$C' = 4.033 \left(\frac{k}{m}\right)' - 1.240$$

Tabla 46

Resumen estadístico ANOVA Ln C vs Ln {k/m}^{0.25}.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Regresión	1	0.888504	0.888504	7156.35	0.000
Error	25	0.003104	0.000124		
Total	26	0.891607			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)
0.0111425	99.65%	99.64%

Estadístico de Durbin-Watson

Estadístico de Durbin-Watson = 2.38154

Interpretación.

Al aplicar la técnica de regresión lineal simple a la información (C', K/m'), se obtuvo un coeficiente R^2 después de usar el análisis de varianza ANOVA para la definición de regresión, lo que resultó en un 99.6% de variabilidad en el valor C del suelo, con una desviación estándar de 0.0111425 MN/m.

El análisis de varianza realizado resultó en una regresión simple ajustada estadística significativa con un p-valor superior a 0.05 y un criterio de validez con una confiabilidad del 95%. El estadístico de Durbin-Watson es aproximadamente igual a 2.38, lo que indica que no hay una correlación auto correlacional entre errores.

4.3.3. Contratación De La Hipótesis C

4.3.3.1. Presupuesto Densímetro Electromecánico Geogauge.

Tabla 47

Presupuesto del Densímetro Electromecánico Geogauge.

Ensayos con el Densímetro electromecánico Geogauge					
ITEM	DESCRIPCION	UND	P	UNITARIO	TOTAL
1	Alquiler del densímetro electromecánico Geogauge por punto	glb	S/	50.00	S/ 3,450.00
2	Traslado de personal en obra	glb	S/	200.00	S/ 200.00
3	Técnico de Laboratorio	glb	S/	2,400.00	S/ 2,400.00
4	Viáticos	glb	S/	400.00	S/ 400.00
TOTAL					S/ 6,450.00

4.3.3.2. Presupuesto del Cono de Arena.

Tabla 48

Presupuesto del Cono de Arena.

Ensayos con el Cono de Arena					
ITEM	DESCRIPCION	UND	P	UNITARIO	TOTAL
1	Alquiler del Cono de Arena	glb	S/	450.00	S/ 450.00
2	Traslado de personal en obra	glb	S/	200.00	S/ 200.00
3	Técnico de Laboratorio	glb	S/	2,400.00	S/ 2,400.00
4	Viáticos	glb	S/	400.00	S/ 400.00
TOTAL					S/ 3,450.00

El presupuesto para el alquiler del densímetro electromecánico es de S/.6,450, con un precio de S/. 93.50 por cada punto ensayado, mientras que el presupuesto para el cono de arena es de S/. 3,450.00, con un precio de S/. 50.00, por cada punto ensayado. Estos presupuestos se calculan para un periodo de alquiler de un mes.



CONCLUSIONES

De esta investigación, podemos sacar las siguientes conclusiones:

PRIMERA: Según el análisis de confiabilidad, la densidad seca medida por el densímetro electromecánico Geogauge tiene un nivel de significancia del 1 % y un nivel de confiabilidad del 99 % en comparación con el método del cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata.

SEGUNDA: Los resultados de medición del método del cono de arena y el densímetro electromecánico Geogauge para medir el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata son equivalentes, con un coeficiente de correlación de 0.964 para el densímetro electromecánico Geogauge en comparación con el cono de arena, lo que indica una fuerte correlación entre ambos ensayos.

De los 69 ensayos realizados se encontró un coeficiente de determinación $R^2 = 99.6\%$ para la correlación de la densidad seca entre el cono de arena y el densímetro electromecánico.

TERCERA: El análisis de la diferencia de precios reveló que el método del cono de arena tiene un costo inferior en más del 50% al del densímetro electromecánico. Se ha demostrado que el método del cono de



arena es más económico que otras opciones. El tiempo de operación del densímetro electromecánico Geogauge es más corto que el cono de arena, lo que le permite realizar más pruebas sin aumentar el presupuesto. Esto contrasta con el cono de arena, cuyo presupuesto depende de la realización de pruebas por parte de un solo operador.



RECOMENDACIONES

De esta investigación, podemos sugerir lo siguiente:

- PRIMERA:** Dado que ambos métodos arrojan resultados mínimamente variables entre sí, se recomienda obtener mayor cantidad de muestras y puntos para obtener resultados más confiables según el análisis de confianza Anova, utilizar indistintamente el método Geogauge o el cono de arena para estimar la densidad seca del suelo y calcular el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata.
- SEGUNDO:** Se recomienda ampliar la base de datos para obtener más modelos de correlación que comparen la densidad seca entre el densímetro electromecánico Geogauge y el método de cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota Santa Rosa de Huayllata.
- TERCERO:** A pesar de que el densímetro electromecánico Geogauge tiene un costo inicial significativamente más alto, su tiempo de operación más corto permite realizar más pruebas en el mismo período, lo que puede resultar en ahorros de costos a largo plazo y en una mayor eficiencia operativa. Por lo tanto, se recomienda evaluar el costo-beneficio total, considerando no solo el precio inicial, sino también los costos de mano de obra, el número de pruebas necesarias y el tiempo de ejecución. En situaciones donde se requiera una gran cantidad de pruebas en un tiempo reducido, el uso del densímetro electromecánico Geogauge podría resultar más beneficioso y justificado a pesar de su mayor costo inicial.



REFERENCIAS

- AMERICAN SOCIETY of TESTING and MATERIALS, D.-1. (2018). Standard test method for measuring stiffness and apparent modulus of soil and soil aggregate in-place by an Electro-Mechanical Method.
- Arias Gonzáles, J. L. (2021). *Diseño y Metodología de la Investigación*. Arequipa. Retrieved from https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w26022w/Arias_S2.pdf
- Arispe Alburquenque, M. C., Yangali Vicente, S. J., Guerrero Bejarano, A. M., Rivera Lozada de Bonilla, O., Acuña Gamboa, L. A., & Arellano Sacramento, C. (2020). *La Investigación Científica*. Ecuador. Retrieved from <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA%20INVESTIGACION%20CIENTIFICA.pdf>
- ASTM. (2015). Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by Sand-Cone Method.
- ASTM. (2021). Standard Test Method for Measuring Stiffness and Apparent Modulus of Soil and Soil-Aggregate In-Place by Electro-Mechanical Method. Retrieved from <https://www.astm.org/d6758-18e01.html>
- Botía Díaz, W. A. (2015). Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de calculo. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10654/6239>
- Cárdenas Cedillo, L. P. (2018). *Comprobación del Módulo de Young y la Rigidez de la capa Estructural de varias muestras de suelo mediante ensayos del Geogauge y correlacionarlos con el Densímetro Nuclear y el Penetrómetro Dinámico de Cono (DCP)*. Universidad Central del Ecuador, Quito. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17554/1/T-UCE-0011-ICF-086.pdf>
- Cavero Tello, E. J., & Teran Soret, J. L. (2015). *NÚMERO DE CICLOS PATRÓN A NIVEL DE CAPA DE AFIRMADO PARA OBTENER EL ÓPTIMO*



GRADO DE COMPACTACIÓN, UTILIZANDO MÉTODOS: CONO DE ARENA Y DENSÍMETRO NUCLEAR; EN EL ACCESO PRINCIPAL A CONGA, CAJAMARCA 2015. Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Retrieved from <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/9428/Cavero%20Ello%20Edward%20Jimmy%20Teran%20Soret%20Jorge%20Luis.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

Charles R. Nelson, P. M. (1999). Comparison of the Humboldt GeoGauge™ With In-Place Quasi-Static Plate Load Tests. Retrieved from <http://hanmicorp.co.kr/MFG/Humboldt/GeoGauge/GeoGauge--Reports/CNA%20Plate%20Load%20Report.doc.pdf>

Chirinos Quispe, J. C. (2016). *EFFECTO DE LA ENERGIA DE COMPACTACIÓN EN LA DENSIDAD MÁXIMA SECA Y CONTENIDO ÓPTIMO DE HUMEDAD DEL SUELO GRANULAR DE LA CANTERA EL GAVILÁN, 2015.* Universidad Privada del Norte, Cajamarca. Retrieved from <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/10377/Chirinos%20Quispe%20Juan%20Carlos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones.* Retrieved from https://www.academia.edu/35912353/Crespo_Villalaz_MECÁNICA_DE_SUELOS_Y_CIMENTACIONES_PDF

Flores Cano, J. M. (2014). *VALIDACIÓN DE LA DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD IN-SITU, DE UN TRAMO DEL PROYECTO "COLLASTABELA", UTILIZANDO UN DENSÍMETRO ELÉCTRICO Y COMPARANDO LOS RESULTADOS CON EL DENSÍMETRO NUCLEAR Y EL CONO DE ARENA (Tesis de Grado).* Repositorio Institucional, Quito, Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/6413/9.20.001615.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

GeoGauge, H. (2014). A field instrument for measuring lift stiffness and Soils Modulus. Retrieved from https://www.humboldtmfg.com/manuals/H-4140_man_GeoGauge.pdf



- Guerrón Vecillas, S. A. (2013). *COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE DENSIDAD DE CAMPO POR LOS MÉTODOS CONO Y ARENA, VOLUMÉTRICO Y DENSÍMETRO NUCLEAR*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, QUITO. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1294/1/T-UCE-0011-37.pdf>
- Guevara Alban, G. P., Verdesoto Arguello, A. E., & Castro Molina, N. E. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*. Retrieved from <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/860>
- Huanca Conde , C. J. (2018). Guía de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos. Retrieved from <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/21959>
- Indra Sensue, D., Cahyaningish, E., & Catur Wibowo, W. (2015). Identifying Knowledge Management Process of Indonesian Government Human Capital Management Using Analytical Hierarchy Process and Pearson Correlation Analysis. *Procedia Computer Science*, 233-243. doi:<https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.12.136>
- Jozef Vlcek, T. V. (2016). Comparative Analysis of Dynamic Methods for Earthwork Controlling. *ELSEVIER*, 161, 438-488. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581632896X>
- Júarez Badillo, E., & Rico Rodríguez, A. (2005). *Fundamentos de la mecánica de suelos Tomo I*. Retrieved from <https://veteranos1927.files.wordpress.com/2014/05/mecanica-de-suelos-tomo-1-juarez-badillo.pdf>
- Katarína Zgútová, M. D. (2015). Using of Alternative Methods at Earthworks Quality Control [Utilización de métodos de control de calidad del movimiento de tierras]. *Procedia Earth and Planetary Science*, 263 - 270. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878522015003276>



- López Regalado, O. (2017). Medición, Técnicas e Instrumentos de Investigación. Retrieved from <https://es.slideshare.net/oscarlopezregalado/instrumentos-de-investigacin-9217795>
- Molina Vinasco, G. M. (2017). Guías para los laboratorios de mecánica de suelos de la Universidad Libre Seccional Pereira. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10901/17101>
- Montejo Fonseca, A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Retrieved from https://www.academia.edu/22782711/Ingenieria_de_pavimentos_Alfonso_Montejo_Fonseca
- Montoya Freire, M. I. (2005). Evaluación en campo del módulo de Young equivalente y el grado de compactación para geomateriales. Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/45041>
- MTC. (2013). Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Retrieved from https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manual_es.html
- Narvaez Espinoza, M. E. (2017). *Estudios Comparativos del grado de Compactación y Modulo de Young para Evaluar la respuesta Mecanica en Rellenos Estructurales*. Universidad Técnica de Machala, Machala. Retrieved from http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11604/1/TTUAIC_2017_IC_CD0010.pdf
- Palma, R. P. (2022). Análisis crítico del coeficiente de determinación(R^2), como indicador de la calidad de modelos lineales y no lineales. *Matemática ESPOL - FCNM JOURNAL*, 3-5. Retrieved from <http://www.revistas.espol.edu.ec/index.php/matematica/article/view/1037/917>



- Pérez García, N., & Garnica Anguas, P. (2010). Algunas Consideraciones sobre el Control de Calidad de Materiales Compactados en Carreteras. Retrieved from <https://docplayer.es/48861784-Algunas-consideraciones-sobre-el-control-de-calidad-de-materiales-compactados-en-carreteras.html>
- Salgado Ale, O. A., & Peralta Baluarte, R. O. (2016). Análisis técnico-económico del concreto fluido como reemplazo del relleno estructural compactado – en la construcción de la planta concentradora del proyecto minero Las Bambas. Retrieved from <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/91>
- Súarez Valbuena, J. S. (2013). Guías de laboratorio para el área de suelos (mecánica de suelos y laboratorio - pavimentos y laboratorio). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10983/1088>
- Testing Construction Materials Humboldt. (n.d.). GeoGauge Compaction Uniformity via in place Stiffness Measurement. Illinois, U.S.A. Retrieved from <https://www.humboldtmg.com/datasheets/GeoGauge.pdf>
- Verbal H., F. (2019). Consideraciones básicas sobre compactación de suelos. *Portal de Revistas Académicas Chilenas*. Retrieved from <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/298>



APÉNDICES



APÉNDICE 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO : CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA – SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL: ¿Cuáles serán el nivel de confiabilidad de la densidad seca y la correlación del densímetro electromecánico Geogauge en comparación con el método del cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Evaluar y analizar el nivel de confiabilidad de la densidad seca y así mismo obtener la correlación del densímetro electromecánico Geogauge con respecto al cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL: Mediante los métodos del densímetro electromecánico Geogauge y el cono de arena, se tendrá un nivel de confiabilidad en la medición de la densidad seca y una correlación significativa para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.</p>	<p>VARIABLE DE INTERÉS Nivel de precisión de la densidad seca. Costo por medición de la densidad seca.</p>	<p>TECNICAS E INDICADORES: - Clasificación -Tipo de gradación -Tamaño de material. -Tamaño de partículas</p>	<p>LINEA DE INVESTIGACION Tecnología de la construcción</p> <p>CAMPO TEMATICO Transportes</p> <p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo Correlacional</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS: 1 ¿Cuál será el nivel de confiabilidad de la densidad seca medida por el densímetro electromecánico Geogauge en comparación con el método del cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno? 2 ¿Cuál será la correlación entre los resultados obtenidos con el densímetro electromecánico y el método del cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno? 3 ¿Cuál es el análisis comparativo de eficiencia en términos de costo entre el densímetro electromecánico Geogauge y método cono de arena para determinar el grado de compactación de la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS: 1. Obtener el nivel de confiabilidad de la densidad seca medida por el densímetro electromecánico Geogauge en comparación del método cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno. 2. Obtener la correlación entre los resultados del método del densímetro electromecánico y el método cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno. 3. Realizar un cuadro comparativo de eficiencia en términos de costo entre el densímetro electromecánico Geogauge y método cono de arena para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS: 1. Según los resultados de la densidad seca del densímetro electromecánico con respecto a los resultados del cono de arena se obtendrá el nivel de confiabilidad para determinar el grado de compactación en la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno. 2. Mediante los resultados obtenidos por ambos ensayos, se logrará obtener una correlación para determinar el grado de compactación de la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno. 3. A través del cuadro comparativo financiero realizado, se podrá determinar cuál es el método económicamente viable para determinar el grado de compactación de la base granular del proyecto Calacota – Santa Rosa de Huayllata, Puno.</p>	<p>VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN. Densidad seca con el cono de Arena. Densidad seca con el densímetro electromecánico Geogauge.</p>	<p>INSTRUMENTOS: - Herramientas manuales. - Juego de tamices, horno, balanza, taras y fichas técnicas. - Equipo de Proctor modificado. - Cono de arena -Equipo electro mecánico Geogauge</p>	<p>DISEÑO DE LA INVESTIGACION No experimental</p> <p>POBLACION 22+933 km de la carretera Calacota – Santa Rosa de Huayllata</p> <p>MUESTRA - 700 m de los suelos que conforman la base granular de la carretera Calacota – Santa Rosa de Huayllata.</p>

6.1. Apéndice 2 Certificados De Laboratorio



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

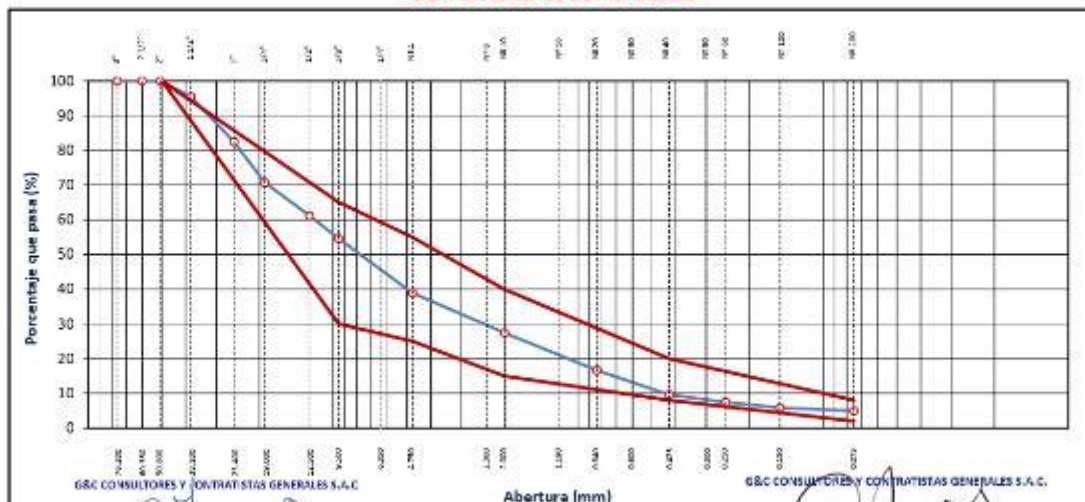
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GFGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLAIA, PUNO	Registro N°	UANCV-AP-10718-01-20-100-000
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLAIA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT.	BASE GRANULAR	SOLICITANTE	BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
PROGRESIVA	KM. 22+030 - 22+260	COORDENADAS	
MUESTREO	KM. 22+100		
MUESTRA	M - 01		
		TAMANO MÁXIMO	2 in.
		LADO	N.A.
		ESTE	
		NORTE	
		COTA	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 10727.00 gr.
6 in.	152.400						Masa Fracción : 379.00 gr.
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (%) : 9.10
3 in.	76.200						TAMANO MÁXIMO : 2 in.
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL) : NP
2 in.	50.800				100.00		Límite Plástico (LP) : NP
1 1/2 in.	38.100	480.26	4.48	4.48	95.52		Índice Plástico (IP) : NP
1 in.	25.400	1400.15	13.05	17.53	82.47		Clasificación (SUCS) : GW
3/4 in.	19.000	1261.21	11.76	29.29	70.71		Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
1/2 in.	12.500	1021.54	9.52	38.81	61.19		Índice de Consistencia : NP
3/8 in.	9.500	710.95	6.63	45.44	54.56		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 4	4.750	1678.94	15.65	61.09	38.91		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con arena
Nº 8	2.360						Materia Orgánica :
Nº 10	2.000	1226.52	11.43	72.52	27.48		turba : --
Nº 16	1.190						CU : 26.903 CC : 1.113
Nº 20	0.840	1163.97	10.85	83.37	16.63		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2" : 0.00
Nº 40	0.425	754.95	7.04	90.41	9.59		Grava 2" - Nº 4 : 61.09
Nº 50	0.300						Arena Nº4 - Nº 200 : 33.94
Nº 60	0.250	231.16	2.15	92.57	7.43		Finos < Nº 200 : 4.97
Nº 100	0.150	167.51	1.56	94.13	5.87		%>2" : 0.0%
Nº 200	0.075	97.03	0.90	95.03	4.97		
< Nº 200	FONDO	532.81	4.97	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: Las especificaciones fueron proporcionados por el responsable del estudio.

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TITULO DE ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516100

ING. ALEX LUÍS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 204174



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TFSTIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N° : UANCV/LATA 2023 (N. 221100 G&C)
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT.	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
PROGRESIVA	: KM. 22+030 - 22+260	COORDENADAS	
MUESTREO	: KM. 22+100	TAMANO MÁXIMO	: 2 in.
MUESTRA	: M - 01	LADO	: N.A.
		FRTF	:
		NORTE	:
		COTA	:

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	[n°]				
MASA DE LA TARA	[g]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]		NP		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]				
MASA DE AGUA	[g]				
MASA DEL SUELO SECO	[g]				
CONTENIDO DE HUMEDAD	[%]				
NUMERO DE GOLPES	[n°]				

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	[n°]				
MASA DE LA TARA	[g]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]		NP		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]				
MASA DE AGUA	[g]				
MASA DEL SUELO SECO	[g]				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	[%]	NP		NP	LP= NP



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES
Las muestras y datos fueron proporcionados por el G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

[Signature]
Bach. LIC. MARLY CARMEN YANA CONDORY
TITULAR DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516393

[Signature]
ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 204174



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEDGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	11449299 - 001449299-001
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT.	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
PROGRESIVA	: KM. 22+030 - 22+260	TAMANO MÁXIMO	: 2 in.
MUESTREO	: KM. 22+100	TADO	: N.A.
MUESTRA	: M - 01		
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

N° DE ENSAYOS		1	2	3
Nº Tara	[nº]	CH - 01	CH - 02	CH - 03
Masa Tara	[g]	70.72	72.20	78.94
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	420.90	314.66	381.55
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	390.22	293.62	356.56
Masa Agua	[g]	30.68	21.04	24.99
Masa Suelo Seco	[g]	319.50	221.42	277.62
Contenido de Humedad	[%]	9.60	9.50	9.00
PROMEDIO	(%)	9.4		

Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. LIC. ALBERTO FAYET ARGOLLO
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 471 94718

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
ANALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 471 94718



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT
(56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°: UANCV_AIA 10/23 KM 22+100 G&C
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: CALACOTA SANTA ROSA DE HUAYLLATA PROVINCIA DEL COLLAO DEPARTAMENTO DE PUNO
TIPO DE MAT. PROGRESIVA	: BASE GRANULAR : KM. 22+000 22+260
MUESTREO	: KM. 22+100
MUESTRA	: M 01
SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
TAMANO MÁXIMO	: 2 in.
LADO	: N.A.
COORDENADAS	
ESTE	:
NORTE	:
COTA	:

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GW	% Ret. Tamiz 3/4":	29.29 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-a (0)	% Ret. Tamiz 3/8":	45.44 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava bien gradada con arena	% Ret. Tamiz N°4	61.09 %
		METODO DE ENSAYO	: [Metodo C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOI DE No	: X - 01	VOLUMEN DEL MOI DE	: 2123.00 cm ³
MASA DEL MOI DE	: 7.928 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12414	12650	12863	12852
Masa del Molde	[g]	7928	7928	7928	7928
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4486	4731	4935	4924
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.113	2.228	2.325	2.319

Capsula No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capsula	[g]	59.70	57.26	58.22	59.99
Suelo Humedo + Capsula	[g]	343.41	351.32	357.99	426.92
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	328.65	330.30	331.48	389.67
Masa del Agua	[g]	14.79	21.02	26.51	37.25
Masa del Suelo Seco	[g]	268.95	273.04	273.26	329.68
Humedad (%)	%	5.50%	7.70%	9.70%	11.30%
Promedio de Humedad (%)	%	5.50%	7.70%	9.70%	11.30%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	2.003	2.069	2.119	2.084
Peso Unitario Seco	kN/m³	19.64	20.29	20.78	20.44

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D 1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	2.120	gr/cc	20.790	kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	9.80	%	9.80	%



Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del proyecto.

Bach. LCI MARLY CARVER YANA CORDOBA
TÉCNICO ENCARGADA DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 97161091

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 204176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

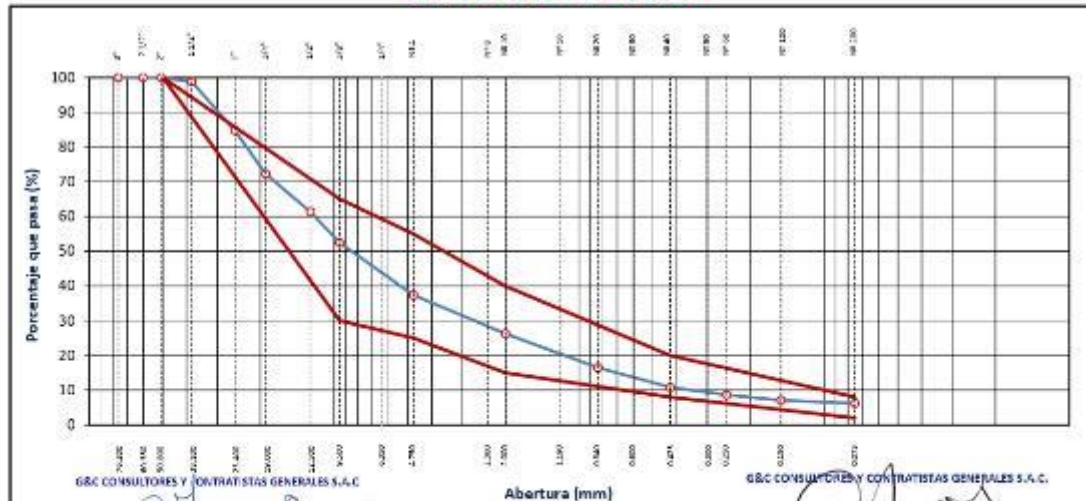
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOSALGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	11010001-000-1007-0000-0000
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MUEL. PROGRESIVA	BASE GRANULAR	SOLICITANTE	BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
MUESTREO	KM. 22+260 - 22+460	TAMANO MAXIMO	2 in.
MUESTRA	M - 02	LADO	N.A.
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Masa inicial seca : 10123.00 gr.
6 in.	152.400						Masa Fracción : 345.00 gr.
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (%) : 8.60
3 in.	76.200						TAMANO MAXIMO : 2 in.
2 1/2 in.	60.350						Limite Líquido (LL) : NP
2 in.	50.800				100.00		Limite Plástico (LP) : NP
1 1/2 in.	38.100	120.00	1.19	1.19	98.81		Indice Plástico (IP) : NP
1 in.	25.400	1431.52	14.14	15.33	84.67		Clasificación (SUCS) : GW - GM
3/4 in.	19.000	1256.65	12.41	27.74	72.26		Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
1/2 in.	12.500	1107.36	10.89	38.63	61.37		Indice de Consistencia : NP
3/8 in.	9.500	901.74	8.91	47.54	52.46		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 4	4.750	1526.84	15.08	62.62	37.38		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con limo y arena
Nº 8	2.360						Materia Orgánica :
Nº 10	2.000	1124.97	11.11	73.73	26.27		turba : --
Nº 16	1.190						CU : 35.269 CC : 1.757
Nº 20	0.840	991.60	9.80	83.53	16.47		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2" : 0.00
Nº 40	0.425	574.27	5.67	89.20	10.80		Grava 2" - Nº 4 : 62.62
Nº 50	0.300						Arena Nº 4 - Nº 200 : 31.17
Nº 60	0.250	220.89	2.18	91.38	8.62		Fines < Nº 200 : 6.21
Nº 100	0.150	154.87	1.53	92.91	7.09		% > 2" : 0.0%
Nº 200	0.075	88.84	0.88	93.79	6.21		
< Nº 200	FONDO	628.45	6.21	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones: Los máximos límites fueron proporcionados por el responsable del estudio.

Bach. LIC. MARIE CARMEN YANA CORDOY
TÉCNICO ENCARGADA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516393

ING. ALEX LUJE GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TFSTIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOLAUCE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N° : UANCV_LATA 2023 (N. 22) 020 G&C
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT.	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE : BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO	COORDENADAS
PROGRESIVA	: KM. 22+260 - 22+460	TAMANO MÁXIMO : 2 in.	FSTF :
MUESTREO	: KM. 22+320	LADO : N.A.	NORTE :
MUESTRA	: M - 02		COTA :

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	[n°]				
MASA DE LA TARA	[g]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]				
MASA TARA + SUELO SECO	[g]				
MASA DE AGUA	[g]				
MASA DEL SUELO SECO	[g]				
CONTENIDO DE HUMEDAD	[%]				
NUMERO DE GOLPES	[n°]				

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	[n°]				
MASA DE LA TARA	[g]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]				
MASA TARA + SUELO SECO	[g]				
MASA DE AGUA	[g]				
MASA DEL SUELO SECO	[g]				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	[%]	NP	NP	LP= NP	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

[Signature]
 Bach. LIC. MARIE CARMEN YAJA CONDORY
 TÉCNICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 87516193

OBSERVACIONES
Las muestras y datos fueron proporcionados por el G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

[Signature]
 ING. ALEX LUJE GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	CONRELACION ENTRE EL METODO DEL GAUGE Y CONDO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	00449246-1-2014-01-000000
		Fecha	17 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT.	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
PROGRESIVA	: KM. 22+260 - 22+460	TAMANO MÁXIMO	: 2 in.
MUESTRAS	: M - 02	LADO	: N.A.
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

N° DE ENSAYOS		1	2	3
Nº Tara	[nº]	CH - 04	CH - 05	CH - 06
Masa Tara	[g]	71.43	72.05	74.93
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	314.82	420.10	320.24
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	296.24	392.06	300.68
Masa Agua	[g]	18.58	28.04	19.56
Masa Suelo Seco	[g]	224.81	320.01	225.75
Contenido de Humedad	[%]	8.26	8.76	8.66
PROMEDIO	(%)	8.6		

Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. L.C. MARY CARRERA HANA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
IME - 01141111

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT
(56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N° : UANCV_AIA 10/21 KM 22+320-G&C
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CALACOTA SANTA ROSA DE HUAYLLATA PROVINCIA DEL COLLAO DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT. PROGRESIVA	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
MUESTREO	: KM. 22+320	TAMANO MÁXIMO	: 2 In.
MUESTRA	: M 02	LADO	: N.A.
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GW - GM	% Ret. Tamiz 3/4"	: 27.74 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-a (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 47.54 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava bien graduada con limo y arena	% Ret. Tamiz N°4	: 62.62 %
		METODO DE ENSAYO	: [Metodo C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOI DE No	: X - 01	VOLUMEN DE MOI DE	: 2123.00 cm ³
MASA DE MOI DE	: 7,928 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12747	12458	12770	12673
Masa del Molde	[g]	7928	7928	7928	7928
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4319	4530	4842	4745
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.034	2.134	2.281	2.235

Capsula No	No	TP-05	TP-06	TP-07	TP-08
Masa de la Capsula	[g]	57.85	58.54	57.52	61.29
Suelo Humedo + Capsula	[g]	295.43	341.02	369.68	400.92
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	283.69	327.61	346.02	369.76
Masa del Agua	[g]	11.74	16.41	23.66	31.16
Masa del Suelo Seco	[g]	225.84	269.07	288.50	308.47
Humedad (%)	%	5.20%	6.10%	8.20%	10.10%
Promedio de Humedad (%)	%	5.20%	6.10%	8.20%	10.10%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	1.934	2.011	2.108	2.030
Peso Unitario Seco	kN/m³	18.96	19.72	20.67	19.91

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	2.109 gr/cc	20.680 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	8.30 %	8.30 %



Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del proyecto.

Bach. LCI MARY CAROLIN YANA COORDINADORA
TÉCNICO ENCARGADA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516393

ING. ALEX LUJE GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

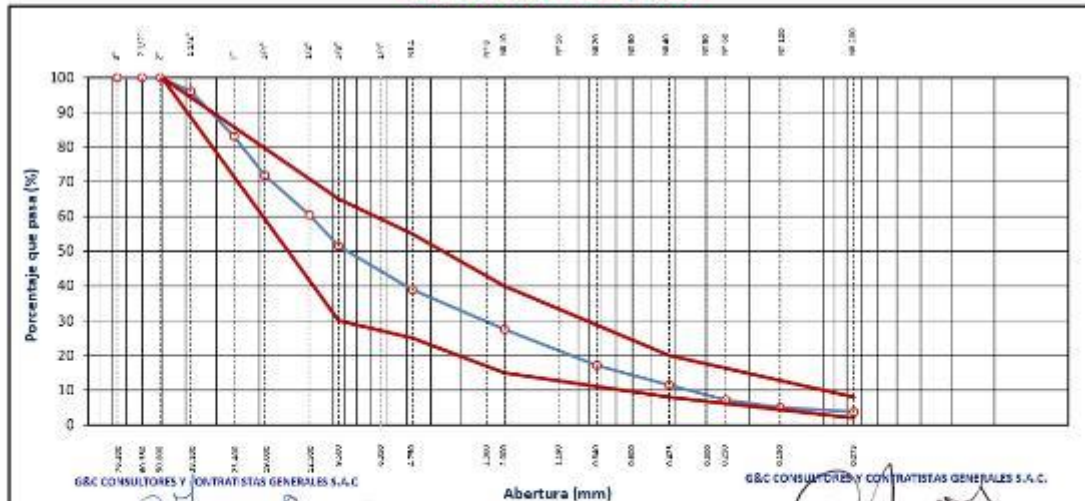
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOSALGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	1141634 - 00010214000 - 004000-0000
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MUEL. PROGRESIVA	BASE GRANULAR	SOLICITANTE	BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
MUESTREO	KM. 22+460 - 22+610	TAMANO MÁXIMO	2 in.
MUESTRA	M - 03	LADO	N.A.
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in.	254.000						Masa inicial seca : 11461.00 gr.
6 in.	152.400						Masa Fracción : 381.14 gr.
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (%) : 9.80
3 in.	76.200						TAMANO MÁXIMO : 2 in.
2 1/2 in.	60.350						Limite Líquido (LL) : NP
2 in.	50.800				100.00		Limite Plástico (LP) : NP
1 1/2 in.	38.100	451.30	3.94	3.94	96.06		Indice Plástico (IP) : NP
1 in.	25.400	1482.01	12.93	16.87	83.13		Clasificación (SUCS) : GW
3/4 in.	19.000	1295.14	11.31	28.18	71.82		Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0)
1/2 in.	12.500	1301.66	11.36	39.54	60.46		Indice de Consistencia : NP
3/8 in.	9.500	1032.84	9.01	48.55	51.45		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 4	4.750	1430.98	12.49	61.03	38.97		Descripción (SUCS) : Grava bien gradada con arena
Nº 8	2.360						Materia Orgánica : --
Nº 10	2.000	1315.31	11.48	72.51	27.49		turba : --
Nº 16	1.190						CU : 36.747 CC : 1.413
Nº 20	0.840	1186.53	10.35	82.86	17.14		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2" : 0.00
Nº 40	0.425	649.98	5.67	88.53	11.47		Grava 2" - Nº 4 : 61.03
Nº 50	0.300						Arena Nº 4 - Nº 200 : 35.19
Nº 60	0.250	493.31	4.30	92.84	7.16		Finos < Nº 200 : 3.78
Nº 100	0.150	246.19	2.15	94.99	5.01		W<2" : 0.0%
Nº 200	0.075	141.78	1.24	96.22	3.78		
< Nº 200	FONDO	132.97	3.78	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: Los máximos límites fueron proporcionados por el responsable del estudio.

Bach. LIC. MARIE CARMEN YANA CORDOY
TÉCNICO ENCARGADA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516193

ING. ALEX LUJE GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOLUCEF Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N° : UANCV_LATA 2023 (N. 221520) G&C
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT.	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
PROGRESIVA	: KM. 22+450 - 22+610	TAMANO MÁXIMO	: 2 in.
MUESTREO	: KM. 22+520	LABO	: N.A.
MUESTRA	: M - 03		
		COORDENADAS	
		FSTF	:
		NORTE	:
		COTA	:

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	[n°]				
MASA DE LA TARA	[g]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]				
MASA TARA + SUELO SECO	[g]				
MASA DE AGUA	[g]				
MASA DEL SUELO SECO	[g]				
CONTENIDO DE HUMEDAD	[%]				
NUMERO DE GOLPES	[n°]				

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	[n°]				
MASA DE LA TARA	[g]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]				
MASA TARA + SUELO SECO	[g]				
MASA DE AGUA	[g]				
MASA DEL SUELO SECO	[g]				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	[%]	NP	NP	LP= NP	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

[Firma]
 BACH. LIC. MARIE CAROLIN YAJA CONDORY
 TÉCNICO EN PRUEBAS DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 87516193

OBSERVACIONES
Las muestras y datos fueron proporcionados por el G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

[Firma]
 ING. ALEX LUJE GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO DEL GAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N° : 11447024-1021-04-10-000000
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
TIPO DE MAT.	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE : BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
PROGRESIVA	: KM. 22+160 - 22+610	COORDENADAS
MUESTRO	: KM. 22+520	
MUESTRA	: M - 03	TAMANO MÁXIMO : 2 in.
		ADD : N.A.
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :

N° DE ENSAYOS		1	2	3
Nº Tara	[nº]	CH - 07	CH - 08	CH - 09
Masa Tara	[g]	69.50	76.94	68.92
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	355.03	367.33	342.25
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	329.63	342.71	316.58
Masa Agua	[g]	25.40	24.62	25.67
Masa Suelo Seco	[g]	260.13	265.77	247.66
Contenido de Humedad	[g]	9.76	9.26	10.37
PROMEDIO	(%)	9.8		

Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Bach. **INGRID MARY CARMEN YANA CONDORY**
TÉCNICO EN MATERIALES DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 0716193

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE MATERIALES Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 200175



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT
(56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°: UANCV_AIA 10/21 KM 221520 G&C
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CALACOTA SANTA ROSA DE HUAYLLATA PROVINCIA DEL COLLAO DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT. PROGRESIVA	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
MUESTREO	: KM. 22+460 22+610	COORDENADAS	
MUESTRA	: M 03	TAMANO MÁXIMO	: 2 in.
		LADO	: N.A.
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GW	% Ret. Tamiz 3/4"	: 28.18 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-a (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 48.55 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava bien gradada con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 61.03 %
		METODO DE ENSAYO	: [Metodo C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOI DE No	: X - 01	VOLUMEN DE MOI DE	: 2123.00 cm ³
MASA DE MOI DE	: 7.928 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12197	12474	12770	12655
Masa del Molde	[g]	7928	7928	7928	7928
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4269	4546	4842	4727
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.011	2.141	2.281	2.227

Capsula No	No	TP-09	TP-10	TP-11	TP-12
Masa de la Capsula	[g]	57.73	60.46	57.38	57.88
Suelo Humedo + Capsula	[g]	322.60	342.26	315.69	374.42
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	310.23	324.32	285.67	344.34
Masa del Agua	[g]	12.37	17.94	20.02	30.08
Masa del Suelo Seco	[g]	252.50	263.86	238.29	286.46
Humedad (%)	%	4.90%	6.80%	8.40%	10.50%
Promedio de Humedad (%)	%	4.90%	6.80%	8.40%	10.50%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	1.917	2.005	2.104	2.015
Peso Unitario Seco	kN/m³	18.80	19.66	20.63	19.76

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	2.105 gr/cc	20.640 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmeda	HUMEDAD OPTIMA	8.40 %	8.40 %



Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del proyecto.

Bach. LCI MARY CAROLIN YANA GORDON
TÉCNICO ENCARGADA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516393

ING. ALEX LUJE GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

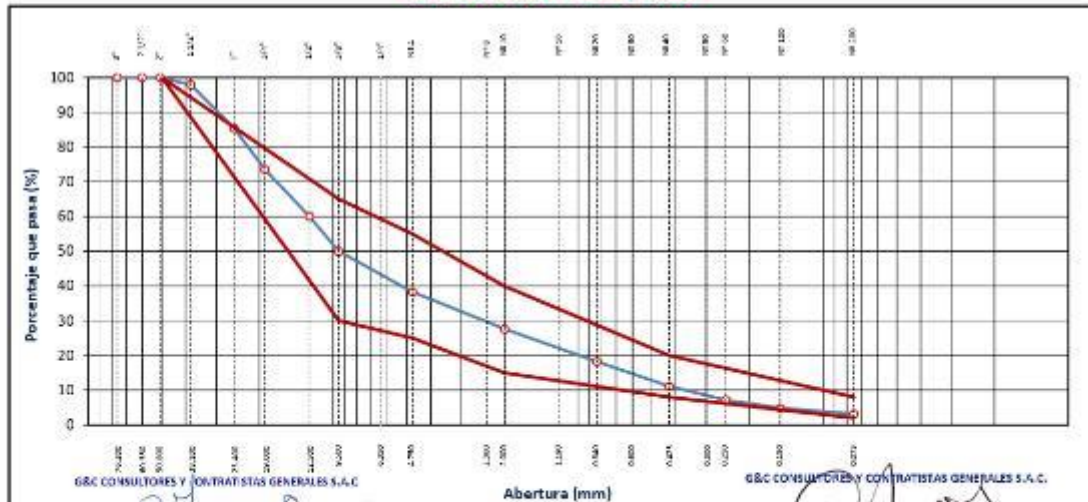
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTES	CORRELACION ENTRE EL METODO GFGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N° : 115/2023-APP-1079-KM-20-000-000
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
TIPO DE MAT.	BASE GRANULAR	COORDENADAS
PROGRESIVA	KM. 22+610 - 22+870	
MUESTREO	KM. 22+840	ESTE :
MUESTRA	M - 04	NORTE :
	SOLICITANTE : BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO	COTA :
	TAMANO MÁXIMO : 2 in.	
	LADO : N.A.	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2716 - D4318 - D3287 - D2487)
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 12253.00 gr.
6 in.	152.400						Masa Fracción : 431.58 gr.
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (%) : 9.10
3 in.	76.200						TAMANO MÁXIMO : 2 in.
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL) : NP
2 in.	50.800				100.00		Límite Plástico (LP) : NP
1 1/2 in.	38.100	253.14	2.07	2.07	97.93		Índice Plástico (IP) : NP
1 in.	25.400	1532.95	12.51	14.58	85.42		Clasificación (SUCS) : GW
3/4 in.	19.000	1456.98	11.89	26.47	73.53		Clasificación (AASHTO) : A-1-s (0)
1/2 in.	12.500	1653.21	13.49	39.96	60.04		Índice de Consistencia : NP
3/8 in.	9.500	1232.44	10.06	50.02	49.98		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) : BUENO
Nº 4	4.750	1433.14	11.70	61.71	38.29		Descripción (SUCS) : Grava bien graduada con arena
Nº 8	2.360						Materia Orgánica :
Nº 10	2.000	1305.88	10.66	72.37	27.63		Turba : --
Nº 16	1.190						CU : 35.165 CC : 1.326
Nº 20	0.840	1151.64	9.40	81.77	18.23		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2" : 0.00
Nº 40	0.425	876.53	7.15	88.92	11.08		Grava 2" - Nº 4 : 61.71
Nº 50	0.300						Arena Nº4 - Nº 200 : 35.12
Nº 60	0.250	481.09	3.93	92.85	7.15		Finos < Nº 200 : 3.17
Nº 100	0.150	282.39	2.30	95.16	4.84		% > 2" : 0.0%
Nº 200	0.075	205.44	1.68	96.83	3.17		
< Nº 200	FONDO	398.16	3.17	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: Los materiales fueron proporcionados por el responsable del estudio.

Bach. LC. MARY CARMEN YANA CONDORY
TITULO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516393

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 254174



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TFSTIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GECAUCE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N° : UANCV_LATA 2023 - IN 221040-06C
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT.	: BASE GRANULAR	SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
PROGRESIVA	: KM. 22+610 - 22+870	COORDENADAS	
MUESTREO	: KM. 22+840	TAMANO MÁXIMO	: 2 in.
MUESTRA	: M - 04	LADO	: N.A.
		FSTF	:
		NORTE	:
		COTA	:

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	[n°]				
MASA DE LA TARA	[g]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]				
MASA TARA + SUELO SECO	[g]				
MASA DE AGUA	[g]				
MASA DEL SUELO SECO	[g]				
CONTENIDO DE HUMEDAD	[%]				
NUMERO DE GOLPES	[n°]				

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	[n°]				
MASA DE LA TARA	[g]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]				
MASA TARA + SUELO SECO	[g]				
MASA DE AGUA	[g]				
MASA DEL SUELO SECO	[g]				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	[%]	NP	NP	LP= NP	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

[Signature]
Bach. LIC. MARLY CARMEN YANA CONDORI
TECNIKA DE INVESTIGACIÓN DE MATERIALES Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516393

OBSERVACIONES
Las muestras y datos fueron proporcionados por el G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

[Signature]
ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 258176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO DEL GAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	014495245128118121000000000
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE MAT.	BASE GRANULAR	SOLICITANTE	BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
PROGRESIVA	KM. 22+610 - 22+870	TAMANO MÁXIMO	2 in.
MUESTREO	KM. 22+840	ADDO	N.A.
MUESTRA	M - 04		
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara	[n°]	CH - 10	CH - 11	CH - 12
Masa Tara	[g]	76.71	72.05	75.99
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	414.64	333.96	372.26
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	387.12	311.75	347.60
Masa Agua	[g]	27.52	22.21	24.66
Masa Suelo Seco	[g]	310.41	239.70	272.01
Contenido de Humedad	[%]	8.87	9.27	9.07
PROMEDIO	(%)	9.1		

Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Ing. MARY CARMEN YANA CONDORY
 TECNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACION
 Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 97176383

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 DNI: 289176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12(2021))

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N° : UANCV_AIA 10/23 KM. 221840-G&C
		Fecha : 27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CALACOTA SANTA ROSA DE HUAYLLATA PROVINCIA DEL COLLAO DEPARTAMENTO DE PUNO	
TIPO DE M.A.I. PROGRESIVA	: BASE GRANULAR : KM. 221810 - 221870	SOLICITANTE : BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO
MUESTRO MUESTRA	: M 01	TAMANO MÁXIMO : 2 In. LADO : N.A.
		COORDENADAS ESTE : NORTE : COTA :

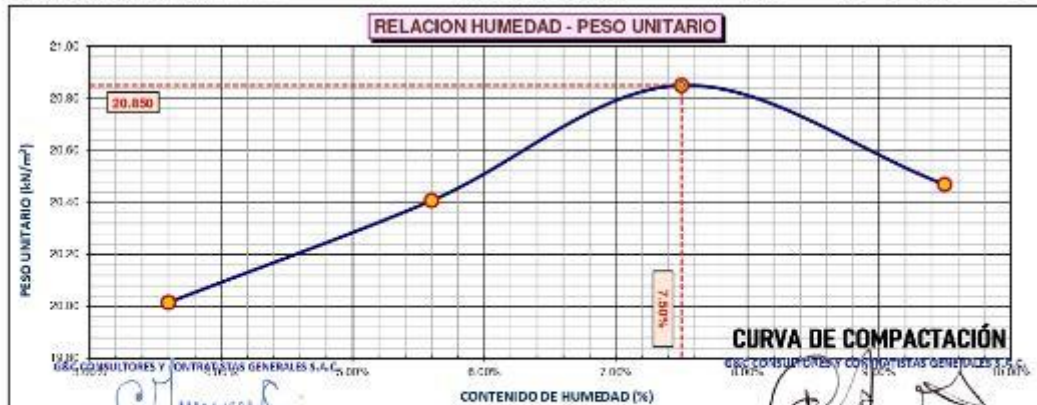
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: GW	% Ret. Tamiz 3/4"	: 26.47 %
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-1-a (0)	% Ret. Tamiz 3/8"	: 50.02 %
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Grava bien gradada con arena	% Ret. Tamiz N°4	: 61.71 %
		METODO DE ENSAYO	: [Metodo C]
		No DE CAPAS	: 5
		GOLPES POR CAPA	: 56

EQUIPO EMPLEADO			
MOI DE No	: X - 01	VOI UMFN DEI MOI DE	: 2123.00 cm ³
MASA DEI MOI DE	: 7,928 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12417	12593	12780	12780
Masa del Molde	[g]	7928	7928	7928	7928
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	4489	4665	4852	4852
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.114	2.197	2.285	2.285

Capsula No	No	TP-13	TP-14	TP-15	TP-16
Masa de la Capsula	[g]	61.15	60.30	58.22	57.79
Suelo Humedo + Capsula	[g]	319.87	340.96	394.52	374.81
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	307.02	326.08	371.06	347.31
Masa del Agua	[g]	8.85	14.88	23.46	27.50
Masa del Suelo Seco	[g]	245.87	265.78	312.04	289.52
Humedad (%)	%	3.60%	5.60%	7.50%	9.50%
Promedio de Humedad (%)	%	3.60%	5.60%	7.50%	9.50%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	2.041	2.081	2.126	2.087
Peso Unitario Seco	kN/m³	20.02	20.41	20.85	20.47

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D 1557-12(2021)	PESO UNITARIO SECO	: 2.126 gr/cc	: 20.850 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 7.50 %	: 7.50 %



Observaciones: Las muestras y datos fueron proporcionados por el responsable del proyecto.

Bach. LIC. MARLY CARIBEN YANA CONDORY
TITULO ESPECIALISTA DEL LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
DNI: 87516309

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 254174



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a1)

ILSIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEORGAGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	UNICOLM-03-D-EN-002
		Fecha	27 de Octubre del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE ENSAYO	IN SITU	SOLICITANTE	BACH. ALBERTO PAYE ARICOLLO
TAMAÑO MÁXIMO	2 n.		

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO DE 6 1/2")

A	PROGRESIVA	PRDG.	22+060	22+080	22+090	22+120
B	PROCEDENCIA	-	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR
C	PUNTO	-	P - 01	P - 02	P - 03	P - 04
D	LADO	-	L1E	17Q	F1F	D1R
F	PROFUNDIDAD	cm.	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0

01	PESO DEL FRASCO - CONO + ARENA	gr.	7309.00	7120.00	7015.00	7187.00
02	PESO DEL FRASCO - CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	3399.00	3256.00	3176.00	2995.00
03	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	3910.00	3864.00	3839.00	4192.00
04	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
05	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2427.00	2381.00	2356.00	2709.00
06	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
07	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	1866.92	1831.54	1832.31	2083.85
08	PESO DEL TARRO - SUELO + GRAVA	gr.	4412.00	4320.00	4297.00	4896.00
09	PESO DEL TARRO	gr.	NO SE DE POLIETILENO	BOLSA DE POLIETILENO	BOLSA DE POLIETILENO	BOLSA DE POLIETILENO
10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	4412.00	4320.00	4297.00	4896.00
11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm ³	2.36	2.36	2.37	2.35

CONTENIDO DE HUMEDAD

12	PESO DEL RECIPIENTE - SUELO HUMEDA	gr.	347.62	403.34	341.03	326.84
13	PESO DEL RECIPIENTE - SUELO SECO	gr.	325.28	378.03	318.78	305.33
14	PESO DEL AGUA	gr.	22.34	25.31	22.25	21.51
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	70.72	72.20	78.94	71.43
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	254.56	305.83	239.84	233.90
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.78	8.78	9.28	9.20
18	HUMEDAD MÁXIMA M. M. EN 304 DE 20% DE CONCRETO DE CALICHO - METODO DE PROCTOR		-	-	-	-
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm ³	2.17	2.18	2.17	2.15

% DE GRAVA

20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	4142.77	4067.39	4021.35	4567.28
21	PESO RETENIDO EN EL TAPAZ N° 3/4"	gr.	1075.00	1015.00	1050.00	874.00
22	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAPAZ N° 3/4"	%	25.95	24.95	26.11	19.18
23	PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm ³	2.51	2.51	2.51	2.51

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	423.23	399.61	413.39	344.09
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	3067.77	3052.39	2971.35	3683.28
26	VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1443.69	1431.93	1398.92	1739.75
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	2.125	2.132	2.124	2.117
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	2.120	2.120	2.120	2.120
29	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	9.90	9.90	9.90	9.90
30	Correc.		-	-	-	-

31	PORCENTAJE DE COMPACTACION	%	100.23	100.55	100.15	99.86
----	----------------------------	---	---------------	---------------	---------------	--------------

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA CORDOY
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 015436799

ING. ALBERTO PAYE ARICOLLO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a)

ILSIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEGGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	UNCV-M-013-EX-040
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAS - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE ENSAYO	IN SITU	SOLICITANTE : BACH. ALBERTO PAYET ARICOLLO	
TAMAÑO MÁXIMO	2 in.		

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO DE 6 1/2")

A	PROGRESIVA	PROG.	22+150	22+180	22+210	22+240
B	PROCEDENCIA	-	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR
C	PUNTO	-	P - 05	P - 06	P - 07	P - 08
D	LADO	-	D/L	D/R	FIF	F7Q
F	PROFUNDIDAD	cm.	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0
01	PESO DEL FRASCO - CONO + ARENA	gr.	6965.00	7295.00	7150.00	7045.00
02	PESO DEL FRASCO - CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	2906.00	3130.00	2902.00	2923.00
03	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	4157.00	4165.00	4248.00	4122.00
04	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
05	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2674.00	2682.00	2765.00	2639.00
06	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
07	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	2056.92	2063.08	2126.92	2030.00
08	PESO DEL TARRO - SUELO + GRAVA	gr.	4885.00	4883.00	5042.00	4789.00
09	PESO DEL TARRO	gr.	NO. 04 DE POLIETILENO	BOLSA DE POLIETILENO	BOLSA DE POLIETILENO	BOLSA DE POLIETILENO
10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	4885.00	4883.00	5042.00	4789.00
11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm ³	2.37	2.37	2.37	2.36

CONTENIDO DE HUMEDAD

12	PESO DEL RECIPIENTE - SUELO HUMEDA	gr.	334.23	424.79	321.47	391.28
13	PESO DEL RECIPIENTE - SUELO SECO	gr.	313.25	395.75	300.81	367.50
14	PESO DEL AGUA	gr.	20.98	29.04	20.66	23.78
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	69.50	76.94	68.92	72.05
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	243.75	318.81	231.89	295.45
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.61	9.11	8.91	8.05
18	HUMEDAD MÁXIMA PERMISIBLE DE BASE GRANULAR DE CALACOTA - METODO DE PROCTOR		-	-	-	-
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm ³	2.18	2.17	2.18	2.18

% DE GRAVA

20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	4597.24	4571.02	4730.16	4515.91
21	PESO RETENIDO EN EL TAMEZ N° 3/4"	gr.	1254.00	1146.00	1230.00	1123.00
22	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMEZ N° 3/4"	%	27.28	25.07	26.00	24.87
23	PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54	2.54

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	493.70	451.18	484.25	442.13
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	3343.24	3425.02	3500.16	3392.91
26	VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1563.22	1611.90	1642.67	1587.87
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	2.139	2.125	2.131	2.137
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	2.120	2.120	2.120	2.120
29	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	9.90	9.90	9.90	9.90
30	CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% A 30%		-	-	-	-
31	PORCENTAJE DE COMPACTACION	%	100.88	100.23	106.51	108.79

Bach. LIC. WARY CARMEN YAMA CONDORY
DIRECTORA GENERAL DE LA OFICINA DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
VENIA DE WALTER GILES
DNI: 8154799

ING. ALEXIUM GOMEZ CAHA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 205176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a1)

TITULO	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOLUICE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	UNICOM-03-13-EXT-G&C
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO
TIPO DE ENSAYO	: IN SITU
TAMAÑO MÁXIMO	: 2 n.
SOLICITANTE : BACH. ALBERT PABLO ALCOLLO	

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO DE 6 1/2")

		PROG.			
A	PROGRESIVA		22+260		
B	PROCEDENCIA	-	BASF GRANULAR		
C	PUNTO	-	P - 09		
D	LARGO	-	LJE		
F	PROFUNDIDAD	cm	13.0 @ 15.0		
D1	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	6958.00		
D2	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	2908.00		
D3	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	4150.00		
D4	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1483.00		
D5	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2667.00		
D6	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.30		
D7	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	2051.54		
D8	PESO DEL TAREO + SUELO + GRAVA	gr.	4856.00		
D9	PESO DEL TAREO	gr.	NO SE REEMPLAZA		
D10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	1856.00		
D11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm ³	2.37		

CONTENIDO DE HUMEDAD

12	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	347.23		
13	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	323.17		
14	PESO DEL AGUA	gr.	24.06		
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	70.28		
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	252.89		
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.51		
18	HUMEDAD MÁXIMA EN EL MÉTODO DE CONO DE ARENA DE CORRIENTE DE CONO - MÉTODO DE SPEEDY		-		
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm ³	2.16		

% DE GRAVA

20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	4531.70		
21	PESO RETENIDO EN EL TAMEZ N° 3/4"	gr.	1123.00		
22	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMEZ N° 3/4"	%	24.78		
23	PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm ³	2.51		

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	442.13		
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	3408.70		
26	VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1609.41		
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	2.118		
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	2.120		
29	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	9.90		
30	Correc. dens. seca de (grava 5%)		-		

31	PORCENTAJE DE COMPACTACION	%	99.90		
----	----------------------------	---	-------	--	--

Bach. LIC. WARY CARMEN YAMA CONDORY
INGENIERA EN INVESTIGACION Y CONTRATISTAS GENERALES
Y ENSAYO DE MATERIALES
M.O. 15136709

ING. ALBERTO GOMEZ CALLA
INGENIERO EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a)

ILSIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEORGIAE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	UNICUM-03-13-04-06
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES	
UBICACION	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO
TIPO DE ENSAYO	: IN SITU
TAMANO MAXIMO	: 2 n.
SOLICITANTE : BACH. ALBERT PAVET ARCULLO	

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO DE 6 1/2")						
A	PROGRESIVA	PROG.	22+290	22+310	22+320	22+330
B	PROCEDENCIA	-	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR
C	PUNTO	-	P - 10	P - 11	P - 12	P - 13
D	LADO	-	DER	FIF	12Q	FIF
F	PROFUNDIDAD	cm	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0
01	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	7329.00	7223.00	7199.00	7053.00
02	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	3283.00	3058.00	2808.00	2695.00
03	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	4046.00	4165.00	4391.00	4358.00
04	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
05	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2563.00	2682.00	2908.00	2875.00
06	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
07	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	1971.54	2063.08	2256.92	2211.54
08	PESO DEL TARSO + SUELO + GRAVA	gr.	4607.00	4820.00	5183.00	5183.00
09	PESO DEL TARSO	gr.	NO. NO. DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO
10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	1607.00	4820.00	5183.00	5183.00
11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm ³	2.34	2.34	2.32	2.34

CONTENIDO DE HUMEDAD						
12	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	417.07	394.09	357.93	354.37
13	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	390.45	369.91	337.07	334.31
14	PESO DEL AGUA	gr.	26.62	24.18	20.86	20.06
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	73.53	71.37	70.45	73.86
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	316.92	298.54	267.42	260.45
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.40	8.10	7.50	7.70
18	HUMEDAD MAXIMA PERMISIBLE DE BASE DE GRANULOS DE CONO - METODO DE SPEEDY		-	-	-	-
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm ³	2.16	2.16	2.16	2.17

% DE GRAVA						
20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	4325.41	4534.23	4910.17	4903.39
21	PESO RETENIDO EN EL TAMEZ N° 3/4"	gr.	973.00	1006.00	1273.00	1273.00
22	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMEZ N° 3/4"	%	22.49	22.19	25.93	25.96
23	PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm ³	2.51	2.51	2.51	2.51

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%						
24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	383.07	395.06	501.18	501.18
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	3352.41	3528.23	3637.17	3630.39
26	VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1588.47	1667.01	1735.74	1710.36
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	2.110	2.116	2.095	2.123
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	2.110	2.110	2.110	2.110
29	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	8.40	8.40	8.40	8.40
30	Correc. de densidad seca		-	-	-	-

31	PORCENTAJE DE COMPACTACION	%	100.02	100.31	99.31	100.60
----	----------------------------	---	--------	--------	-------	--------

Bach. LIC. WARY CARMEN YAMA CONDORY
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 VIVIENDA DE SANTELES
 0601-0154-99

ING. ALEXIUM GOMEZ CANA
 DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
 CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a)

ILSIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEGGALGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	UANCV-13-03-EX-546
		Fecha	27 de Octubre del 2022

DATOS GENERALES

UBICACION	CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAS - DEPARTAMENTO DE PUNO		
TIPO DE ENSAYO	1 IN SITU	SOLICITANTE : BACH. ALBERT PAYER ARGOLLO	
TAMAÑO MÁXIMO	2 n.		

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO DE 6 1/2")

A	PROGRESIVA	PROG.	22+350	22+380	22+410	22+440
B	PRECEDENCIA	-	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR
C	PIUNTO	-	P - 14	P - 15	P - 16	P - 17
D	TARRO	-	12Q	F1F	DFR	F1F
F	PROFUNDIDAD	cm	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0
D1	PESO DEL FRASCO - CONO + ARENA	gr.	7000.00	7321.00	7239.00	7150.00
D2	PESO DEL FRASCO - CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	2898.00	3124.00	3039.00	2882.00
D3	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	4102.00	4197.00	4200.00	4268.00
D4	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
D5	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2619.00	2714.00	2717.00	2785.00
D6	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
D7	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	2014.62	2087.69	2090.00	2142.31
D8	PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	4736.00	4912.00	4896.00	5036.00
D9	PESO DEL TARRO	gr.	NO. NO. DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO
D10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	4736.00	4912.00	4896.00	5036.00
D11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm ³	2.35	2.35	2.34	2.35

CONTENIDO DE HUMEDAD

12	PESO DEL RECIPIENTE - SUELO HUMEDA	gr.	332.76	422.85	447.91	396.22
13	PESO DEL RECIPIENTE - SUELO SECO	gr.	313.35	395.54	420.67	370.87
14	PESO DEL AGUA	gr.	19.41	27.31	27.24	25.35
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	82.24	78.02	71.44	79.46
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	231.11	317.52	349.23	291.41
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.40	8.60	7.80	8.70
18	HUMEDAD MÁXIMA EN EL MODO SOL - MÓDULO DE CORRIENTE DE CALOR - METODO DE SPEEDY	-	-	-	-	-
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm ³	2.17	2.16	2.17	2.16

% DE GRAVA

20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	4447.93	4611.92	4617.07	4729.01
21	PESO RETENIDO EN EL TAMEZ Nº 34"	gr.	1018.00	1123.00	1041.00	1200.00
22	PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMEZ Nº 34"	%	22.89	24.35	22.55	25.38
23	PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm ³	2.54	2.54	2.54	2.54

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	400.79	442.13	409.84	472.44
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	3429.93	3488.92	3576.07	3529.01
26	VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1613.83	1645.57	1680.16	1669.87
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	2.125	2.120	2.128	2.113
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	2.110	2.110	2.110	2.110
29	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	8.40	8.40	8.40	8.40
30	Correc.	-	-	-	-	-
31	PORCENTAJE DE COMPACTACION	%	100.73	100.48	100.57	100.16

Bach. LIC. NARY CARMEN YAMA CONDORY
INGENIERA EN GEOTECNIA Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
YEMBAYO DE SANTERALES
TEL: 054 299

ING. ALEXILIO GOMEZ CAJIA
INGENIERO EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYO DE MATERIALES



CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a1)

ILSIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEORGIAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO	Registro N°	UANCV-01-D-05-G&C
		Fecha	27 de Octubre del 2023

DATOS GENERALES	
UBICACION	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO
TIPO DE ENSAYO	: IN SITU
TAMAÑO MÁXIMO	: 2 n.
SOLICITANTE : BACH. ALBERTO AYETI ARDOLLO	

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO DE 6 1/2")						
A	PROGRESIVA	PROG.	22+160	22+490	22+520	22+550
B	PROCEDENCIA	-	RASF GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR
C	PUNTO	-	P - 18	P - 19	P - 20	P - 21
D	TARDO	-	DCR	FIF	17Q	FIF
F	PROFUNDIDAD	cm	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0
01	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA	gr.	7322.00	7105.00	7202.00	7521.00
02	PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	3147.00	2893.00	2936.00	3124.00
03	PESO DE LA ARENA EMPLEADA (1) - (2)	gr.	4175.00	4212.00	4266.00	4197.00
04	PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
05	PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2692.00	2729.00	2783.00	2714.00
06	DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
07	VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	2070.77	2099.23	2140.77	2087.69
08	PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA	gr.	4854.00	4969.00	5050.00	4912.00
09	PESO DEL TARRO	gr.	NO HA DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO	BOUSA DE POLIETILENO
10	PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	4854.00	4969.00	5050.00	4912.00
11	DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm ³	2.34	2.37	2.36	2.35

CONTENIDO DE HUMEDAD						
12	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDA	gr.	321.99	383.03	359.64	372.02
13	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	gr.	302.33	356.83	335.97	346.08
14	PESO DEL AGUA	gr.	19.66	26.20	23.67	25.94
15	PESO DEL RECIPIENTE	gr.	78.97	78.16	81.51	80.64
16	PESO DEL SUELO SECO	gr.	223.36	278.67	254.46	266.24
17	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	8.80	9.40	9.30	9.44
18	HUMEDAD MÁXIMA PERMISIBLE DE UNA DE GRABEROS DE CALIDAD - METODO DE SPEEDY		-	-	-	-
19	DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm ³	2.15	2.17	2.16	2.15

% DE GRAVA						
20	PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	4548.12	4641.92	4726.60	4585.09
21	PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 3/4"	gr.	1073.00	1163.00	1250.00	1123.00
22	PORCENTAJE RETENIDOS EN EL TAMIZ N° 3/4"	%	23.59	25.05	26.45	24.49
23	PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm ³	2.51	2.51	2.51	2.51

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%						
24	VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	422.44	457.87	492.13	442.13
25	PESO SECO DE FINOS	gr.	3475.12	3478.92	3476.60	3462.09
26	VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1648.33	1641.36	1648.64	1645.57
27	DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	2.108	2.120	2.109	2.104
28	MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	2.120	2.120	2.120	2.120
29	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	8.90	8.90	8.90	8.90
30	Correc. de densidad seca		-	-	-	-
31	PORCENTAJE DE COMPACTACION	%	99.45	99.98	99.47	99.24

Bach. LIC. MARY CARMEN YAPA CONDORY
107 MICO PUNTO 12012111 LA BARRA (CALLE DE INYECTORES) 10
YANABAYO DE SANTO AGUSTIN
TEL: 015 516300

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
107 MICO PUNTO 12012111 LA BARRA (CALLE DE INYECTORES) 10
YANABAYO DE SANTO AGUSTIN
TEL: 015 516300



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYO DE MATERIALES



CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a)

Table with 2 columns: ILSIS, Registro N° and Fecha. ILSIS: CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA... Registro N°: UMSOLM-03-D-07-040 Fecha: 27 de Octubre del 2023

Table with 2 columns: UBICACION, TIPO DE ENSAYO, TAMAÑO MÁXIMO. UBICACION: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLATA... TIPO DE ENSAYO: IN SITU TAMAÑO MÁXIMO: 2 n. SOLICITANTE: BACH. ALEJANDRO PAYET ARGOLLO

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO DE 6 1/2")

Table with 6 columns: A PROGRESIVA, B PROCEDENCIA, C PUNTO, D LADO, F PROFUNDIDAD. Values for PROGRESIVA: 22+580, 22+600. PROCEDENCIA: BASE GRANULAR. PUNTO: P-22, P-23. LADO: DER, 17Q. PROFUNDIDAD: 13.0 @ 15.0, 13.0 @ 15.0

Table with 6 columns: Item, Unit, Value 1, Value 2. Items include: PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA, PESO DEL FRASCO + CONO + ARENA SOBRANTE, PESO DE LA ARENA EMPLEADA, PESO DE LA ARENA EN EL CONO, PESO DE LA ARENA EN EL HOYO, DENSIDAD DE LA ARENA, VOLUMEN DEL HOYO, PESO DEL TARRO + SUELO + GRAVA, PESO DEL TARRO, PESO DEL SUELO + GRAVA, DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO

CONTENIDO DE HUMEDAD

Table with 6 columns: Item, Unit, Value 1, Value 2. Items include: PESO DEL RECIPIENTE - SUELO HUMEDA, PESO DEL RECIPIENTE - SUELO SECO, PESO DEL AGUA, PESO DEL RECIPIENTE, PESO DEL SUELO SECO, CONTENIDO DE HUMEDAD, HUMEDAD MÁXIMA PERMISIBLE PARA EL TIPO DE SUELO DE GRUPO DE CALIDAD

% DE GRAVA

Table with 6 columns: Item, Unit, Value 1, Value 2. Items include: PESO DE LA MUESTRA SECA, PESO RETENIDO EN EL TAMEZ N° 3/4, PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMEZ N° 3/4, PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

Table with 6 columns: Item, Unit, Value 1, Value 2. Items include: VOLUMEN DE GRAVAS, PESO SECO DE FINOS, VOLUMEN DE FINOS, DENSIDAD SECA DE FINOS, MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR), OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)

Table with 6 columns: Item, Unit, Value 1, Value 2. Item: PORCENTAJE DE COMPACTACION. Values: 100.06, 99.71

Bach. LIC. MARY CARMEN YAPAR CONDORY... LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES

ING. ALEXIUM GOMEZ CALLA... VICERRECTORADO DE INVESTIGACION Y LABORATORIO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYO DE MATERIALES



CONTROL DE COMPACTACIÓN

STANDARD TEST METHOD FOR DENSITY AND UNIT WEIGHT OF SOIL IN PLACE BY SAND-CONE METHOD (ASTM D 1556 / D 1556M - 15a1)

ILSIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLATA, PUNO	Registro N°	UMC/M-13-D-EN-GAC
		Fecha	27 de Octubre del 2022

DATOS GENERALES	
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO
TIPO DE ENSAYO	: IN SITU
TAMAÑO MÁXIMO	: 2 in.
SOLICITANTE : BACH. ALBERT MAYET ARICOLLO	

DENSIDAD EN EL SITIO (METODO DEL CONO DE 6 1/2")

	PROG.	22+630	22+660	22+690	22+720
A PROGRESIVA					
B PROCEDENCIA		BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR	BASE GRANULAR
C PUNTO		P - 24	P - 25	P - 26	P - 27
D TARRO		DJE	DFR	17Q	FFB
F PROFUNDIDAD	cm	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0	13.0 @ 15.0

01 PESO DEL FRASCO - CONO + ARENA	gr.	7010.00	7290.00	7110.00	7140.00
02 PESO DEL FRASCO - CONO + ARENA SOBRANTE	gr.	3092.00	3365.00	3272.00	2950.00
03 PESO DE LA ARENA EMPESADA (1) - (2)	gr.	3918.00	3925.00	3838.00	4190.00
04 PESO DE LA ARENA EN EL CONO	gr.	1483.00	1483.00	1483.00	1483.00
05 PESO DE LA ARENA EN EL HOYO (3) - (4)	gr.	2435.00	2442.00	2355.00	2707.00
06 DENSIDAD DE LA ARENA	gr/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30
07 VOLUMEN DEL HOYO (5) / (6)	cm ³	1873.08	1878.46	1811.54	2082.31
08 PESO DEL TARRO - SUELO + GRAVA	gr.	4420.00	4456.00	4253.00	4900.00
09 PESO DEL TARRO	gr.	NO SE PUDIÓ TOMEAR	BOLSA DE POLIETILENO	BOLSA DE POLIETILENO	BOLSA DE POLIETILENO
10 PESO DEL SUELO + GRAVA (8) - (9)	gr.	4420.00	4456.00	4253.00	4900.00
11 DENSIDAD HUMEDA DEL SUELO	gr/cm ³	2.36	2.37	2.35	2.35

CONTENIDO DE HUMEDAD

12 PESO DEL RECIPIENTE - SUELO HUMEDA	gr.	355.44	312.70	368.09	357.39
13 PESO DEL RECIPIENTE - SUELO SECO	gr.	336.45	297.03	347.69	336.98
14 PESO DEL AGUA	gr.	18.99	15.67	20.40	20.41
15 PESO DEL RECIPIENTE	gr.	86.50	82.24	86.50	82.24
16 PESO DEL SUELO SECO	gr.	249.95	214.79	261.19	254.74
17 CONTENIDO DE HUMEDAD	%	7.60	7.30	7.81	8.01
18 HUMEDAD MÁXIMA PERMISIBLE PARA EL TIPO DE GRANULOMETRÍA DE ACUERDO AL METODO DE SPEEDY		-	-	-	-
19 DENSIDAD SECA DE SUELO	gr/cm ³	2.19	2.21	2.18	2.18

% DE GRAVA

20 PESO DE LA MUESTRA SECA	gr.	4181.05	4242.77	3998.72	4605.59
21 PESO RETENIDO EN EL TAMEZ Nº 20	gr.	1036.00	1320.00	743.00	931.00
22 PORCENTAJE RETENIDO EN EL TAMEZ Nº 20	%	24.78	31.11	18.58	20.21
23 PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA	gr/cm ³	2.51	2.51	2.51	2.51

CORRECCION DE DENSIDAD POR CONTENIDO DE GRAVA DE 5% a 30%

24 VOLUMEN DE GRAVAS	cm ³	407.87	519.69	292.52	366.54
25 PESO SECO DE FINOS	gr.	3145.05	2922.77	3255.72	3674.59
26 VOLUMEN DE FINOS	cm ³	1465.20	1358.78	1519.02	1715.77
27 DENSIDAD SECA DE FINOS	gr/cm ³	2.146	2.151	2.143	2.142
28 MAXIMA DENSIDAD SECA (PROCTOR)	gr/cm ³	2.130	2.130	2.130	2.130
29 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (PROCTOR)	%	7.90	7.90	7.90	7.90
30 Corrección de densidad seca (según ASTM D 1556)		-	-	-	-

31 PORCENTAJE DE COMPACTACION	%	100.77	100.99	100.52	108.55
-------------------------------	---	---------------	---------------	---------------	---------------

Bach. LORELY CARMEN YAMA CONDORY
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 051 0 84 500 000

ING. ALFREDO GOMEZ CALA
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 229176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACION & ENSAYO DE MATERIALES



MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA MEDIR LA RIGIDEZ Y EL MÓDULO APARENTE DEL SUELO Y AGREGADO-SUELO EN CAMPO POR MÉTODO ELECTROMEQUÍNICO

(NORMA ASTM - D6758-18e1)

TESIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO		Registro N°	: UANCV_AFA-01/00-G&C
			Fecha	: 27 de Octubre del 2024
DATOS GENERALES				
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
TIPO DE MAT. PROGRESIVA	: BASE GRANULAR : KM. 22+080 a 22+720	SOLICITANTE	: BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO	
DATOS DE LA MUESTRA				
NIVEL ELEMENTO	BASE GRANULAR ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	N° PRUEBAS	69	
		N° DE IMPACTOS	3	

N°	PROGRESIVA	LADO	VIBRACION AMBIENTAL	DESVIACION ESTÁNDAR	MÓDULO ELÁSTICO (Young's) [MPa]	RIGIDEZ DEL SUELO (Mr) [MN/m]	COEFICIENTE DE POISSON	MÓDULO DE CORREG [Mpa]
1	22+080	DERECHO	23.74	1.67	52.38	8.04	0.37	13%
2	0		24.00	1.63	51.96	8.49	0.37	13%
3	0		23.75	1.66	52.14	8.01	0.37	13%
4	22+090	EJE	23.99	1.64	56.39	8.50	0.37	15%
5	0		24.00	1.63	56.51	8.51	0.37	15%
6	0		23.90	1.63	57.43	8.62	0.37	15%
7	22+120	IZQ	22.31	1.73	78.20	9.01	0.37	22%
8	0		22.27	1.70	78.70	9.07	0.37	22%
9	0		22.01	1.17	79.62	9.18	0.37	22%
10	22+150	EJE	22.28	1.29	65.38	7.94	0.37	18%
11	0		22.09	1.33	66.47	7.66	0.37	18%
12	0		22.06	1.32	66.74	7.69	0.37	18%
13	22+180	DERECHO	20.51	2.85	88.84	10.24	0.37	28%
14	0		20.45	2.12	89.75	10.35	0.37	28%
15	0		20.46	2.03	91.50	10.55	0.37	27%
16	22+210	EJE	20.81	1.37	63.55	7.33	0.38	17%
17	0		21.04	1.39	63.42	7.31	0.37	17%
18	0		20.97	1.40	64.09	7.39	0.37	17%
19	22+240	IZQ	23.64	1.64	59.50	8.05	0.37	18%
20	0		23.65	1.64	59.40	8.05	0.37	18%
21	0		23.60	1.64	58.82	8.28	0.37	18%
22	22+280	EJE	24.19	1.16	60.88	7.02	0.37	16%
23	0		23.64	1.16	61.76	7.12	0.37	16%
24	0		23.76	1.16	62.27	7.18	0.37	16%
25	22+290	DERECHO	20.63	1.67	63.01	7.25	0.37	17%
26	0		20.49	1.67	63.48	7.32	0.37	17%
27	0		20.56	1.69	63.69	7.34	0.37	17%
28	22+310	EJE	24.78	1.07	55.89	6.44	0.37	14%
29	0		24.83	1.08	55.94	6.45	0.37	14%
30	0		24.83	1.07	55.76	6.43	0.37	14%
31	22+330	IZQ	23.79	1.63	62.13	7.15	0.37	18%
32	0		23.84	1.63	61.59	7.10	0.37	18%
33	0		23.84	1.63	61.86	7.13	0.37	18%
34	22+350	EJE	22.92	1.10	72.02	8.43	0.39	20%
35	0		22.66	1.10	73.27	8.45	0.37	20%
36	0		22.74	1.11	73.04	8.42	0.37	20%
37	22+380	DERECHO	23.14	1.19	57.69	6.85	0.37	15%
38	0		23.41	1.17	58.12	6.79	0.37	15%
39	0		23.40	1.17	58.47	6.74	0.37	15%
40	0	DERECHO	20.65	1.05	90.22	10.40	0.37	25%

Bach. LIC. MARY CARMEN YANA, ODONTÓLOGA
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
TEL: 4761018

ING. ALEX IJUE, COMPT. CALTA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
OP: 209176



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR



MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA MEDIR LA RIGIDEZ Y EL MÓDULO APARENTE DEL SUELO Y AGREGADO-SUELO EN CAMPO POR MÉTODO ELECTROMEQUÍNICO

(NORMA ASTM - D6758-18e1)

TCSIS	CORRELACION ENTRE EL METODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACION EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO		Registro N°	: UANCV_AFA-01/00-G&C
			Fecha	: 27 de Octubre del 2024
DATOS GENERALES				
UBICACIÓN	: CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA - PROVINCIA DEL COLLAO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
TIPO DE MAT. PROGRESIVA	: BASE GRANULAR : KM. 22+080 a 22+720	SOLICITANTE :	BACH. ALBERT FAYET ARGOLLO	
		COORDENADAS		
DATOS DE LA MUESTRA				
NIVEL ELEMENTO	BASE GRANULAR ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	N° PRUEBAS	69	
		N° DE IMPACTOS	3	

N°	PROGRESIVA	LADO	VIBRACIÓN AMBIENTAL	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MÓDULO ELÁSTICO (Young's) [MPa]	RIGIDEZ DEL SUELO (Mr) [MN/m ²]	COEFICIENTE DE POISSON	MÓDULO DE CORTE G [Mpa]
41	0		20.50	1.05	91.02	10.19	0.37	26%
42	0		20.46	1.05	91.54	10.55	0.37	27%
43	22+440	EJE	23.27	1.03	65.80	7.58	0.37	18%
44	0		23.20	1.03	65.85	7.59	0.37	18%
45	0		23.20	1.05	65.44	7.60	0.38	18%
46	22+470	DERECHO	20.91	1.18	91.84	10.59	0.37	27%
47	0		20.72	1.17	93.22	10.75	0.37	27%
48	0		20.62	1.17	93.81	10.81	0.37	27%
49	22+500	EJE	22.94	1.13	70.65	8.14	0.37	19%
50	0		23.00	1.09	71.15	8.20	0.37	19%
51	0		22.96	1.10	71.53	8.25	0.37	20%
52	22+530	L.II.	18.12	2.89	81.81	9.43	0.37	23%
53	0		17.93	2.95	82.16	9.47	0.37	23%
54	0		17.84	2.98	82.37	9.49	0.37	23%
55	22+580	DERECHO	22.19	1.71	80.41	9.27	0.37	23%
56	0		22.22	1.72	80.82	9.32	0.37	23%
57	0		22.51	1.66	80.93	9.33	0.37	23%
58	22+620	L.II.	21.88	1.85	80.79	9.31	0.37	23%
59	0		21.71	1.86	82.16	9.47	0.37	23%
60	0		21.61	1.86	82.76	9.54	0.37	23%
61	22+650	IZQ.	25.20	1.07	53.95	6.22	0.37	14%
62	0		25.11	1.07	54.28	6.26	0.37	14%
63	0		25.12	1.07	54.05	6.23	0.37	14%
64	22+690	DERECHO	21.58	1.51	60.62	6.99	0.37	18%
65	0		21.36	1.54	61.25	7.05	0.37	18%
66	0		21.42	1.53	61.56	7.10	0.37	18%
67	0		24.16	1.03	58.88	6.77	0.37	15%
68	0		24.10	1.03	58.90	6.79	0.37	15%
69	0		24.10	1.03	58.78	6.76	0.37	15%

Ing. L.C. MARY CARMEN FARA CONDOR
TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
E.M. 14718/18

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI 209176



6.2. Apéndice 3 Validez De Instrumentos



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8DE3-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO
PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : NO PRESENTA

MODELO : NO PRESENTA

NUMERO DE SERIE : NO PRESENTA

IDENTIFICACION : (*) 021

TAMIZ : 3"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACION : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-06

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la apertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C., no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de incertidumbre.

Los resultados del certificado son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

Gilmer Antonio Huamán Poojiloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com / servicios.gylaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 683 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° BDE3-2023 GLL

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

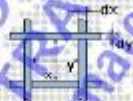
	Inicial	Final
Temperatura °C	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	IAT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	75.00	76.30	-0.30	0.707
VERTICAL (x)		76.30	-1.30	0.707

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	6.30	6.39	-0.09	0.000
VERTICAL (dx)		6.39	-0.09	0.000

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor $k=2$ para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60.
Urb. Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8E47-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN	:	2023-07-18
1. SOLICITANTE	:	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
DIRECCION	:	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO - PUNO
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	:	TAMIZ
MARCA	:	GRANO TEST
MODELO	:	NO PRESENTA
NUMERO DE SERIE	:	64466
IDENTIFICACION	:	NO PRESENTA
TAMIZ	:	2"
PROCEDENCIA	:	NO PRESENTA
UBICACION	:	CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
FECHA DE CALIBRACION	:	2023-07-08

Los resultados del certificado son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser pedidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores.

Gilmer Antonio Huamán Riquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° BE47-2023 GLL

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

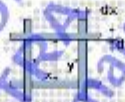
	Inicial	Final
Temperatura °C	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacionales de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	IAT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	50.00	49.98	0.02	0.042
VERTICAL (x)		49.92	0.08	0.042

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	5.05	5.02	0.03	0.000
VERTICAL (dx)		5.02	0.03	0.000

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8EAB-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN	: 2023-07-18
1. SOLICITANTE	: G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
DIRECCION	: AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO - PUNO
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: TAMIZ
MARCA	: GRANO TEST
MODELO	: NO PRESENTA
NUMERO DE SERIE	: 61206
IDENTIFICACION	: NO PRESENTA
TAMIZ	: 1 1/2"
PROCEDENCIA	: NO PRESENTA
UBICACION	: CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
FECHA DE CALIBRACION	: 2023-07-08

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 – Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- **G&L LABORATORIO S.A.C.**, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores numéricos.

Los resultados del certificado son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

Gilmer Antonio Huamán Poma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 683 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SEAB-2023 GLL
Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

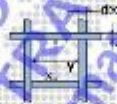
	Inicial	Final
Temperatura °C	14.6 °C	14.6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Retícula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Ple de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	37.50	37.42	0.08	0.247
VERTICAL (x)		37.77	-0.27	0.247

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	4.50	4.52	-0.02	0.000
VERTICAL (dx)		4.52	-0.02	0.000

8. INCERTIDUMBRE

* La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60.
Urb. Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8FOF-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN	: 2023-07-18
1. SOLICITANTE	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
DIRECCION	: AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO - PUNO
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TAMIZ
MARCA	GRANO TEST
MODELO	NO PRESENTA
NUMERO DE SERIE	61316
IDENTIFICACION	NO PRESENTA
TAMIZ	: 1"
PROCEDENCIA	: NO PRESENTA
UBICACION	CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
FECHA DE CALIBRACION	2023-07-08

Los resultados del certificado son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

- 3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO**
Determinación de la apertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.
- 4. OBSERVACIONES**
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
 - (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
 - El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
 - Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
 - **G&L LABORATORIO S.A.C.** no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
 - El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
 - El presente documento carece de valores sin firma de G&L LABORATORIO S.A.C.

Giimer Antonio Huaman Pucalloma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° BF0F-2023 GLL

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	14,6 °C	14,6 °C
Humedad Relativa %HR	28%	28%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacionales de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	25.00	24.9	0.09	0.099
VERTICAL (x)		25.05	-0.05	0.099

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	3.55	3.65	-0.10	0.042
VERTICAL (dx)		3.59	-0.04	0.042

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influencia durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60.
Urb. Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8F0F-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN	2023-07-18
1. SOLICITANTE	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
DIRECCION	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO - PUNO
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	TAMIZ
MARCA	GRANO TEST
MODELO	NO PRESENTA
NUMERO DE SERIE	67092
IDENTIFICACION	NO PRESENTA
TAMIZ	3/4"
PROCEDENCIA	NO PRESENTA
UBICACION	CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
FECHA DE CALIBRACION	2023-07-08

Los resultados del certificado son válidos solo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser fijados con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de conformidad.

Gilmer Antonio Huamán Rodríguez
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° BF0F-2023 GLL

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

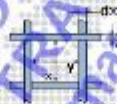
	Inicial	Final
Temperatura °C	15.4 °C	15.4 °C
Humedad Relativa %HR	27%	27%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacionales de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	IAT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	19.00	19.05	-0.05	0.071
VERTICAL (x)		18.95	0.05	0.071

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	3.15	3.12	0.03	0.014
VERTICAL (dx)		3.10	0.05	0.014

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60.
Urb. Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° A233-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCION : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO -
PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NUMERO DE SERIE : 84352

IDENTIFICACION : NO PRESENTA

TAMIZ : 1/2"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACION : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C

FECHA DE CALIBRACION : 2023-07-08

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de incertidumbre.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

Gilmer Antonio Huamán Pardiama
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° A233-2023 GLL

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

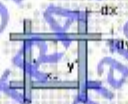
	Inicial	Final
Temperatura °C	15,4 °C	15,4 °C
Humedad Relativa %HR	27%	27%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacionales de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Retícula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	12.50	12.54	-0.04	0.000
VERTICAL (x)		12.54	-0.04	0.000

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	2.50	2.53	-0.03	0.000
VERTICAL (dx)		2.53	-0.03	0.000

8. INCERTIDUMBRE

- La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.
- La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.
- La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 8FAF-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : **G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C**

DIRECCION : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO PUNO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **TAMIZ**

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NUMERO DE SERIE : 65580

IDENTIFICACION : NO PRESENTA

TAMIZ : 3/8"

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACION : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-07-08

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- **G&L LABORATORIO S.A.C.** no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de incertidumbre.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

Gilmer Aníbal Huamán Rocaboma
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono: (01) 622 - 58 - 14 Celular: 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 9FAF-2023 GLL
Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

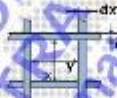
	Inicial	Final
Temperatura °C	15.4 °C	15.4 °C
Humedad Relativa %HR	27%	27%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Retícula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	9.50	9.48	0.02	0.021
VERTICAL (x)		9.45	0.05	0.021

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	2.25	2.30	-0.05	0.007
VERTICAL (dx)		2.29	-0.04	0.007

8. INCERTIDUMBRE

• La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

• La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

• La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60.
Urb. Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 903B-2023 GLL

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2023-07-18

1. SOLICITANTE : G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS
GENERALES S.A.C

DIRECCION : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 PUNO - PUNO
PUNO

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : TAMIZ

MARCA : GRANO TEST

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 65178

IDENTIFICACION : NO PRESENTA

TAMIZ : N° 4

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

UBICACION : CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
S.A.C

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2023-07-08

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN EMPLEADO

Determinación de la abertura y diámetro del alambre del tamiz, por el método de medición directa, utilizando retículas micrométricas. Se tomó como referencia la Norma ASTM E11-17 - Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.

4. OBSERVACIONES

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- (*) Código Asignado por G&L LABORATORIO SAC.
- El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de tres valores de un mismo punto.
- Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refiere exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad del producto.
- G&L LABORATORIO S.A.C. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valores de incertidumbre.

Los resultados del certificado son válidos sólo para el objeto calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y no deben utilizarse como certificado de conformidad con normas de producto.

Se recomienda al usuario recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.

G&L LABORATORIO S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento o equipo después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración es trazable a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de G&L LABORATORIO S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de G&L LABORATORIO S.A.C.

Giuliano Antonio Huamán Pocuima
Responsable del Laboratorio de Metrología



Av. Miraflores Mz. E Lt. 60. Urb. Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14 Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.



LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL



CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 903B-2023 GLL
Páginas 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	15,4 °C	15,4 °C
Humedad Relativa %HR	27%	27%

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales del Instituto Nacional de Calidad – INACAL en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL	Termohigrómetro	1AT - 1318 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Reticula Micrométrica	1ACD - 0544 - 2023
Patrones de referencia de METROIL	Pie de Rey Digital de 0 a 150 mm	1AD - 0126 - 2023

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN



MEDICIONES PARA LA ABERTURA DE LA MALLA

	VALOR NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (y)	4.75	4.75	0.00	0.007
VERTICAL (x)		4.76	-0.01	0.007

MEDICIONES PARA EL DIAMETRO DEL ALAMBRE

	INTERVALO NOMINAL (mm)	PROMEDIO (mm)	ERROR (mm)	INCERTIDUMBRE (mm)
HORIZONTAL (dy)	1.80	1.80	-0.20	0.000
VERTICAL (dx)		1.80	-0.20	0.000

8. INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones" la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores que influyen durante la calibración.

La incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La incertidumbre de medición reportada se denomina incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

FIN DEL DOCUMENTO



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
laboratoriogyllaboratorio@gmail.com / servicios.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono:
(01) 622 - 58 - 14

Celular:
992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60,
Urb. Santa Elisa II Etapa,
Los Olivos - Lima



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

INFORME DE VERIFICACIÓN CA-IV-049-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 10 (2 mm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	64157
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-049-2023

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-049-2023

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

± Y Variación de abertura Promedio (mm)	+ X Variación máxima de abertura (mm)	Resultado Abertura Máxima Individual (mm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
0,60	0,18	1,96	0,91

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 10 es de ± 0.065 mm.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 10 es de 0.23 mm.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 10 es de 2.23 mm.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 10 es de 0.9 ± 0.13 mm.

Fin del Documento

COPIA NO CONTROLADA
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
LABORATORIO DE INVESTIGACIONES Y ENSAYO DE MATERIALES

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

**CALIBRATEC S.A.C.**
LABORATORIO DE METROLOGÍACALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680**INFORME DE VERIFICACIÓN**
CA-IV-055-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 20 (850 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65044
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-055-2023

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,1 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-055-2023

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultado Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
22,51	102,35	856,37	0,51

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 20 es de $\pm 29.1 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 20 es de $127 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 20 es de $977 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 20 es de $0.5 \pm 0.08 \text{ mm}$.

Fin del Documento

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

INFORME DE VERIFICACIÓN CA-IV-050-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 40 (425 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65822
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-050-2023

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-050-2023

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre típica (mm)
12,64	69,61	451,51	0,27

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 40 es de $\pm 15.5 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 40 es de $51 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 40 es de $506 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 40 es de $0.28 \pm 0.04 \text{ mm}$.

Fin del Documento

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

INFORME DE VERIFICACIÓN CA-IV-051-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 60 (250 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	65846
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-051-2023

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-051-2023

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
7,87	46,55	285,38	0,15

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 60 es de $\pm 9.9 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 60 es de $58 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 60 es de $308 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 60 es de $0.15 \pm 0.03 \text{ mm}$.

Fin del Documento

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

**CALIBRATEC S.A.C.**
LABORATORIO DE METROLOGIACALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680**INFORME DE VERIFICACIÓN**
CA-IV-052-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No. 100 (150 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	67119
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-052-2023

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	53%	53%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-052-2023

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultando Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
5,29	32,33	158,65	0,11

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No. 100 es de $\pm 6.6 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No. 100 es de $43 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No. 100 es de $193 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No. 100 es de $0.1 \pm 0.015 \text{ mm}$.

Fin del Documento

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

**CALIBRATEC S.A.C.**
LABORATORIO DE METROLOGÍACALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680**INFORME DE VERIFICACIÓN**
CA-IV-054-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Instrumento	TAMIZ DE ENSAYO
Diametro	8 pulgadas
Designación	No.200 (75 µm)
Marca	GRANOTEST
Número de serie	66950
Procedencia	Colombia
Identificación	No indica
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe del Laboratorio

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-054-2023

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La verificación se realizó mediante una inspección detallada de las características del Tamiz tomando como referencia la Norma ASTM E 11-20 "Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves".

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,0 °C	15,0 °C
Humedad Relativa	51%	52%

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	CINTA MÉTRICA 3 m MARCA: STANLEY	1AD-0849-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL MARCA: BOECO	1AT-1704-2022
DM-INACAL	RETICULA DE MEDICIÓN	LLA-022-2022

10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de VERIFICADO.
- Se realizó una inspección visual del instrumento encontrandola en buenas condiciones

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-054-2023

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

$\pm Y$ Variación de abertura Promedio (μm)	$+ X$ Variación máxima de abertura (μm)	Resultado Abertura Máxima Individual (μm)	Diámetro de alambre Típica (mm)
2,98	15,48	89,32	0,05

Nota 1.- La variación máxima de abertura promedio permitido para tamices de No.200 es de $\pm 4.1 \mu\text{m}$.

Nota 2.- La variación máxima de abertura permitida para tamices de No.200 es de $29 \mu\text{m}$.

Nota 3.- El error máximo permitido de la abertura máxima individual para tamices de No.200 es de $104 \mu\text{m}$.

Nota 4.- El rango admisible del diámetro del alambre del tamiz de No.200 es de $0.05 \pm 0.007 \text{ mm}$.

Fin del Documento

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

**CALIBRATEC S.A.C.**
LABORATORIO DE METROLOGIACALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680**INFORME DE VERIFICACION**
CA-IV-057-2023

Página 1 de 3

1. Expediente	0327
2. Solicitante	G & C CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO
4. Instrumento de medición	EQUIPO DE LÍMITE LÍQUIDO (Cazuela Casagrande)
Marca	HUMBOLTD
Modelo	No indica
Número de Serie	No indica
Tipo	Analogico
Código de Identificación	CI-0083 (*)
5. Fecha de Verificación	2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-29

Jefe de Laboratorio



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-057-2023

Página 2 de 3

6. Método de Verificación

La Verificación se realizó tomando las medidas del instrumento, según las especificaciones de la norma internacional ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit and Plastic Index of Soils."

7. Lugar de Verificación

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,3 °C	15,2 °C
Humedad Relativa	53 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROIL	PIE DE REY DIGITAL de 200 mm MARCA: INSIZE	1AD-0845-2022
METROIL	TERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **VERIFICACIÓN**.

(*) Código asignado por CALIBRATEC S.A.C. e identificado en una etiqueta adherida al instrumento.

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CA-IV-057-2023

Página 3 de 3

11. Resultados

El equipo cumple con las especificaciones técnicas siguientes:

DIMENSIONES DE LA BASE

Altura (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)
49,80	150,20	124,90

HERRAMIENTA DE RANURADO

EXTREMO CURVADO

Espesor (mm)	Borde Cortante (mm)	Ancho (mm)
10,00	2,18	13,30

DIMENSIONES DE LA COPA

Diámetro de la copa (mm)	Espesor de la copa (mm)	Profundidad de la copa (mm)
93,24	2,01	26,55

Fin del Documento

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-L-004-2023

Área de Metrología

Laboratorio de Longitud

Página 1 de 5

1. Expediente	0327	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	PIE DE REY (VERNIER)	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	MITUTOYO	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	CD-12 CSX	
Nº de serie	07415251	
Identificación	No indica	
Procedencia	Japón	
Intervalo de indicación	0 mm a 300 mm	
Resolución	0,01 mm	
Tipo de indicación	Digital	
5. Fecha de calibración	2023 - 03 - 24	

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe de Laboratorio



Revisión 00

RT03 F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-L-004-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 2 de 5

6. Método de calibración

La Calibración se efectuó por comparación directa entre bloques patrones calibrados y la indicación del instrumento a calibrar tomando como referencia el PC-012, Edición 5 " Procedimiento de Calibración de Pie de Rey "del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones de calibración

	Inicial	Final
Temperatura	14,9 °C	14,9 °C
Humedad relativa	53 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Bloques patrón de Longitud de grado 0	LLA-C-053-2022
METROIL	Termohigrómetro Digital BOECO	1AT-1704-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- N° de serie grabado en el instrumento.

Revisión 00

RT03 F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

**CALIBRATEC S.A.C.**

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
CA-L-004-2023Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 3 de 5

11. Resultados de mediciónError de referencia inicial (I) = 0.00 μm

Error de indicación del pie de rey para medición de exteriores

Valor patrón (mm)	Indicación promedio del Pie de Rey (mm)	Error (μm)
9.999	10.009	10
19.999	20.009	10
39.998	39.998	0
79.995	80.005	10
99.994	100.004	10
149.991	150.001	10
199.989	199.989	0

Error de contacto de la superficie parcial (E)

Valor patrón (μm)	Error (μm)
39.998	0

Error de repetibilidad (R)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
39.998	20

Error de cambio de escala de exteriores a interiores (S_{r,i})

Valor patrón (mm)	Error (μm)
9.999	0

Error de cambio de escala de exteriores a profundidad (S_{r,p})

Valor patrón (mm)	Error (μm)
9.999	0

Revisión 00

RT03 F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-004-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 4 de 5

Error de contacto lineal (L)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
10,000	0

Error de contacto de superficie completa (J)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
9,999	0

Error por la distancia de cruce de las superficies de medición para interiores (K)

Valor patrón (mm)	Error (μm)
5,000	0

Incertidumbre de la medición $(14,047^2 + 0,059^2 + L^2)^{1/2} \mu\text{m}$

L : Indicación del pie de rey expresado en milímetros (mm)

Nota 1 : Error de indicación del pie de rey para medición de interiores = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a interiores.

Nota 2 : Error de indicación del pie de rey para medición de profundidad = Error de indicación de exteriores + Error de cambio de escala de exteriores a profundidad.



Revisión 00

RT03 F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-L-004-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Longitud

Página 5 de 5

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RT03 F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

COPIA NO CONTROLADA
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN
Y ENSAYO DE MATERIALES

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-019-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

1. Expediente	0327	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	OHAUS	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	R21PE30ZH	
N° de serie	8356390604	
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Capacidad mínima	200 g	
Clase de exactitud	III	
5. Fecha de calibración	2023-03-24	

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe de Laboratorio

Revisión 00

R103-F01



☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-019-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM

7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simon Bolivar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C
Humedad relativa	54 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESATEC	Juego de pesas de 1 mg a 2 kg de clase M1	1492-MPES-C-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 30000 g la balanza indicaba 29966 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud han sido determinados por el fabricante.
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII (Edición 01) del INACAL - DM.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza, donde el error máximo de medición cercano a la capacidad máxima es de -0,3 g

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-019-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	52,0 %	52,0 %
Carga L1	15 000,3 g		Carga L2	30 001,2 g	
l	ΔL	E	l	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
15 000	0,8	-0,6	30 000	0,4	-1,1
15 000	0,6	-0,4	30 000	0,8	-1,5
15 000	0,6	-0,4	29 999	0,3	-2,0
15 000	0,8	-0,6	30 000	0,6	-1,3
15 000	0,4	-0,2	29 999	0,5	-2,2
15 000	0,6	-0,4	30 000	0,9	-1,6
15 000	0,5	-0,3	29 999	0,4	-2,1
15 000	0,6	-0,4	29 999	0,5	-2,2
15 000	0,7	-0,5	30 000	0,8	-1,5
15 000	0,6	-0,4	30 000	0,8	-1,5
Dif Máx. Encontrada	0,4		Dif Máx. Encontrada	1,1	
EMP	20		EMP	30	

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	51,0 %	51,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E _c				Determinación del Error Corregido E _c				
	C. mínima	l	ΔL	E _c	Carga L	l	ΔL	E	E _c
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1		100	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
2		100	0,6	-0,1		10 000	0,8	-0,3	-0,2
3	100,0	100	0,6	-0,1	10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,2
4		100	0,5	0,0		10 001	0,4	1,1	1,1
5		100	0,7	-0,2		9 999	0,6	-1,1	-0,9
Error máximo permitido (±)									20

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-019-2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	51,0 %	51,0 %

Carga L	Carga creciente				Carga decreciente				EMP
	I	ΔL	E	Ec	I	ΔL	E	Ec	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
E ₀ 100,0	100	0,6	-0,1	0,0	200	0,5	0,0	0,1	10
200,0	200	0,8	-0,1	0,0	3 000	0,5	0,0	0,1	10
3 000,0	3 000	0,6	-0,1	0,0	6 000	0,6	-0,4	-0,3	20
6 000,3	6 000	0,5	-0,3	-0,2	7 500	0,7	-0,5	-0,4	20
7 500,3	7 500	0,8	-0,6	-0,5	10 000	0,7	-0,2	-0,1	20
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	12 000	0,6	-0,1	0,0	20
12 000,0	12 000	0,8	-0,1	0,0	15 000	0,7	-0,5	-0,4	20
15 000,3	15 000	0,7	-0,5	-0,4	20 000	0,8	-1,5	-1,4	20
20 001,2	20 000	0,3	-1,0	-0,9	25 000	0,7	-1,7	-1,6	30
25 001,5	25 000	0,8	-1,8	-1,7	30 000	0,4	-1,1	-1,0	30
30 001,2	30 000	0,6	-1,3	-1,2					

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_k = 2 \times \sqrt{0,34^2 + 0,0000000016 \cdot R^2}$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000036 \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

**CALIBRATEC S.A.C.**
LABORATORIO DE METROLOGIACALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680*Área de Metrología*
*Laboratorio de Masas***CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
CA-LM-020-2023

Página 1 de 4

1. Expediente	0327	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
3. Dirección	AV. SIMÓN BOLÍVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.	CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
4. Instrumento calibrado	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	OHAUS	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Modelo	NV622ZH	
N° de serie	8341286316	
Identificación	No indica	
Procedencia	China	
Capacidad máxima:	620 g	
División de escala (d)	0.01 g	
Div. de verificación (e)	0.01 g	
Capacidad mínima	0.2 g	
Clase de exactitud	II	
5. Fecha de calibración	2023-03-24	

Fecha de Emisión

2023-03-30

Jefe de Laboratorio

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LM-020-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de calibración:

La calibración se realiza por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones siguiendo el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de análisis y ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simón Bolívar Nro. 2740 - Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,2 °C
Humedad relativa	54 %	53 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
ELICROM	Juego de pesas de 1 mg a 1 kg de clase F1	CCP-0908-001-22

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**.
- En el caso de ser necesario, ajustar la indicación en cero antes de cada medición.
- Se realizó el ajuste de las indicaciones de la balanza antes de la calibración. (Para la carga de 620 g la balanza indicaba 619,39 g)
- El valor de "e", capacidad mínima y la clase de exactitud se han determinado de acuerdo a la NMP-003 "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático".
- Los resultados declarados en el presente certificado, se relacionan solamente con el ítem calibrado indicado en la
- En coordinación con el cliente, la variación de temperatura es 5 °C
- Se ha considerado como coeficiente de deriva de temperatura a 0,00001 °C⁻¹ según el procedimiento PC-011 "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y II" (Edición 04) de INDECOPI.
- El cliente no cuenta con pesas patrones para realizar el ajuste de la balanza.
- El cliente cuenta con el último certificado de calibración de la balanza, donde el error máximo de medición cercano a la capacidad máxima es de 0,008 g

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-020-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Inspección Visual

Ajuste a cero	Tiene	Escala	No tiene
Oscilación libre	Tiene	Cursor	No tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de traba	No tiene		

12. Resultados de la medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,1 °C	15,2 °C	Humedad	52,0 %	52,0 %
Carga L1	300,000 g		Carga L2	600,001 g	
l	ΔL	E	l	ΔL	E
g	g	g	g	g	g
300,00	0,007	-0,002	600,00	0,007	-0,003
300,00	0,006	-0,001	600,00	0,007	-0,003
300,01	0,009	0,006	600,01	0,010	0,004
300,01	0,008	0,007	600,01	0,009	0,005
300,00	0,004	0,001	600,01	0,010	0,004
300,01	0,008	0,007	600,01	0,010	0,004
300,02	0,010	0,015	600,00	0,005	-0,001
300,01	0,007	0,008	600,01	0,009	0,005
300,00	0,003	0,002	600,01	0,008	0,006
300,01	0,007	0,008	600,01	0,009	0,005
Dif Máx. Encontrada	0,017		Dif Máx. Encontrada	0,009	
EMP	0,03		EMP	0,03	

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	52,0 %	52,0 %

Pos. Carga	Determinación del Error en Cero E _c				Determinación del Error Corregido E _c				
	C. mínima	l	ΔL	E _c	Carga L	l	ΔL	E	E _c
	g	g	g	g	g	g	g	g	g
1		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,005	0,000	0,001
2		0,10	0,007	-0,002		200,00	0,004	0,001	0,003
3	0,100	0,10	0,008	-0,003	200,000	200,01	0,008	0,007	0,010
4		0,10	0,005	0,000		200,00	0,006	-0,001	-0,001
5		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,005	0,000	0,001
Error máximo permitido (±)									0,02

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.
LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LM-020-2023

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final		Inicial	Final
Temperatura	15,2 °C	15,2 °C	Humedad	51,0 %	51,0 %

Carga L	Carga creciente				Carga decreciente				EMP
	I	ΔL	E	Ec	I	ΔL	E	Ec	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
E ₀ 0,100	0,10	0,006	-0,001						
0,200	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,20	0,006	-0,001	0,000	0,01
60,000	60,00	0,007	-0,002	-0,001	60,00	0,008	-0,003	-0,002	0,02
120,000	120,00	0,007	-0,002	-0,001	120,00	0,005	0,000	0,001	0,02
150,000	150,00	0,005	0,000	0,001	150,00	0,007	-0,002	-0,001	0,02
200,000	200,01	0,008	0,007	0,008	199,99	0,005	-0,010	-0,009	0,02
250,000	250,01	0,005	0,010	0,011	249,99	0,004	-0,009	-0,008	0,03
300,000	300,01	0,004	0,011	0,012	299,99	0,004	-0,009	-0,008	0,03
350,000	350,01	0,007	0,008	0,009	350,00	0,008	-0,003	-0,002	0,03
400,000	400,00	0,008	-0,003	-0,002	399,99	0,003	-0,008	-0,007	0,03
620,001	619,99	0,002	-0,008	-0,007	619,99	0,002	-0,008	-0,007	0,03

L: Carga puesta sobre la plataforma de la balanza

I: Lectura de indicación de la balanza

E: Error encontrado

EMP: Error máximo permitido

E₀: Error en cero

Ec: Error corregido

ΔL: Carga incrementada

Incertidumbre expandida de medición

$$U_k = 2 \times \sqrt{0,000076 \text{ g}^2 + 0,00000000043 \text{ g}^2} \cdot R$$

Lectura corregida de la balanza

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000012 \text{ g} \cdot R$$

R: Indicación de la lectura de la balanza en g

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración.

FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

R103-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

**CALIBRATEC S.A.C.**
LABORATORIO DE METROLOGIACALIBRACIÓN DE
EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
CA-LT-005-2023

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 8

1. Expediente: 0327
2. Solicitante: G & C CONSULTORES CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
3. Dirección: AV. SIMON BOLIVAR N° 2740 - PUNO - PUNO - PUNO.
4. Equipo: **HORNO DE SECADO**
Marca: ALFA
Modelo: 6-030/250
N° de serie: No indica
Procedencia: Turquía
Identificación: CI-0081
Ubicación: Laboratorio de Análisis y Ensayos

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

CALIBRATEC S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Dispositivo de control	Instrumento de medición
Intervalo de indicación	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
Resolución	1	1,0 °C
Tipo	Digital	Digital

5. Fecha de calibración: 2023-03-24

Fecha de Emisión

2023-03-29

Jefe del Laboratorio



Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-005-2023

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 8

6. Método de calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros calibrados que tiene trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se utilizó el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018 2da edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Análisis y Ensayos de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ubicado en Av. Simón Bolívar N° 2740 -Puno

8. Condiciones ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	17,8 °C	17,5 °C
Humedad relativa	55,0 %	55,0 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
SAT	Termómetro digital con 10 sensores tipo K (CH01 al CH10) con incertidumbre en el orden de 0,16 °C a 0,18	LT-1111-2022

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **CALIBRADO**
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.
- Antes de la calibración no se realizó algún tipo de ajuste.
- La carga para la medición consistió de recipientes metálicos con muestras.

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 8

11. Resultados de la medición

Temperatura ambiental promedio 17,4 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 3 horas
El controlador se seteo en 110 °C

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo min	Term. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{max} - T _{min} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	121,2	124,5	140,7	120,0	121,1	104,7	101,6	95,4	105,0	102,6	113,7	45,2
02	110	121,4	124,5	141,0	120,1	121,2	104,8	101,5	95,1	105,2	102,6	113,7	45,8
04	110	121,2	124,7	141,1	120,0	121,4	104,7	101,5	95,0	106,7	102,9	113,9	46,0
06	110	121,7	124,7	141,3	120,2	121,7	105,4	101,5	95,4	105,9	103,4	114,1	45,8
08	110	121,7	125,1	141,0	120,3	121,8	105,1	101,3	95,8	105,9	102,9	114,1	45,2
10	110	121,7	124,6	140,8	121,0	121,7	104,9	101,5	96,4	106,1	103,3	114,2	44,4
12	110	121,1	124,2	140,3	120,9	121,6	105,3	101,5	96,0	105,8	103,1	114,0	44,3
14	110	120,9	123,9	139,6	120,5	121,2	105,1	101,7	96,3	105,1	103,3	113,8	43,3
16	110	120,5	123,2	139,0	120,3	120,9	105,1	101,5	96,1	104,7	102,9	113,4	42,9
18	110	120,2	123,5	139,1	119,9	120,6	105,1	101,4	95,7	105,8	102,6	113,3	42,4
20	110	120,0	122,8	137,5	119,5	120,3	104,4	101,2	95,8	104,1	102,4	112,8	41,7
22	110	119,6	122,5	137,1	119,3	119,9	104,4	101,5	95,4	104,7	102,1	112,6	41,7
24	110	119,6	122,5	136,8	118,9	119,8	104,6	100,8	95,5	104,2	102,2	112,5	41,3
26	110	119,0	122,1	136,8	118,9	119,7	104,2	100,6	95,2	102,6	102,1	112,1	41,6
28	110	119,3	122,1	136,6	119,0	119,5	104,1	100,6	95,2	103,8	102,0	112,2	41,4
30	110	119,1	122,0	136,4	118,8	119,4	104,2	100,2	95,0	104,0	101,8	112,1	41,4
32	110	119,1	121,7	136,2	118,9	119,3	104,1	100,8	94,8	104,4	101,4	112,1	41,4
34	110	118,9	122,2	136,7	118,8	119,5	104,1	100,5	94,8	103,6	101,6	112,1	41,9
36	110	119,4	122,2	137,6	119,0	119,5	103,8	100,6	94,9	104,4	101,9	112,3	42,7
38	110	119,6	122,4	138,2	119,1	120,0	104,1	100,6	94,9	104,9	102,0	112,6	43,3
40	110	119,8	122,6	138,6	119,4	120,1	104,2	100,8	94,7	104,6	101,9	112,6	43,8
42	110	119,8	122,5	138,4	119,3	120,2	104,2	100,8	95,4	103,8	102,1	112,6	43,0
44	110	120,0	123,1	138,4	119,3	120,4	104,5	100,4	94,9	105,7	102,0	112,9	43,5
46	110	120,0	122,8	138,6	119,3	120,3	104,4	100,8	94,8	104,3	102,0	112,7	43,8
48	110	119,8	122,6	138,5	119,6	120,4	104,3	100,8	94,8	103,6	101,9	112,6	43,7
50	110	120,3	123,3	138,9	119,2	120,5	104,1	100,6	94,0	105,7	102,1	112,9	44,9
52	110	120,4	123,8	139,6	119,5	120,8	104,5	101,1	94,0	104,9	102,2	113,1	45,4
54	110	120,8	123,8	140,0	119,4	121,0	105,0	101,0	94,7	103,7	102,5	113,2	45,2
56	110	121,1	124,0	140,5	120,0	121,4	105,1	101,1	94,5	104,7	102,4	113,5	45,9
58	110	121,0	123,9	140,4	120,2	121,4	104,6	101,2	95,5	106,6	102,6	113,7	44,9
60	110	121,1	124,1	140,2	120,1	121,4	104,6	101,6	95,4	105,1	102,6	113,6	44,8
62	110	121,2	124,4	140,4	119,9	121,6	105,1	101,8	95,6	105,3	102,5	113,8	44,8
64	110	121,2	124,2	140,4	120,0	121,7	104,8	101,3	95,2	106,5	103,1	113,8	45,1
66	110	121,3	124,3	140,4	120,1	121,7	105,0	101,4	95,7	104,7	103,1	113,8	44,7
68	110	121,2	124,4	140,2	120,3	121,6	105,0	101,5	95,1	105,0	102,8	113,7	45,1
70	110	121,2	124,1	140,3	119,9	121,5	105,2	101,5	95,1	105,8	103,0	113,8	45,1
72	110	121,3	124,2	140,2	120,0	121,7	105,5	101,7	95,0	104,5	103,4	113,7	45,1
74	110	121,4	124,4	140,4	120,1	121,5	105,1	101,6	95,2	104,7	102,8	113,7	45,1

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 8

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo min	Tem. del equipo °C	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom °C	T _{máx} - T _{mín} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
76	110	121,0	123,8	139,6	120,4	121,4	105,0	101,6	95,3	104,5	103,1	113,6	44,3
78	110	120,8	123,7	139,4	120,3	121,3	105,0	101,7	95,2	104,9	102,4	113,6	44,2
80	110	120,6	123,3	138,9	120,0	121,1	105,1	101,6	95,1	104,0	102,8	113,2	43,8
82	110	120,5	123,3	139,0	119,7	121,0	104,9	101,2	94,6	105,1	102,3	113,2	44,4
84	110	120,7	123,6	138,7	119,5	121,0	104,5	101,2	95,1	106,2	102,7	113,3	43,6
86	110	120,3	123,5	138,9	119,7	121,1	104,5	101,4	94,3	105,5	102,4	113,2	44,6
88	110	120,5	123,4	139,0	119,6	121,2	104,6	101,5	94,9	105,0	102,6	113,2	44,2
90	110	120,6	123,8	138,9	119,2	120,9	104,7	101,2	93,7	104,7	102,8	113,0	45,1
92	110	120,4	123,4	139,0	119,6	120,8	104,9	101,3	94,6	104,6	102,6	113,1	44,4
94	110	120,5	123,4	138,8	119,4	120,7	104,6	101,2	94,4	103,8	102,3	112,9	44,4
96	110	120,6	123,3	138,8	119,7	120,9	104,7	101,3	94,3	104,6	102,9	113,1	44,5
98	110	120,9	123,6	139,0	120,1	121,2	104,9	101,5	95,6	105,0	102,6	113,4	43,4
100	110	120,5	123,2	138,8	119,6	121,0	105,3	101,3	95,4	105,3	102,6	113,3	43,4
102	110	120,2	122,8	138,3	119,3	120,6	104,8	101,1	94,6	104,5	102,5	112,9	43,7
104	110	120,4	123,3	138,6	119,8	120,9	104,7	101,2	94,6	105,8	102,5	113,2	44,0
106	110	120,0	123,1	138,2	119,9	120,7	104,5	101,2	95,1	105,1	102,4	113,0	43,1
108	110	120,1	123,0	137,8	120,0	120,6	104,8	101,1	95,2	106,0	102,5	113,1	42,6
110	110	120,1	122,8	138,2	119,8	120,6	104,9	101,1	95,1	103,9	102,6	112,9	43,1
112	110	120,2	123,3	138,5	119,5	120,8	104,7	101,2	95,1	103,6	102,5	112,9	43,4
114	110	120,3	123,5	138,4	119,9	120,9	104,8	101,3	95,0	104,4	102,3	113,1	43,4
116	110	120,3	123,2	138,5	119,8	120,9	105,0	101,4	95,5	104,4	102,6	113,2	43,0
118	110	120,7	123,6	138,6	119,9	120,9	105,1	101,6	95,3	104,9	102,5	113,3	43,5
120	110	120,5	123,6	138,6	120,2	120,8	104,8	101,4	96,2	104,3	102,7	113,3	42,4
122	110	120,0	123,1	137,7	120,2	120,8	104,9	101,3	96,1	104,7	102,5	113,1	41,6
124	110	119,8	122,7	137,1	119,9	120,6	105,0	101,1	95,7	104,7	102,6	112,9	41,4
126	110	119,5	122,7	136,9	119,7	120,2	104,6	101,2	96,1	103,3	102,4	112,7	40,8
128	110	119,5	122,3	137,0	119,4	120,0	104,8	101,0	95,8	103,5	102,5	112,6	41,2
130	110	119,7	122,6	136,9	119,4	120,1	104,8	101,1	95,7	105,1	102,0	112,7	41,2
132	110	119,5	122,7	137,2	119,4	120,2	104,6	101,0	96,1	103,9	102,5	112,7	41,1
134	110	119,7	122,4	137,3	119,5	120,4	104,6	101,0	94,6	104,5	102,2	112,6	42,7
136	110	119,4	122,3	137,1	118,9	120,2	104,5	101,0	94,5	104,6	102,2	112,5	42,6
138	110	119,4	122,3	137,1	119,2	120,1	104,6	101,0	95,3	103,8	102,4	112,5	41,8
140	110	119,2	122,3	137,2	118,7	119,9	104,0	100,9	94,3	104,9	102,1	112,3	42,9
142	110	119,8	123,1	137,7	119,3	120,3	104,4	100,7	94,8	104,1	102,1	112,6	42,9
144	110	119,9	122,4	137,9	119,6	120,2	104,6	100,6	94,5	104,1	102,1	112,6	43,4
146	110	120,0	123,2	138,2	119,2	120,4	104,5	100,9	94,1	104,2	102,3	112,7	44,1
148	110	120,2	123,4	138,8	119,6	120,6	104,6	101,0	94,6	105,2	102,2	113,0	44,2
150	110	120,2	123,2	138,9	119,9	120,9	104,5	101,2	94,7	104,4	102,4	113,0	44,2
152	110	120,4	123,3	139,1	120,1	121,0	104,7	101,1	95,3	104,3	102,5	113,2	43,8
T. PROM		120,3	123,3	138,7	119,7	120,8	104,7	101,1	95,1	104,7	102,5	113,1	
Temp. máxima		121,7	125,1	141,3	121,0	121,8	105,5	101,7	96,4	106,7	103,4		
Temp. mínima		118,9	121,7	136,2	118,7	119,3	103,8	100,2	93,7	102,6	101,4		
DTT		2,9	3,4	5,1	2,3	2,5	1,7	1,5	2,7	4,1	2,0		

Revisión 00

RT03-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CA-LT-005-2023Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 8

PARÁMETROS	Valor °C	Incertidumbre °C
Máxima Temperatura medida	141,3	0,4
Mínima Temperatura medida	93,7	0,4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	43,6	0,2
Estabilidad medida	2,55	0,05
Uniformidad medida	46	0,1

- T. PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T MAX : Temperatura máxima.
T MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro procto del Medio Isotermo : 0,6 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma NO CUMPLE con los límites especificados de temperatura

Revisión 00

RT03-F03

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

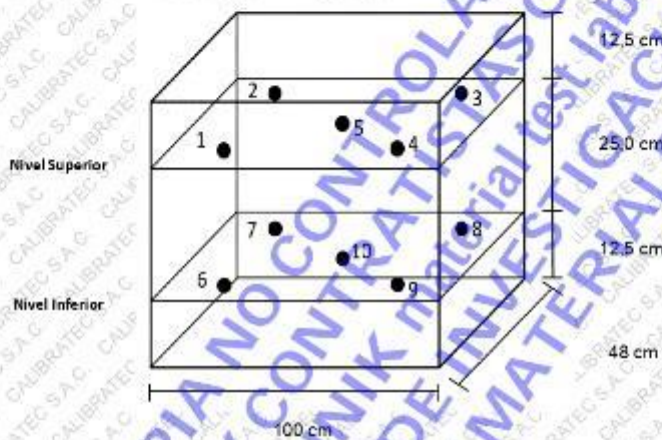
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 8

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DEL EQUIPO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 1,5 cm por encima de la carga más alta.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parilla inferior.

Los sensores del 1 al 4 y 6 al 9 están ubicados 15 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Revisión 00

RTD3-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC



CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

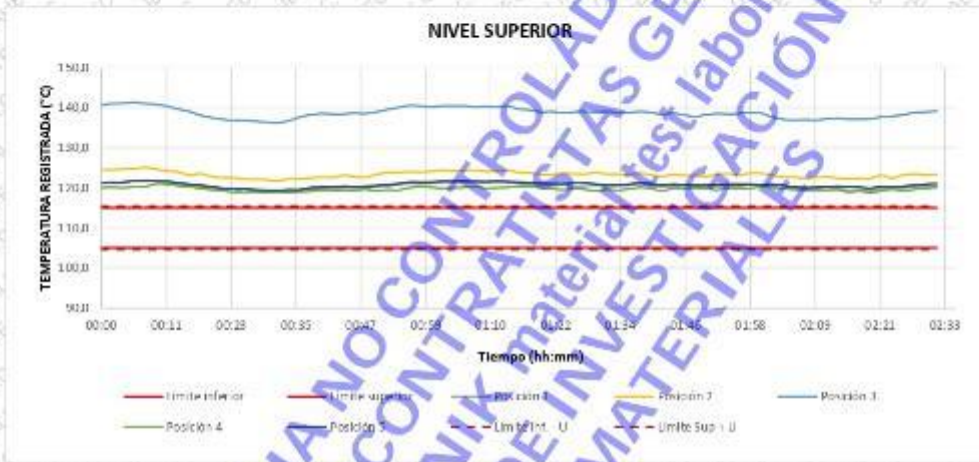
CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 7 de 8

TEMPERATURA DE TRABAJO DE 110 °C ± 5 °C



Revisión 00

RTD3-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC

CALIBRATEC S.A.C.

LABORATORIO DE METROLOGIA

CALIBRACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS
RUC: 20606479680

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CA-LT-005-2023

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 8 de 8

FOTOGRAFIA INTERNA DEL EQUIPO



FIN DEL DOCUMENTO

Revisión 00

RTD3-F01

☎ 977 997 385 - 913 028 622
☎ 913 028 623 - 913 028 624

📍 Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
✉ ventascalibratec@gmail.com
🏢 CALIBRATEC SAC


TECNICAS CP
SAC

CERTIFICADO DE FABRICACION MOLDE PROCTOR MODIFICADO

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	6" (152,4mm)
Altura	116,43 mm
SERIE	624

El Molde Próctor Modificado ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D - 1557

NTP 339.141

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), de exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s); que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



ANGEL ROBLES ORELLANA
INGENIERO AGRÓNOMO
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 8704

Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H LL2, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
Telf.: 540-2790 Anexo 131



TECNICAS CP
SAC

Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil:
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION
MARTILLO PROCTOR MODIFICADO
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

PESO	10 libras
CAIDA	18" (pulgadas)
SERIE	865

El Martillo Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D - 1557

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determinó en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes. Del operador, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s); que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana

Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31
Telf.: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicasep.com.pe

Representante de:



COPIA NO CONTROLADA
G&C CONTROLISTAS GENERALES S.A.C.
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

Figura 43

Extracción de piedra chancada de la planta chancadora Chipichillani llave.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 44

Extracción de muestra base granular para ensayo de frecuencia y control de calidad.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 45

Cuarteo manual para ensayos de Frecuencia base granular.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 46

Ensayo Proctor Modificado método C de la base granular.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 47

Ensayo de granulometría del material de base granular.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 48

Ensayo de límites de Atterberg.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 49

Ensayo de limite liquido de la base granular.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 50

Ensayo densidad de campo cono de Arena en la base Granular.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 51

Ensayo de densidad de campo cono de Arena.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 52

Ensayo de medición de rigidez con el Geogauge en la base granular.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 53

Ensayo de medición de rigidez con el Geogauge en la base granular.



Nota. Tomada por el tesista.

Figura 54

Medición de la rigidez con el Geogauge y densidad de campo con el cono de Arena.



Nota. Tomada por el tesista.



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital

Fecha de entrega: 17 DE OCTUBRE DE 2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ALBERT FAYET ARGOLLO

Dirección: JR PURA N° 281 BARRIO MIRAFLORES

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70130209

Teléfono: 968516236 email: GAXALBERT@GMAIL.COM

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

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

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: DR. EFRAIN PARILLO SOSA

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: CORRELACIÓN ENTRE EL MÉTODO GEOGAUGE Y CONO DE ARENA PARA DETERMINAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN EN LA BASE GRANULAR DEL PROYECTO CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA, PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): HUMBOLDT GEOGAUGE, CONO DE ARENA, DENSIDAD DE CAMPO.

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

PARCIALMENTE SE REALIZO EN LA UANCV.

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

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



2. Referencia de tesis:

Bachiller Título 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

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

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

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

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

Sí autorizo
 No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN - P17

Firma de Autor



huella digital

17 DE OCTUBRE DEL 2024

Fecha