

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

Correlación del ensayo de deflectómetro de impacto liviano (LWD) con el ensayo de relación de soporte de california (CBR) para suelos granulares de subbase

Athelin Graciela Cahuana Chumbile

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	terratest-lwd.com Fuente de Internet	1%
4	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	ri.ues.edu.sv Fuente de Internet	1%
7	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	www.redalyc.org Fuente de Internet	1 %
11	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.upeu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
19	businessdocbox.com Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uc.cl Fuente de Internet	<1 %

21	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
22	www.uexternado.edu.co Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	dspace.sti.ufcg.edu.br:8080 Fuente de Internet	<1 %
29	ocw.uc3m.es Fuente de Internet	<1 %
30	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

33	www.sct.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
34	documentop.com Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unicolmayor.edu.co Fuente de Internet	<1 %
36	"Metodología de evaluación in-situ de la capacidad de soporte de bases y subbases granulares de pavimentos flexibles con el deflectómetro de impacto liviano.", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012 Publicación	<1 %
37	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
38	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
39	"Estudio del diseño estructural y constructivo de pavimentos articulados en base a bloques de asfalto", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2012 Publicación	<1 %
40	csustentable.minvu.gob.cl Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

42	repositorio.upecen.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
44	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
45	www.imt.mx Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	www.internationaljournalsrsg.org Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía

Activo

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por todas las bendiciones recibidas a lo largo de este camino y haberme permitido alcanzar con éxito mi primer objetivo profesional.

De igual manera, a mis padres y hermano, por ser pilares y base, mis primeros maestros de vida; me han formado como una persona de carácter. Esto ha permitido levantarme de cada obstáculo que la vida ha puesto en mi andar.

Al Ing. Víctor Portal Quicaña, por brindarme su amistad, conocimientos e inspiración para poder realizar esta investigación.

DEDICATORIA

De manera especial, a mis padres Guillermo y Chela, quienes me acompañan y me han apoyado a lo largo de este duro camino; fueron los primeros maestros que la vida me entregó y a quienes debo la persona que soy hoy en día.

A mi hermano Paul Guillermo, por la compañía, apoyo, aliento, orientación y por permitirme siempre ser mejor persona.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Justificación.....	2
1.3.1 Justificación teórica.....	2
1.3.2 Justificación práctica.....	3
1.3.3 Justificación metodológica.....	3
1.4 Hipótesis y descripción de variables.....	3
1.4.1 Hipótesis.....	3
1.4.2 Descripción de variables.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes del problema.....	5
2.2 Bases teóricas.....	7
2.2.1 Concepto de deflexión.....	7
2.2.2 Deflectómetro de impacto liviano.....	8
2.2.2.1 Descripción el deflectómetro de impacto liviano (LWD).....	10

2.2.2.2	Equipo de deflectómetro de impacto liviano usado durante la presente investigación.....	14
2.2.2.3	Campos de aplicación del deflectómetro de impacto liviano (LWD)	16
2.2.2.4	Factores de influencia en los resultados del LWD	17
2.2.2.5	Estudios relacionados con el equipo de deflectómetro de impacto liviano LWD	19
2.2.3	Ensayo de relación de soporte de california (CBR).....	24
2.2.4	Equipos usados durante el ensayo de capacidad de soporte (CBR)	25
CAPÍTULO III		27
METODOLOGÍA		27
3.1	Método y alcance de la investigación.....	27
3.1.1	Método de la investigación.....	27
3.1.2	Orientación de la investigación	27
3.1.3	Enfoque de la investigación.....	27
3.1.4	Tipo de la investigación.....	27
3.1.5	Alcance de la investigación	27
3.1.6	Diseño de la investigación.....	28
3.2	Población y muestra	28
3.2.1	Población	28
3.2.2	Muestra.....	29
3.3	Técnicas e instrumentación de recolección de datos	29
3.3.1	Procedimiento técnico	29
3.3.2	Procedimiento metodológico.....	36
3.3.2.1	Determinación de características mínimas para suelos granulares tipo subbase	36
3.3.2.2	Procedimiento metodológico para el ensayo de CBR	42
3.3.2.3	Procedimiento metodológico para el ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD).....	48

3.3.2.4 Procedimiento para la obtención del módulo objetivo ELWD en laboratorio.....	52
CAPÍTULO IV	55
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1 Análisis estadístico	59
4.1.1 Prueba de normalidad	60
4.1.2 Método de mínimos cuadrados.....	62
4.2 Resultados del tratamiento y análisis de la información	64
4.2.1 Resultados de la primera evaluación	65
4.2.1.1 Resultados de los ensayos de capacidad de soporte (CBR).....	65
4.2.1.2 Resultados de los ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD).....	69
4.2.1.3 Evaluación de resultados para cada cantera.....	77
4.2.2 Resultados de la segunda evaluación.....	79
4.2.2.1 Resultados del ensayo de capacidad de soporte CBR.....	80
4.2.2.2 Resultados del ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD)	84
4.2.2.3 Evaluación de resultados para cada cantera.....	92
4.3 Análisis de los resultados de ensayos realizados.....	96
4.4 Discusión de resultados	101
CAPÍTULO V	103
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	103
5.1 Conclusiones	103
5.2 Recomendaciones	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
ANEXO.....	109
Anexo 1. Matriz de consistencia	110
Anexo 2. Operacionalización de las variables.....	111
Anexo 3. Ensayos de certificación de materiales de subbase.....	112
Anexo 03. Ensayos de investigación en laboratorio.....	177

Anexo 03.1. Ensayos con el Equipo de Deflectómetro de Impacto Liviano LWD	177
Anexo 3.2. Ensayos de capacidad de soporte CBR.....	249
Anexo 4. Panel fotográfico.....	276
Anexo 5. Certificado de calibración.....	302

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características de diversos LWD	11
Tabla 2. Ficha técnica del LWD TERRATEST 9000 LWD	16
Tabla 3. Efecto de la temperatura en los amortiguadores.....	18
Tabla 4. Ecuaciones de correlaciones de diversas investigaciones	22
Tabla 5. Clasificación de la subrasante de acuerdo al valor de CBR	26
Tabla 6. Requerimientos de ensayos para material granular de subbase.....	37
Tabla 7. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera Pallca.....	39
Tabla 8. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera Chillico	40
Tabla 9. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera Mollepata.....	41
Tabla 10. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera La Moderna.....	42
Tabla 11. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera Sanchezpampa.....	43
Tabla 12. Resultados de ensayo de proctor modificado.....	44
Tabla 13. Lista de calibración de equipos con trazabilidad de laboratorio acreditados.....	55
Tabla 14. Lista de referencias normativas de ensayos de laboratorio realizados.....	60
Tabla 15. Detalles de ensayos en la primera etapa de la investigación.....	66
Tabla 16. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera Pallca	67
Tabla 17. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera La Moderna	67
Tabla 18. Registro de las deflexiones en la cantera Pallca.....	71
Tabla 19. Registro de las deflexiones en la cantera La Moderna.....	73
Tabla 20. Resultados de Modulo de LWD en la cantera Pallca	75
Tabla 21. Resultados de Modulo de LWD en la cantera La Moderna	76
Tabla 22. Número de golpes por capas en cada cantera	80
Tabla 23. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera Chillico	81
Tabla 24. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera Mollepata.....	81
Tabla 25. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera Sanchezpampa	82
Tabla 26. Registro de las deflexiones en la cantera Chillico	86
Tabla 27. Registro de las deflexiones en la cantera Mollepata	87
Tabla 28. Registro de las deflexiones en la cantera Sanchezpampa	88
Tabla 29. Módulo ELWD en la cantera Chillico	89

Tabla 30. Módulo ELWD en la cantera Mollepata.....	90
Tabla 31. Módulo ELWD en la cantera Sanchezpampa	90
Tabla 32. Data conglomerada de los ensayos en laboratorio	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquema de un cuenco de deflexiones. Tomada de «Caracterización de la resistencia de la subrasante con la caracterización del deflectómetro de impacto», por Higuera, 2010, p. 2.	8
Figura 2. Equipo de deflectómetro de impacto liviano LWD. Tomada de «Manual de instrucciones de la placa de carga dinámica TERRATEST 4000 y 5000 US00 USB'B'», por TERRATEST, p. 29.	9
Figura 3. Esquema del funcionamiento del deflectómetro de impacto liviano.	10
Figura 4. Equipo de LWD y sus principales elementos.	13
Figura 5. Equipo de deflectómetro de impacto liviano TERRATEST 9000.	16
Figura 6. Efecto de un mal contacto y la superficie mejorada. Tomada de «A review of the lightweight deflectometer (lwd) for routine insitu assessment of pavement material stiffness», por Fleming, Frost y Lambert, 2019, p. 12).	18
Figura 7. Comparación de las mediciones de deflexión con la incorporación de arena. Tomada de «A review of the lightweight deflectometer (lwd) for routine insitu assessment of pavement material stiffness», por Fleming, Frost y Lambert, 2019, p. 13).	19
Figura 8. Módulo del LWD predicho vs módulo LWD observado.	23
Figura 9. Equipo de CBR.	26
Figura 10. Vista satelital de ubicación de la cantera Palcca.	30
Figura 11. Vista satelital de ubicación de la cantera Mollepata.	31
Figura 12. Vista satelital de ubicación de la cantera Chillico.	32
Figura 13. Vista satelital de ubicación de la cantera Sanchezpampa.	33
Figura 14. Vista satelital de ubicación de la cantera La Moderna.	34
Figura 15. Muestras de suelo ingresadas al laboratorio.	35
Figura 16. Ensayo de Proctor modificado en la cantera Palcca.	43
Figura 17, Ensayo de Proctor modificado en la Cantera La Moderna.	44
Figura 18. Ensayo de Proctor modificado en la cantera Chillico.	44
Figura 19. Ensayo de Proctor modificado en la cantera Mollepata.	45
Figura 20. Ensayo de Proctor modificado en la cantera Sanchezpampa.	45
Figura 21. Vista de la preparación del material para ensayos a partir de los resultados de la granulometría de cada cantera.	46
Figura 22. Vista del material preparado para ensayos a partir de los resultados de la granulometría de cada cantera.	46
Figura 23. Vista de los moldes preparados para el ensayo de CBR.	47
Figura 24. Moldes de CBR sumergidos en la poza de agua.	48

Figura 25. Reposo de los moldes de CBR luego de la sumersión.....	49
Figura 26. Preparación del molde de CBR para el ensayo de LWD.....	50
Figura 27. Vista de colocación de arena fina en los moldes de CBR	51
Figura 28. Colocación del equipo de LWD sobre el molde de CBR	51
Figura 29. Moldes de CBR listos para ser sometidos a la prensa	52
Figura 30. Vista de toma de temperatura y humedad con el equipo del termohigrómetro calibrado.....	57
Figura 31. Gráfica de probabilidad de CBR	61
Figura 32. Desarrollo de la humedad a través de los días de sumersión.....	67
Figura 33. Curvas de CBR vs densidad seca a través de los días de sumersión en la cantera Pallcca.....	68
Figura 34. Curvas de CBR vs densidad seca a través de los días de sumersión en la cantera La Moderna	69
Figura 35. Curva del LWD vs densidad seca en la cantera Pallcca	76
Figura 36. Curva del LWD vs densidad seca en la cantera La Moderna	76
Figura 37. Informe de coeficiente de determinación en la cantera Pallcca.....	77
Figura 38. Informe de coeficiente de determinación en la cantera La Moderna.....	78
Figura 39. Curva de distribución de datos	81
Figura 40. Curvas de CBR durante los diferentes días de sumersión en agua en la cantera Chillico.....	82
Figura 41. Curvas de CBR durante los diferentes días de sumersión en agua ee la cantera Mollepata	83
Figura 42. Curvas de CBR durante los diferentes días de sumersión en agua en la cantera Sanchezpampa	83
Figura 43. Curva de LWD en la cantera Chillico	91
Figura 44. Curva de LWD en la cantera Mollepata	91
Figura 45. Curva de LWD en la cantera Sanchezpampa	92
Figura 46. Informe de coeficiente de determinación en la cantera Chillico	93
Figura 47. Informe de coeficiente de determinación en la cantera Mollepata	94
Figura 48. Informe de coeficiente de determinación en la cantera Sanchezpampa	95
Figura 49. Informe de coeficiente de determinación de la curva de CBR versus densidad seca de todas las canteras.....	98
Figura 50. Informe de coeficiente de determinación de la curva de LWD versus densidad seca de todas las canteras.....	99

RESUMEN

Los métodos actuales de diseño estructural de pavimentos utilizan como indicador la capacidad estructural de las capas granulares o módulo resiliente; sin embargo, durante la construcción del pavimento, los materiales granulares se miden según el valor de ensayo de relación de soporte de California y se controlan *in situ* mediante densidades alcanzadas; por ello, es necesario incorporar un proceso de control de calidad que refiera la capacidad estructural real en las capas granulares, y así contrastar la hipótesis de diseño. El deflectómetro de impacto liviano permite evaluar en el terreno el módulo resiliente de las capas granulares del pavimento; por ello, este estudio se enfocó en analizar la correlación del ensayo de deflectómetro de impacto liviano y el ensayo de relación de soporte de California para suelos de subbase. La investigación se desarrolló con el método deductivo, enfoque cuantitativo, de tipo correlacional y diseño no experimental. Se desarrollaron pruebas en laboratorio que consistieron en la evaluación de cinco canteras certificadas como material subbase. Los resultados individuales de cada cantera demostraron un coeficiente de determinación R^2 estadístico aceptable, capaz de predecir la capacidad de soporte para un valor del módulo E_{LWD} ; sin embargo, un análisis a nivel general demostró un coeficiente de determinación R^2 pobre. Por tanto, el análisis correlacional muestra que no es posible predecir la capacidad de soporte de California para un valor del módulo E_{LWD} a partir de ensayos con el equipo deflectómetro de impacto liviano para la población de suelos subbase.

Palabras claves: Ensayo de deflectómetro de impacto liviano y soporte de California para suelos granulares de subbase.

ABSTRACT

The current methods of structural design of pavements use the structural capacity of the granular layers or resilient modulus as an indicator; however, during pavement construction, granular materials are measured to the California support Ratio Test value and controlled in situ by attained densities; For this reason, it is necessary to incorporate a quality control process that refers to the real structural capacity in the granular layers, and thus contrast the design hypothesis. The light impact deflectometer allows to evaluate in the field the resilient modulus of the granular layers of the pavement; therefore, this study focused on analyzing the correlation of the light impact deflectometer test and the California support ratio test for subbase soils. The research was developed with the deductive method, quantitative approach, correlational type and non-experimental design. Laboratory tests were developed that consisted of the evaluation of five certified quarries as subbase material. The individual results of each quarry demonstrated an acceptable statistical coefficient of determination R^2 , capable of predicting the support capacity for a value of the ELWD modulus; however, a general level analysis showed a poor R^2 coefficient of determination. Therefore, the correlational analysis shows that it is not possible to predict the capacity of California support for a value of the ELWD modulus from tests with the light impact deflectometer equipment for the population of subbase soils.

Key words: Light impact deflectometer test and California support for granular subbase soils.

INTRODUCCIÓN

En la mayoría de países latinoamericanos, se ha empleado el valor de soporte de California CBR como un indicador de la capacidad estructural de las capas granulares de un pavimento, debido a que su realización es mucho más simple y económica. Sin embargo, este estudio solo se realiza durante la etapa de evaluación de suelos a ser calificados como material de subbase, base o subrasante mejorada y según la frecuencia de ensayos, según lo indica la MTC EG-2013; mientras que, en el proceso constructivo, no se controla solo con la densidad unitaria máxima seca en puntos definidos; esto con el idea de que, al llegar a la máxima densidad seca del suelo hallada en ensayos de laboratorio como son el proctor modificado, proctor estándar o densidades máximas y mínimas se garantice que el suelo llegue al porcentaje de valor de soporte California CBR, con el que fue remodelado o preparado.

El equipo de deflectómetro de impacto liviano es un equipo útil, versátil y proporciona datos instantáneos de alta calidad y de bajo costo que permitirá, a través de una ecuación de correlación, obtener valores de CBR de laboratorio en forma inmediata; esta representará una herramienta muy importante para el aseguramiento de la calidad en suelos gravosos de tipo subbase. Así, la presente investigación pretende generar una ecuación que permita la correlación entre el módulo ELWD obtenido con el ensayo de equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD) y el ensayo de relación de soporte de California (CBR) en distintos estados de humedad para suelos gravosos del tipo subbase.

El valor teórico de la presente tesis reside en la importancia de mantener y controlar las características de rigidez/resistencia durante el proceso constructivo de suelos de subbase, parámetros que están establecidos en el *Manual de transportes y comunicaciones* (MTC EG-2013) respecto al valor de soporte de California CBR mínimo.

La utilidad metodológica de la presente investigación está en la generación de una ecuación que permita la correlación del módulo de rigidez, generada por el ensayo usando el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) con el valor de soporte California (CBR); esta misma correlación deberá ser analizada, descrita y evaluada para poder ser aplicada a proyectos viales en los que se requiera.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

Mundialmente, existen sistemas de control de calidad de las carpetas estructurales que conforman el pavimento; esto debe entenderse como el cumplimiento de requisitos que permitan garantizar el buen desempeño físico-mecánico de los suelos destinados a conformar dichas carpetas estructurales y, en conjunto, el buen desempeño de los pavimentos durante toda su vida útil.

Sin embargo, estos procesos de control de calidad no son concordantes con los criterios usados en la metodología del diseño del paquete estructural del pavimento, en que considera el módulo resiliente MR de las carpetas granulares.

En Perú y en la mayoría de países latinoamericanos, el control de calidad durante la etapa de construcción se realiza mediante el control de la densidad *in situ*; esto nos permite inferir el cumplimiento de la resistencia o capacidad de soporte de un suelo si es que este cumpliera con un porcentaje de compactación mínimo, dejando de lado la raíz o la esencia de la hipótesis de diseño misma.

Con el desarrollo de la presente investigación, se desea encontrar una ecuación que permita correlacionar el módulo del LWD con el valor de soporte CBR; para, así, lograr un mayor control de calidad referente al cumplimiento de la resistencia mínima al corte para suelos de subbase y así contrastar la hipótesis de diseño.

1.1.2 Formulación del problema

a) Problema principal

¿Se podrá establecer una correlación para determinar el valor de la capacidad de soporte CBR de suelos granulares tipo subbase a partir de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano LWD?

b) Problemas secundarios

b.1 ¿Existirá un modelo matemático que se ajuste adecuadamente y que permita predecir la relación de soporte de California (CBR) a partir de ensayos con el deflectómetro de impacto liviano (LWD)?

- b.2 ¿Cuál será la variabilidad del módulo de rigidez E_{LWD} del ensayo deflectómetro de impacto liviano (LWD) y los valores de relación de soporte de California (CBR) en relación a la variación de contenido de humedad?
- b.3 ¿Se podrá establecer una nueva alternativa o método de control de calidad en la capa estructural de subbase?

1.2 Objetivos

a) Objetivo principal

Determinar la correlación del ensayo deflectómetro de impacto liviano (LWD) y el ensayo de relación de soporte de California (CBR) para suelos granulares de subbase.

b) Objetivos secundarios

- b.1 Valorar si existe correlación entre los resultados obtenidos del ensayo de relación de soporte de California (CBR) y el deflectómetro de impacto liviano (LWD).
- b.2 Hallar un factor de corrección de humedad que permita simular las condiciones de ensayos de deflectómetro de impacto liviano (LWD) y los valores del CBR en laboratorio.
- b.3 Proponer una alternativa para el control de calidad en el cumplimiento de especificaciones de resistencia a la capacidad de carga de suelos CBR en suelos granulares de subbase basado en ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD).

1.3 Justificación

1.3.1 Justificación teórica

Esta investigación permitirá correlacionar los valores del módulo del LWD con el valor de soporte del CBR con la confiabilidad de realizar controles de calidad a un suelo bajo ensayos de CBR en laboratorio para suelos granulares de subbase; así, se pretende generar una ecuación que permitirá la correlación entre el módulo E_{LWD} obtenido con el ensayo del equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD) y el ensayo de relación de soporte de California (CBR) en distintos estados de humedad para suelos gravosos del tipo subbase.

1.3.2 Justificación práctica

El valor práctico de la presente tesis reside en la importancia de mantener y controlar las características de rigidez/resistencia durante el proceso constructivo de suelos de subbase, parámetros que están establecidos en el *Manual de Transportes y Comunicaciones* (MTC EG, 2013) respecto al valor de soporte de California CBR.

1.3.3 Justificación metodológica

Se propone una metodología de medición correlacional de la resistencia a la penetración o valor de soporte CBR a partir del ensayo *in situ* con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) en la capa estructural del pavimento de subbase, la que cambiará la filosofía de medición actual en muchos países. Esta nueva estrategia de evaluación podrá ser aplicada en todo tipo de obras viables y permitirá abrir mayores investigaciones en cuanto a su aplicabilidad hacia otras capas estructurales además de la subbase.

Así mismo, la puesta en práctica de esta metodología podrá contribuir con otra interpretación del estado del suelo junto con la aplicabilidad de ensayos típicos convencionales como la determinación de la densidad peso unitario *in situ* mediante el ensayo de cono de arena, densímetro nuclear, densímetros eléctricos, ensayo de penetración dinámica ligera (PDC), etc. Esta metodología permitirá que más de un responsable de obra apruebe o verifique la aceptabilidad del tramo de prueba basándose en una nueva interpretación de resultados.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

1.4.1 Hipótesis

Las hipótesis planteadas para el desarrollo de la presente investigación son:

a) Hipótesis principal

Es posible establecer una correlación que permita evaluar la resistencia a corte o a penetración de las capas granulares de subbase a través de una ecuación que correlacione el ensayo de relación de soporte de California (CBR) con el ensayo del deflectómetro de impacto liviano (LWD).

b) Hipótesis secundarias

b.1 Es posible valorar si existe una correlación entre los resultados obtenidos del ensayo de relación de soporte de California (CBR) y del deflectómetro de impacto liviano (LWD)

- b.2 Es posible hallar un factor de corrección de humedad que permita simular las condiciones de ensayos del deflectómetro de impacto liviano (LWD) y los valores del CBR en laboratorio.
- b.3 Es posible obtener una alternativa para el control de calidad en el cumplimiento de especificaciones de resistencia a la capacidad de carga de suelos CBR en suelos granulares de subbase basado en ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano LWD.

1.4.2 Descripción de variables

a) Variables independientes

Las variables independientes presentadas en esta investigación, según su grado de complejidad, son de naturaleza simple y no complejas; por lo que, según Martínez (2015): “las variables simples se explican por sí mismas, por lo que carecen de dimensiones”.

✓ Deflectómetro de impacto liviano (LWD)

Es un equipo portátil que permite realizar pruebas *in situ* no destructivas como la medición de capacidad de carga (módulo E); gracias a su geófono y su célula de carga de alta precisión, permite verificar la calidad de compactación de las diferentes capas estructurales y no estructurales del suelo.

Para mayor información, verificar el ítem correspondiente a bases teóricas.

a. Variable dependiente

✓ Relación de soporte de California (CBR) para suelos a nivel de subbase

Corresponde al ensayo que permite caracterizar el comportamiento mecánico a través de la medición de la capacidad de soporte a cargas de penetración de suelos compactados. Para la presente tesis, se evaluarán suelos certificados como material granular de tipo subbase.

VARIABLE	DIMENSIONES
Relación de soporte de California (CBR) para suelos a nivel de subbase	Remoldeo en condiciones óptimas del suelo, Caracterización físico-mecánica del suelo

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

2.1.1 Referencias internacionales

En la Universidad Federal de Campiña Grande, se presentó un artículo en que refiere la realización de estudios a nivel de ensayos *in situ*; es decir, realizados en la zona de investigación. Este tipo de investigación proporciona un enfoque de la variabilidad de ensayos *in situ* y los resultados de laboratorio a obtener mediante esta investigación. Bajo este contexto, dicho estudio se basó en la realización del ensayo de CBR *in situ* y LWD en 20 puntos de control en la ciudad de Campiña Grande, siguiendo en los estándares de la Asociación Brasileña de Normas Técnicas (ABNT), Departamento Nacional de Infraestructura de Transporte (DNIT) y la Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales (ASTM). Esta investigación, finalmente, demostró que existe una tendencia que permite correlacionar los valores de la capacidad de capas de soporte de la subrasante *in situ* de la prueba del LWD, de forma que los resultados resulten confiables.

En otra investigación, se re salta la importancia del módulo de resiliencia para la conformación correcta de suelos granulares para subbase y base para los pavimentos; dichas capas estructurales fueron evaluadas mediante ensayos con el equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD), analizando sus variables más importantes, para usarlo como una herramienta de control de calidad en suelos granulares para bases y subbases en pavimentos, correlacionando sus valores para la obtención del módulo de resiliencia de las capas estructurales ya mencionadas. Se realizaron ensayos en suelos granulares en capas de 25 y 30 cm.

2.1.2 Referencias nacionales

En Perú, se desarrolló una investigación con el objetivo de proponer una metodología a partir del módulo del equipo LWD para obtener el grado de compactación de suelos en diferentes proyectos, buscando eficiencia en tiempo y costo de ensayos en campo como laboratorio. Para llegar a este objetivo, se realizaron ensayos de granulometría para la determinación del ensayo de proctor modificado, llegando a seleccionar el método C y método A. Se obtuvieron resultados de densidad máxima seca y óptimo contenido de humedad.

Posteriormente, se realizaron los ensayos *in situ* de densidad de cono de arena; determinando, a su vez, el contenido de agua para cada muestra en laboratorio. Se realizaron los ensayos de LWD, evaluando así el módulo obtenido en cada punto, tomando como promedio de seis lecturas de deflectometría las últimas tres en cada punto, obteniendo así el módulo LWD para cada punto. Para la primera etapa de experimentación, se obtuvieron resultados dispersos. En la segunda etapa, se realizaron ensayos de LWD y densidad de cono de arena al mismo tiempo; aquí, se obtuvieron valores de módulo de LWD menos dispersos, lo que permitió la conclusión: “La nueva metodología aplicada para la obtención del grado de compactación tiene una tendencia positiva al relacionar los resultados y visualizar que, a medida que el grado de compactación crece, los módulos de equipo LWD se incrementan. Logrando así establecer, en primera instancia, un patrón de relación próspero para futuras investigaciones” (Arriola y Farias, 2020, p. 105). Esta investigación permitió visualizar la relación directamente proporcional del módulo de elasticidad en relación a la compactación del suelo. Esto afianza la teoría de que el módulo del LWD deberá ser mayor en la probeta de CBR, que tenga una compactación a los 56 golpes y deberá disminuir a los 26 golpes y 12 golpes consecuentemente.

Otra investigación desarrollada en Perú muestra que el autor busca evaluar el grado de correlación del ensayo de deflectómetro de peso liviano (LWD), método nuclear y método del cono de arena a través de ensayos *in situ* en la región de San Martín. Se realizaron ensayos en tramos de prueba hasta encontrar el número de pasadas de rodillo que permitan un grado de compactación superior al 100 % para un nivel de subbase con un espesor de 15 cm de profundidad. Dicho control de compactación se realizó mediante el ensayo de cono de arena. Una vez que el suelo cuente con dicho grado de compactación, se realizaron ensayos con el equipo del densímetro nuclear y el ensayo de deflectometría de impacto liviano (LWD) a una distancia de 25 m entre ellos. Se obtuvieron resultados de regresión lineal de R² menos al 70 %, lo que sugiere la no confiabilidad en la comparación de estos ensayos para el control de grado de compactación. En la segunda etapa de ensayos, se realizaron ensayos cada 5 m; donde la variabilidad de resultados disminuye; pero, de la misma forma, no son aceptables. Frente a estos resultados, el autor sugiere: “Se recomienda seguir la investigación considerando criterios en las profundidades y la humedad de los suelos en diferentes tipos de suelo y diferentes climas y considerando diferentes distancias de un punto a otro punto de ensayo” (Berrocal, 2019, p. 116). Así, esta investigación permitió determinar un material de suelo a investigar y que este mantenga su homogeneidad en todas las etapas de los ensayos.

2.1.3 Artículos científicos

En un artículo presentado por Prakashkumar y Rakesh (2019), se presenta un estudio geotécnico basado en ensayos de campo y laboratorio que permitirán la obtención de

correlaciones en ensayos de CBR, PDC Y LWD. Durante el trabajo de investigación, se han desarrollado ensayos con el deflectómetro de impacto liviano (LWD) en 52 puntos ubicados en Kutch, en la región de Gujarat, del país de India, sobre pavimento flexible; en cada punto de ensayo, se realizaron actividades de recolección de muestras para realizar ensayos en laboratorio. Finalmente, se obtuvieron ecuaciones que permiten la correlación entre CBR y el PDC con un grado de correlación de $R=0.811$, correlación entre el módulo del LWD y el PDC, con un grado de correlación de $R=0.87$; también, correlación entre el módulo del LWD y el CBR, con un grado de correlación de $R=0.811$. Finalmente, una correlación entre el efecto de los parámetros físicos de un suelo respecto al índice de plasticidad, agua y la densidad con el ensayo de CBR; para esta ecuación, se obtuvo una correlación de $R=0.506$.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Concepto de deflexión

La deflexión de un pavimento se define como el valor que representa la respuesta estructural ante la aplicación de una carga vertical externa. También, se define como el desplazamiento vertical del paquete estructural de un pavimento ante la aplicación de una carga; generalmente, la carga es producida por el tránsito vehicular.

Cuando se aplica una carga en la superficie, no solo se desplaza el punto bajo de su aplicación, produciendo una deflexión máxima; sino que, también, se desplaza una zona alrededor del eje de aplicación de la carga, que se denomina cuenco de deflexión (Higuera, 2010, p. 2).

La deflexión permite ser correlacionada con la capacidad estructural de un pavimento; de manera que, si la deflexión es alta en un modelo estructural, la capacidad estructural del modelo de pavimento es débil o deficiente; lo contrario, si la deflexión es baja, quiere decir que el modelo estructural del pavimento tiene buena capacidad estructural.

Así, la deflexión de un pavimento permite en su aspecto más esencial determinar la capacidad estructural de un pavimento; de este modo, se entiende la relación inversa que existe entre la deflexión de un pavimento y su respuesta estructural, definiendo si este es débil o deficiente. Lo que es imperativo para la ingeniería es el control de dicha deflexión; la que deberá ser tratada, evaluada e interpretada en función a diferentes factores que influyen en un pavimento, como son el tráfico (tipo y volumen), sección estructural, temperatura y humedad al que estará expuesto determinado proyecto.

En la figura 1, se puede visualizar el cuenco de deflexiones producido por una carga externa en la superficie.

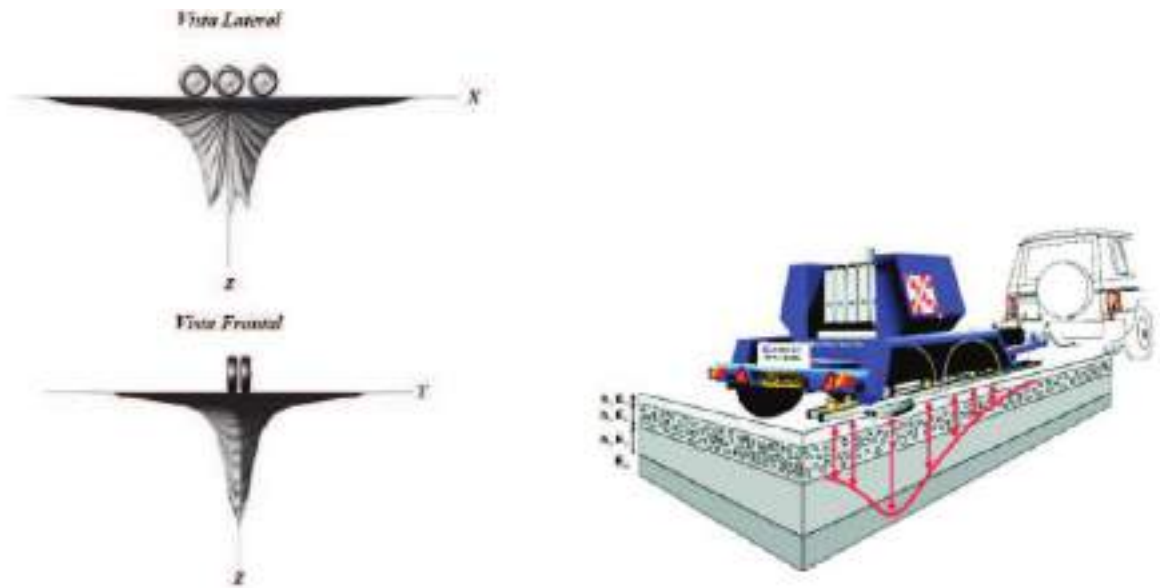


Figura 1 Esquema de un cuenco de deflexiones. Tomada de «Caracterización de la resistencia de la subrasante con la caracterización del deflectómetro de impacto», por Higuera, 2010, p. 2.

2.2.2 Deflectómetro de impacto liviano

El deflectómetro de impacto liviano (LWD) es un equipo que permite realizar ensayos de carga dinámica para medir la deflexión *in situ* bajo carga aplicada y calcular el módulo (E LWD) de los geomateriales. A través de estas deflexiones, el equipo LWD permite obtener el cuenco de deflexión de un pavimento; la caracterización de este permite la obtención de parámetros para el cálculo de la capacidad de soporte de una determinada estructura de pavimento.

El equipo del LWD ha sido muy utilizado durante los últimos años para la obtención de la resistencia de los materiales, por realizar un procedimiento no destructivo, de forma rápida, segura y a bajo costo.



Figura 2. Equipo de deflectómetro de impacto liviano LWD. Tomada de «Manual de instrucciones de la placa de carga dinámica TERRATEST 4000 y 5000 US00 USB'B'», por TERRATEST, p. 29.

Este ensayo se basa en la propagación de una onda de carga sobre la carpeta estructural en análisis (ver figura 3). La onda de carga es originada por un mecanismo provisto de un dispositivo de carga de una masa en caída libre de 10 kg, está junto con la deformación; la geometría del área que está en contacto con la placa y las características geomecánicas del suelo al que se analiza se obtiene el módulo del LWD.

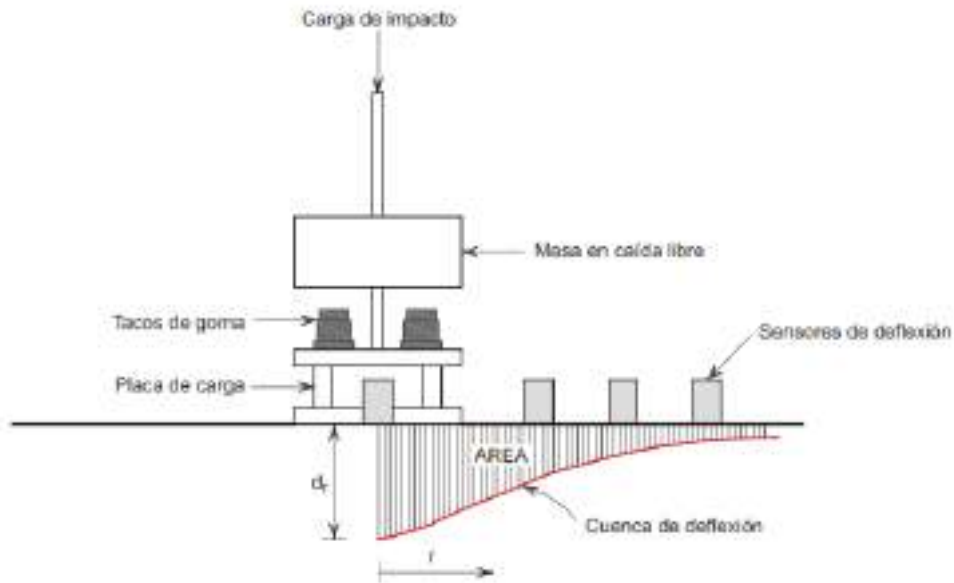


Figura 3. Esquema del funcionamiento del deflectómetro de impacto liviano.

2.2.2.1 Descripción el deflectómetro de impacto liviano (LWD)

El deflectómetro de impacto liviano (LWD) es un equipo portátil que fue creado para realizar mediciones *in situ* de módulos elásticos de bases, subbases y subrasantes, (Osorio, 2008).

La profundidad de influencia del equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD), según Nazzal (2003), es entre 267 mm y 280 mm de espesor. Este estudio pertenece a suelos con módulo de resiliencia alto y el otro blando, respectivamente.

Para Peterson (2006), la estimación de la tensión forma un volumen de aproximadamente 300 cm³ de suelo, lo que tiene similitud al volumen de plato de carga; quiere decir que el tensionamiento del LWD se da a profundidades de 100 a 300 mm, aproximadamente.

Los equipos están conformados por tres partes, principalmente: (a) una base de placa de carga, sensores y equipos electrónicos; (b) incluye un sistema de adquisición de datos, el neopreno amortiguador de caucho y la barra guía y (c) los aplicativos de procesamiento de la información (Umashankar, Hariprasad y Thejesh, 2015).

La configuración y las características de una variedad de LWD se investigaron durante la revisión de la literatura, en el estudio del fondo común (Schwartz *et al.*, 2017). Estos se resumen en la tabla 1. Cabe resaltar que algunos de los dispositivos se desarrollaron únicamente con fines de investigación. Entre los datos mostrados en la tabla 1, podemos ver las principales marcas desarrolladas hasta el año 2017; entre las principales, tenemos a TERRATEST, Dynatest LWD 3031, Prima 100, etc.

Tabla 1. *Características de diversos LWD*

Device	Plate Style	Plate Diameter (mm)	Plate Thickness (mm)	Falling Height (cm)	Falling Weight (kg)	Plate Mass (kg)	Maximum Applied Force (kN)	Load Cell	Total Load Pulse (ms)	Type of Buffers	Deflection Transducer			Data Acquisition system	Additional/ external Deflectometer
											Type	Location	Measuring Range (mm)		
Zorn ZFC2000, Germany	Solid	100, 150, 200, 300	124, 45, 28, 20	72	10, 15	15	7.07	No	18±2	Steel Spring	Accelerometer	Plate	0.2-30 (±0.02)	SD card for data transfer to PC Deflection and final modulus portable printer Reading deflection and dynamic modulus on the display	-
Karos PFWD, Dynatest, Denmark	-	150, 200, 300	20	-	10, 15, 20	-	15	Yes	15-30	Rubber (Conical shape)	Velocity	Ground	0.2-2 (±0.002)	-	-
Dynatest 3031	Annular	100, 150, 200, 300	20	-	10, 15, 20	-	15	Yes	15-30	Rubber (Flat)	Geophone	Ground	0.2-2 (±0.002)	Handheld PDA with a wireless Bluetooth connection The data collection software on the PDA displays the surface modulus and the time history graph from both the geophone(s) and the load cell	Two additional external geophones (optional)
Primo 100, Carl Bro Payment Consultants, Denmark	Annular	100, 200, 300	20	Max 85 Variable	10, 20	12	15	Yes	15-30	Rubber (Conical shape)	Velocity	Ground	0.2-2 (±0.002)	A portable PC or a PDA with a data collection program installed Reading data on the display	Extension with a beam for two extra geophones is possible
Louhman, AL-Engineering Finland	Solid	110, 130, 200, 300	-	80	10	6	20	Yes	25-30	Rubber	Accelerometer	Plate	-	-	-
EL E	-	300	-	-	10	-	-	No	-	-	Velocity	Plate	-	-	-
CSML Colorado School of Mines	Solid	200, 300	-	Variable	10	6.8, 8.3	8.8	Yes	15-20	Urethane	Geophone	Plate	-	-	-
Olson	Solid	100, 150, 200, 300	Different thickness for each plate diameter	Max 60 Variable	2, 9	Variable	9	Yes	20	Spring	Geophone	Plate	-	Handheld ruggedized Dell tablet with cable connection The data collection software on the tablet displays the surface deflection and the time history graph from both the geophone(s) and the load cell	Two additional external geophones (optional)
Humboldt	Solid	300	20	-	10	-	7.07	No	17±1.5	Disk	Accelerometer	Plate	0.1-2 (±0.02)	A handheld controller with cable connection Portable thermal printer and USB PC software and Android app	-

Fuente: Vennapusa y White (2009), Nazarian *et al.* (2009), Mooney y Miller (2009).

A continuación, se presenta una descripción breve de los elementos del equipo con su representación gráfica, desde la figura 4

- Carga dinámica. Esta posee una masa estándar de 10 kg; adicionalmente, dos cargas de 5 kg cada una.
- Empuñadura. La que deberá encontrarse en la parte superior del dispositivo, que permite soltar la masa y que esta se deslice a lo largo de la varilla guía del LWD.
- Mecanismo de fijación y liberación superior. Este mantiene el peso, que cae de una altura constante.
- Varilla guía de carga. Esta permite una trayectoria de caída libre de la masa.
- Placa de carga. Esta permitirá controlar el área de influencia y proporciona una superficie uniforme para una mejor distribución de carga; puede ser de 15 cm, 20 cm y 30 cm, dependiendo del tipo del equipo.
- Sistema de amortiguamiento. Proporcionan un sistema de amortiguación que transmite el pulso de carga a la placa que descansa sobre el material a ensayar.
- Unidad electrónica. Está constituida de dos amortiguadores para cargas de 10, 15 y 20 kg.
- Medición electrónica con Magic eye. Este permite controlar el procedimiento de prueba mediante bluetooth.
- Seguros de presión. Estos aseguran el equipo a la placa de carga.
- Sensores del equipo, uno interno y al menos dos externos. Permiten la medición de la deflexión en cada punto de estudio; estos pueden ser de varios tipos (transductores de desplazamiento, velocidad o aceleración).
- Soporte de teléfono móviles. Permite colocar y sujetar el teléfono para una mejor visualización de las mediciones.

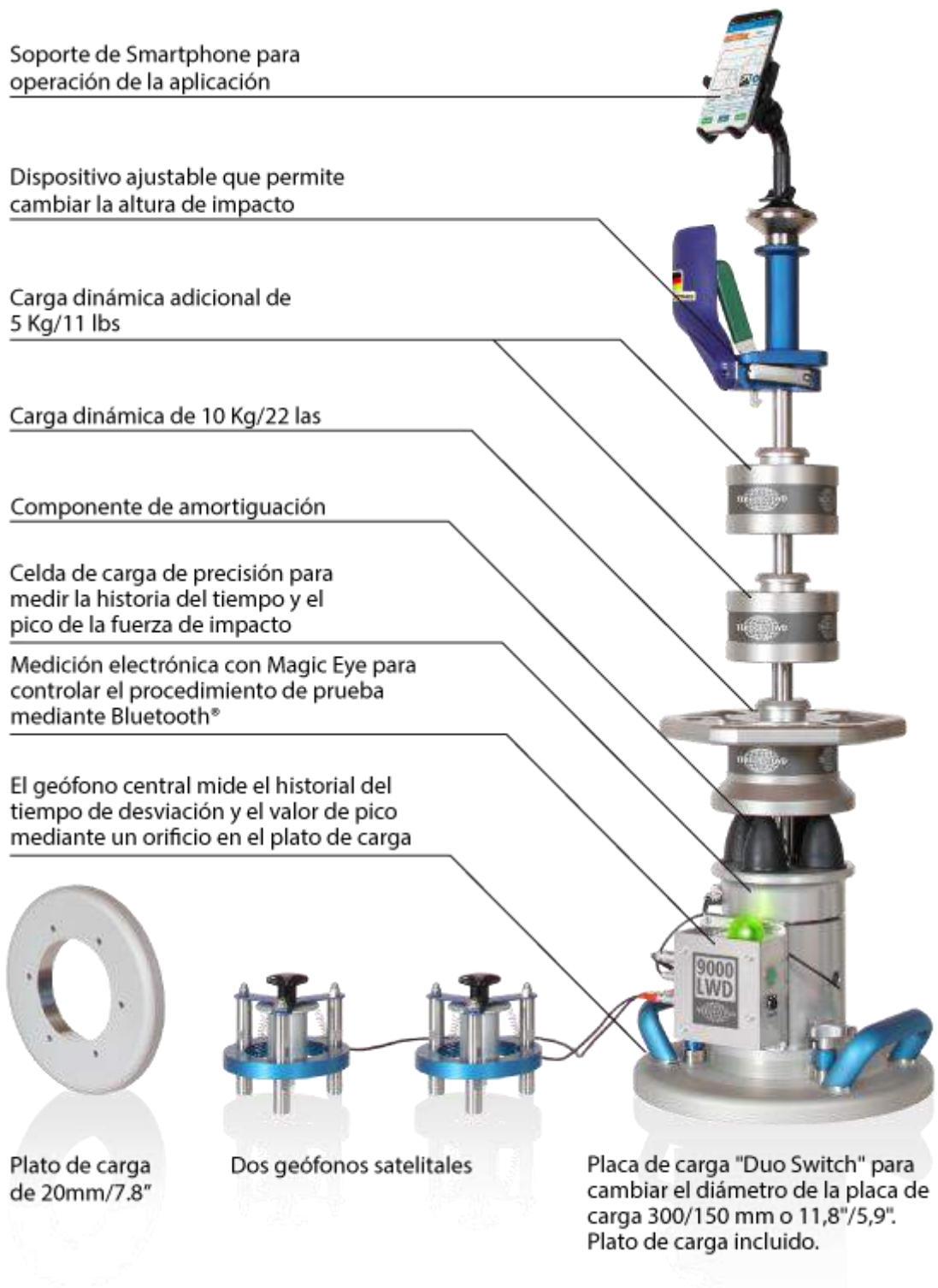


Figura 4. Equipo de LWD y sus principales elementos

2.2.2.2 Equipo de deflectómetro de impacto liviano usado durante la presente investigación

Para propósitos de esta investigación, se usó el equipo de deflectómetro de impacto ligero, 9000 LWD, de la marca TERRATEST LWD. Este equipo cuenta con las especificaciones técnicas internacionales siguientes: ASTM E2583 (Sociedad Americana de Pruebas y Materiales), Unión Europea CEN ICS 93.020 (Comité Europeo de Normalización), IAN73 (Norma del Reino Unido para Autopistas), UNI11531-1 (ANAS ITALIA).

En el año 2019, se celebró el “Día Internacional del Deflectómetro de Impacto Liviano”, desarrollado el 11 de junio, en Escocia, y organizado por el Michel Gordon, director técnico de WSP Scotland y experto en diseño y mantenimiento e investigación de pavimentos en el Reino Unido. Este evento tuvo como objetivo principal reunir a los principales fabricantes y entender si sus dispositivos necesitan calibrarse y obtener resultados confiables. Para esto, se compararon resultados de un total de 33 dispositivos y más de 40 empresas de un amplio espectro en la industria. Se contó principalmente con la presencia de Dynatest LWD 3031, Prima 100 y TERRATEST 9000 LWD. Los deflectómetro de impacto liviano de estos fabricantes están diseñados bajo la norma ASTM E2583, de EE. UU, IAN73 de Reino Unido y UNI11531-1 de Italia.

Se probó y evaluó la reproducibilidad de los resultados generados en materiales de subbase especialmente preparados; estas incluyeron pruebas de laboratorio y de campo.

Se comprobó que dichos equipos muestran resultados casi idénticos bajo las diversas condiciones de prueba.

A continuación, se presenta la ficha técnica del equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD):

Tabla 2. *Ficha técnica del LWD TERRATEST 9000 LWD*

FICHA TÉCNICA DEL TERRATEST 9000 LWD

Peso del dispositivo	26 kg /53.8 lb
Altura del dispositivo	Básico 1.400 mm/54.6”
Cargas dinámicas	10 kg/22 lbs, optional 15 kg/33 lbs, 20 kg/44 lbs.
Rango de carga	0-15 KN (3370 lbf), carga máxima usando el peso opcional 20 kg/44 lb
Diámetro de la placa de carga	100 mm/3.9”, 150 mm/5.9”, 300 mm/11.8”, opcional: 200 mm/7.9”
Geófonos centrales de alta precisión	Rango de 100-2200 micro
Geófonos externos	Rango 100 – 2200 micro
Célula de carga de precisión	Para medir la historia del tiempo y el pico de las fuerzas de impacto
Placa de carga con tres diámetros diferentes	Ø 100/150/300 mm resp. 3.9” / 5.9” / 11.8”
Aplicación para Ios y Android	Aplicación para un fácil manejo del deflectómetro ligero
Plato de carga adicional	Ø 200 mm resp. 7.8”
Cargas dinámicas adicionales	(5 kg/11 lbs each) para realizar 15 kg o 20 kg (res. 33 lb/44 lb)



Figura 5. Equipo de deflectómetro de impacto liviano TERRATEST 9000

2.2.2.3 Campos de aplicación del deflectómetro de impacto liviano (LWD)

El equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD) es un instrumento portátil no nuclear para pruebas no destructivas (NDT) de capacidad de carga (módulo ELWD). El dispositivo cuenta con un geófono y una célula de carga de alta precisión para comprobar la calidad de compactación de capas no ligadas y de material parcialmente ligado del suelo.

El LWD es adecuado en campos de aplicación para distintos trabajos como:

- Movimiento de tierras
- Construcción de carreteras
- Capas delgadas de asfalto
- Materiales reciclados ligados con asfalto espumado
- Control de calidad del proceso de estabilización de suelos
- Control de calidad de las capas de base, subbase y subrasante y del subsuelo antes de construir sobre ella.
- Construcción de ferrocarriles
- Construcción de infraestructura, como zanjas para cables y tuberías

- Rellenos de cimentación

2.2.2.4 Factores de influencia en los resultados del LWD

Durante las investigaciones realizadas bajo condiciones controladas en laboratorio, se ha considerado la influencia de muchas variables que pueden afectar la reproducibilidad y repetibilidad de las pruebas realizadas con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD). Entre estas, podemos considerar, principalmente: temperatura del amortiguador, diámetro de la placa, altura de caída, fuerza de caída, contacto entre la superficie de suelo a ser analizada y contacto de la placa de carga, y efecto del contacto entre el geófono y la superficie.

Fleming, Frost y Lambert (2019, p. 11) evaluaron dichas condiciones:

Hacia la temperatura de los amortiguadores, se analizaron los resultados hechos a tres temperaturas diferentes ($21 \pm 2^\circ\text{C}$, $80 \pm 10^\circ\text{C}$ y $-10 \pm 10^\circ\text{C}$). Se realizó el ensayo en condiciones de laboratorio, dejándose caer la masa desde la misma altura. Como resultado, se observó un elevado módulo de rigidez del material, el que se mantuvo constante; independientemente de ello, se observa un cambio en la longitud de pulso de carga, el que aumentó con la temperatura de 18 a 20 milisegundos; lo que es evidencia de la contracción de los amortiguadores, debido al aumento de temperatura. Más detalle se puede observar en la tabla 1.

Tabla 3. Efecto de la temperatura en los amortiguadores

Temperature		Force(kN)	Press(kPa)	Pulse Time(ms)	D1(um)	E1(MPa)
Ambient $21 \pm 2^\circ\text{C}$	Mean	6.91	97.80	19.03	9.02	2442.21
	SD	0.20	2.79	0.08	0.34	68.27
	COV	2.86	2.86	0.42	3.80	2.80
Heated $80 \pm 10^\circ\text{C}$	Mean	6.84	96.75	20.20	9.31	2338.49
	SD	0.02	0.24	0.11	0.08	23.94
	COV	0.25	0.25	0.52	0.85	1.02
Cooled $-10 \pm 10^\circ\text{C}$	Mean	6.70	94.80	18.15	8.70	2453.41
	SD	0.07	0.94	0.41	0.12	34.27
	COV	0.99	0.99	2.27	1.37	1.40

Nota: Tomada de Fleming, Frost y Lambert (2019, p. 11)

Hacia la influencia de la superficie de contacto entre de la placa y el acero, se evaluaron ensayos sobre materiales granulares. Se realizaron ensayos con el objetivo de determinar si se podía reconocer una caída o una mala toma de datos en el dispositivo, con las mediciones de fuerza y deflexión.

Se realizaron las pruebas sobre una capa de suelo de 400 mm de roca triturada bien graduada, la que fue modificada alterando su homogeneidad sobre la superficie, en alrededor

de 5 a 10 mm de espesor. El proceso de ensayo se desarrolló de tal forma que se produjo una pobre uniformidad entre la superficie y la placa; posteriormente, se rellenaron las zonas desniveladas con arena fina, como se recomienda en las bibliografías para las pruebas estáticas de la placa.

En la figura 5, se pueden observar los cambios significativos que se tienen en los ensayos al mejorar la zona de contacto.

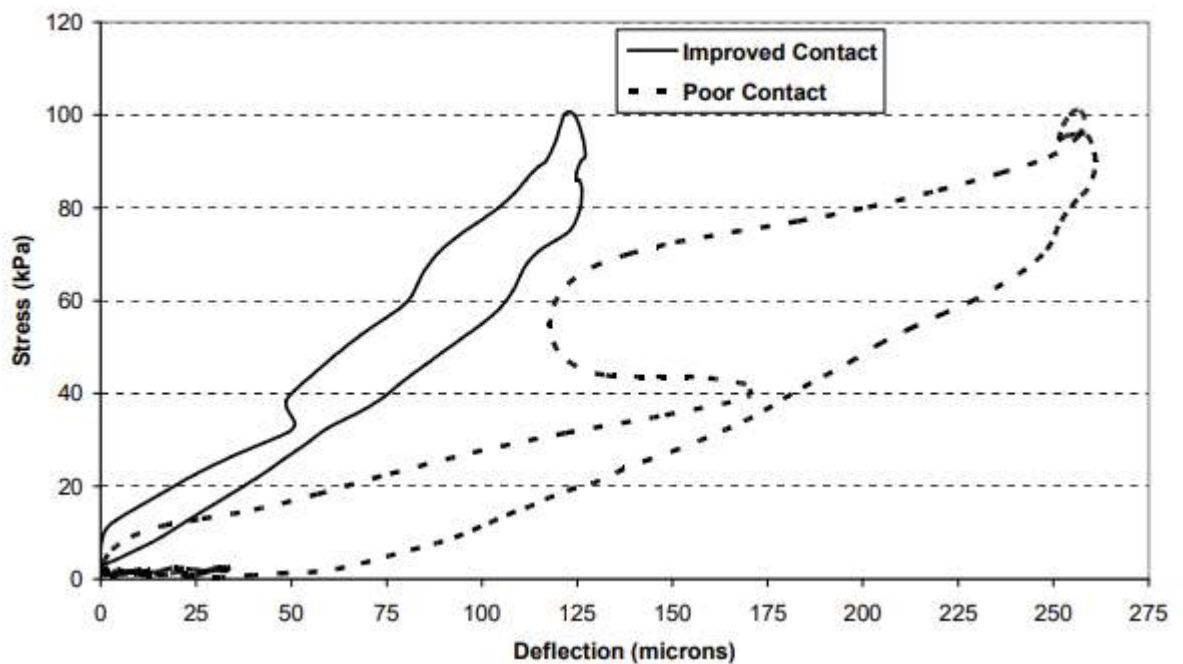


Figura 6. Efecto de un mal contacto y la superficie mejorada. Tomada de «A review of the lightweight deflectometer (lwd) for routine insitu assessment of pavement material stiffness», por Fleming, Frost y Lambert, 2019, p. 12).

Durante las pruebas, también se detectó un poco de rebote y movimiento horizontal del dispositivo; lo que muestra la mala uniformidad de la superficie de contacto entre el aparato y el suelo. Sin embargo, se detalla que la apreciación de un mal contacto es subjetiva, puesto que se considera una superficie de contacto pobre a un módulo de rigidez leído con valores de 75 MPa y una buena superficie de contacto a un módulo de rigidez de 140 Mpa; pero la lectura de estos valores durante pruebas en campo puede deberse a diversos factores en su medio.

Otra consideración es la interpretación de la deflexión máxima y el uso del tiempo de deflexión, lo que daría evidencia de un impacto de mala calidad. Para esto, se ensayaron muestras con profundidades de 400 mm, con material granular; este se ensayó por lo menos en 10 mm del material granular, para luego rellenarlo con arena zarandeada de hormigón; esta misma se compactó en capas de 10 mm cada una y se realizaron las mediciones de compactación por etapas. En la figura 6, se pueden diferenciar las diferentes mediciones con

el equipo del LWD; entre estas, para una medición de 02 pasadas y 04 pasadas. Las que se consideran un suelo en estado suelto se muestran la medición errónea del primer pico de deflexión, la que se produce a los 09 milisegundos, aproximadamente, en el momento en que ocurre la tensión máxima. La gráfica, además, muestra que, después de la medición, se produce una deformación permanente importante y esta se puede observar en la figura 7, que corresponde a la huella dejada por el equipo después de terminada la prueba. Esta consideración es relevante; ya que, para el cálculo del módulo de rigidez, no se considera la deflexión plástica o recuperable, sino la deformación total bajo la carga.

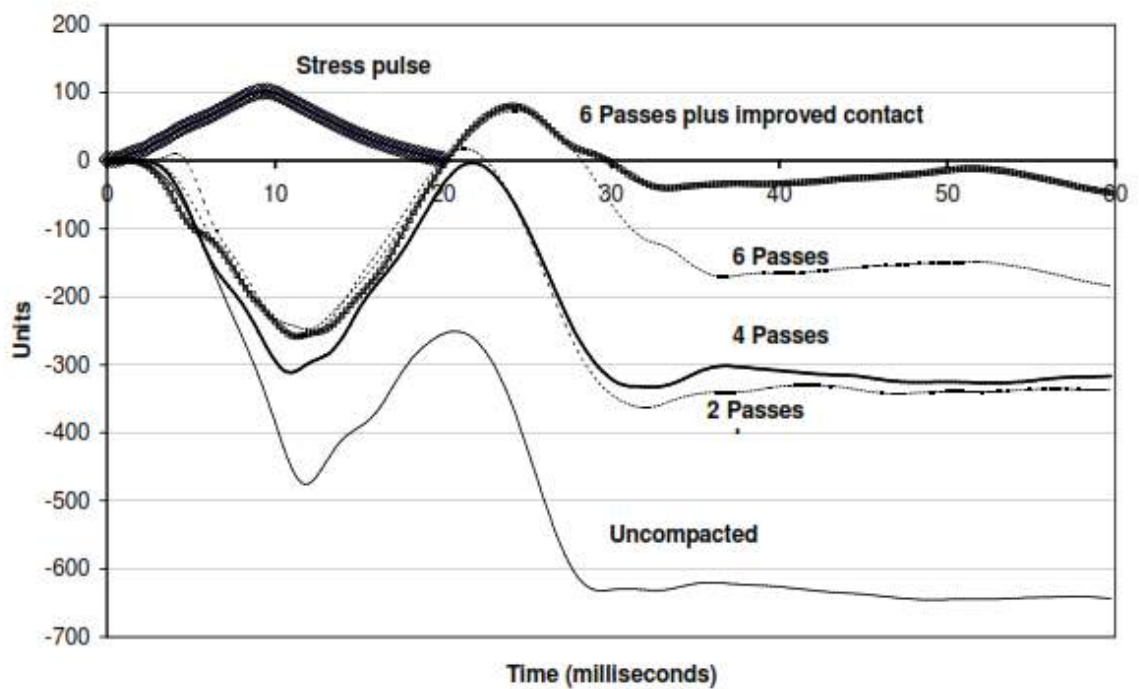


Figura 7. Comparación de las mediciones de deflexión con la incorporación de arena. Tomada de «A review of the lightweight deflectometer (lwd) for routine insitu assessment of pavement material stiffness», por Fleming, Frost y Lambert, 2019, p. 13).

Hacia la tercera capa, que le corresponde seis pasadas, se ve un mejor comportamiento del suelo, con una deformación permanente casi constante y menor a la deformación inicial o pico. De la misma manera, se evidencia un mejor comportamiento del suelo, con seis pasadas, nivelado y uniforme.

2.2.2.5 Estudios relacionados con el equipo de deflectómetro de impacto liviano LWD

Las investigaciones realizadas en donde el deflectómetro de impacto liviano (LWD) han tenido la mayor participación; se enfocaron en demostrar la utilidad y confiabilidad del

mismo, a través de tramos de prueba de materiales granulares, permitiendo incorporar el LWD como una herramienta útil y versátil para proporcionar datos de alta calidad (Fleming, Frost y Lambert, 2006).

- **Determinación del grado de compactación en suelos (Berrocal, Salamanca, Zahara, Arriola)**

Para las investigaciones realizadas, se menciona a la tesis presentada por Berrocal (2019), con el título *Comparación del control de grado de compactación in situ, utilizando el Deflectómetro de peso liviano (LWD) comparando a los resultados del método nuclear y método del cono de arena para un tramo del proyecto Tocacahe – Juanjui, en la región San Martín*. En esta, se emplearon tres ensayos *in situ* para la determinación del grado de compactación en el suelo, con la finalidad de obtener resultados que, dentro del marco de la confiabilidad, pudieran ser estadísticamente aceptables; así, para la correlación que se hizo en ensayos en el equipo de deflectómetro de peso liviano (LWD) en 20 puntos de control. Los resultados tuvieron un $R^2 = 0.2776$, lo que el autor califica como una correlación no aceptable. Para la comparación entre el ensayo del densímetro nuclear y el cono de arena, se obtuvo un $R^2 = 0.9334$; por ello, el autor considera una correlación aceptable. Hacia la comparación entre el deflectómetro de peso liviano (LWD) y el equipo de cono de arena, se tuvo un $R^2 = 0.1613$, lo que se considera una correlación no aceptable. Los resultados fueron corroborados en un segundo trabajo de campo, corroborando la no aceptación de correlación hacia los ensayos con el equipo del deflectómetro de peso liviano (LWD). Así, el autor concluye en que los resultados no pueden ser utilizados con la misma confiabilidad con la que se utilizan los resultados del cono de arena y el densímetro nuclear.

En la tesis presentada por Salamanca (2020), con el título *Curvas de calibración para el control de la calidad de compactación usando el equipo LWD en capas granulares en un proyecto de infraestructura vial*, presenta ensayos realizados en tres tipos de materiales granulares; entre ellos, se tiene: terraplén, subbase y base. Durante esta investigación, se realizaron ensayos de laboratorio y en campo; se realizaron ensayos de Proctor modificado para la determinación de la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad; adicionalmente, se realizaron pruebas con el equipo del deflectómetro de impacto liviano para obtener el módulo del $E_{LWDCAMPO}$ en los moldes del Proctor modificado, ensayos en campo para la determinación del grado de compactación con el método de cono de arena y ensayos con el equipo de deflectómetro de impacto liviano, para la obtención del módulo $E_{LWDCAMPO}$; todo esto sobre suelos granulares correspondientes al terraplén, subbase y base. Según los ensayos realizados para el material granular de tipo subbase, el autor llega a la conclusión de que el resultado para el control en la calidad de compactación no se predice exactamente, pero sí se puede identificar las capas con problemas de compactación. También se menciona la

implementación de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano; permitirán evidenciar las malas prácticas constructivas, lo que se podrá evidenciar fácilmente en las lecturas variables del módulo de rigidez $E_{LWDCAMPO}$.

En la tesis presentada por Afsharikia (2019), con el título *Modulus based compaction quality assurance for unbound granular material*, precisa que los enfoques actuales de medición de calidad en el grado de compactación se basan principalmente en la deflexión y no en el módulo. Desde la perspectiva basada en el módulo, se requieren dos principios fundamentales: (1) la determinación del módulo objetivo E_{LWDOBJ} a través del ensayo de Proctor modificado y la incorporación de una prueba sobre el molde a ensayar, y (2) realizar un correcto procedimiento en cuanto a la comparación y la determinación de la relación $E_{LWDOBJ}/E_{LWDCAMPO}$.

Esta investigación validó el control de compactación con el uso del equipo del Deflectómetro de impacto liviano (LWD); sin embargo, recomendó validar los resultados mediante el uso de un ensayo alternativo de otro ensayo *in situ*, como es el ensayo de cono de arena.

- **Correlación con otros ensayos (Sunny Deol, Thay Nogueira, Prakashkumar, Escobar)**

En el artículo presentado por Sunny, Vinod y Rakesh (2016), con el título *Comparative studies of lightweight deflectometer and bekelman beam deflectometer in low volume roads*, se presenta un estudio comparativo entre la viga bekelman y el equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD) para la estimación del módulo de rigidez dinámico y estático; se ejecutaron investigaciones tanto en campo y en laboratorio a partir de 40 puntos de prueba a lo largo de 2 km de carretera se la subrasante para un pavimento flexible. Su evaluación estructural se basó en tres tipos de suelo, principalmente, según su clasificación SUCS (CL, CH Y CO). Los resultados *in situ* se validaron con productos triaxiales repetidos, los análisis de correlación desarrollados mostraron que la validación con el módulo estático del CBR muestra incapacidad para adoptar módulos de rigidez para subrasante como parámetro de resistencia de diseño; sin embargo, muestra módulos dinámicos medidos de valores de subrasante; esto representa la viabilidad del dispositivo LWD. Así, el autor concluye en que, el ensayo con el equipo de LWD se puede utilizar como herramienta para la evaluación de la resistencia de la subrasante para las fases de construcción y mantenimiento del pavimento.

En la tesis presentado por Nogueira (2017), con el título *Estudo comparativo do cbr "in situ" y lwd para determinação da capacidade de suporte de subleitos*, se realizó esta investigación con la finalidad de encontrar tres correlaciones: (1) ensayo de CBR y el ensayo de DPL, (2) ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) y el ensayo de penetración dinámica con cono PDC, (3) ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto

liviano (LWD) y el ensayo de relación de soporte de California (CBRI). A partir de ensayos en campo y con la muestra de 26 ensayos realizados, se obtuvieron tres ecuaciones de correlación con una regresión lineal de mayores a 0.70. Hacia la parte de la investigación que es de interés, se menciona que la correlación obtenida entre el módulo de rigidez del LWD y el ensayo de CBR resulto con un $R^2 = 0.859$.

En la tesis presentada por Prakashkumar y Rakesh (2019), con el título *Correlative Study of LWD, DCP and CBR for sub-grade*, se realizaron 52 ensayos tanto en campo como en laboratorio a nivel de subrasante, con la finalidad de encontrar correlaciones entre el ensayo de penetración dinámica ligera (DPL), Californian Bearing Ratio (CBR) y el ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto ligero (LWD), esto debido a la necesidad de encontrar el módulo de rigidez de los suelos de la subrasante con ensayos más rápidos y económicamente accesibles. Así, en esta investigación, se hace un resumen de correlaciones investigadas por diversas organizaciones (ver tabla 2).

Tabla 4. Ecuaciones de correlaciones de diversas investigaciones

Model Equation	Organization /Researcher
[1]. $\log CBR = 2.456 - 1.12 \log (DPI)$	U.S Army corps of Engineers (USAGE), Webster et al (1992) Konrad and Lachance (2001), Siekmeier (2000), Chen et al. (2001)
[2] $\log CBR = 1.4 - 0.55 \log (DPI)$	and Indian Roads Congress (IRC):37-2012 Gabr et al. (2000)
[3] $\log CBR = 1.675 - 0.7852 \log (DPI)$	George et al. (2009)
[4] $E = 664.67 DPI^{0.7168}$	Powell et al. (1984)
[5] $E_{FWD} = 338 DPI^{0.29}$	Chen et al. (1999)
[6] $E_{FWD} = 537.76 DPI^{-0.6645}$	Chen et al. (2005)
[7] $E_G = 755.2 DPI^{0.671}$	Aishibli et al. (2005)
[8] $E_{LWD} = 2191/DPI$	Aishibli et al. (2005)
[9] $E_{FWD} = 162.48 DPI^{-0.6297}$	George et al. (2009)
[10]. $\log (E_{PLT}) = -0.884 \log (DPI) + 2.906$	Konrad and Lachance (2001)
[11]. $M_R = 10.35 CBR$	Shell Oil
[12]. $M_R = 37.3 CBR^{0.711}$	U.S Army corps of Engineers (USAGE)
[13]. $M_R = 20.7 CBR^{0.65}$	South African Council on Scientific and Industrial Research
(CSIR) [14]. $M_R = 10 CBR$	Heukelom & Foster (1960), Indian Roads Congress
[15]. $M_{SIIS} = 17.58 CBR^{0.64}$	and AASHTO "Guide for Design of Pavement Structure" (1993) Powell et al. (1984), Indian Roads Congress (IRC):37-2012 and Transport and Road Research Laboratory (TRRL)
[16]. $M_{SSC} = 18.77 CBR^{0.63}$	Sawangsurinya et al. (2005)
[17]. $M_R (\text{psi}) = 2555 CBR^{0.64}$	National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) 137

Note: M_R , M_{SIIS} , M_{SSC} , E , E_{FWD} , E_G , E_{LWD} , E_{FWD} and E_{PLT} are in MPa. CBR in percentage and DPI in mm/blow

Fuente: Correlative Study of LWD, DCP and CBR for subgrade (Prakashkumar y Rakesh, 2019)

Durante esta investigación, se logró la correlación de ensayos como LWD Y DPL, obteniéndose la correlación del módulo de rigidez del LWD y el número de golpes obtenidos durante el ensayo de penetración dinámica ligera. Se obtuvo la siguiente ecuación:

$$E_{LWD} (MPa) = 310.533(DPI)^{-0.707} , \text{ con un } R^2 = 0.811.$$

Así mismo, la ecuación de correlación entre el ensayo de CBR y DPL, obteniéndose resultados con un R^2 aceptables.

$$CBR (\%) = 13.732 - 3.028 \ln (DPI), R^2 = 0.784$$

Finalmente, se desarrolló una ecuación que permite la correlación entre el ensayo del CBR y el módulo del LWD. Esta ecuación se llevó a cabo bajo la determinación de 52 ensayos en campo, con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD), y ensayos de CBR en laboratorio de los mismos puntos en los que se realizaron las mediciones del LWD. Se encontró la siguiente ecuación con un $R^2 = 0.875$.

Así mismo, se realizó la comparación del ensayo con las ecuaciones de la tabla 4, obteniéndose la siguiente figura:

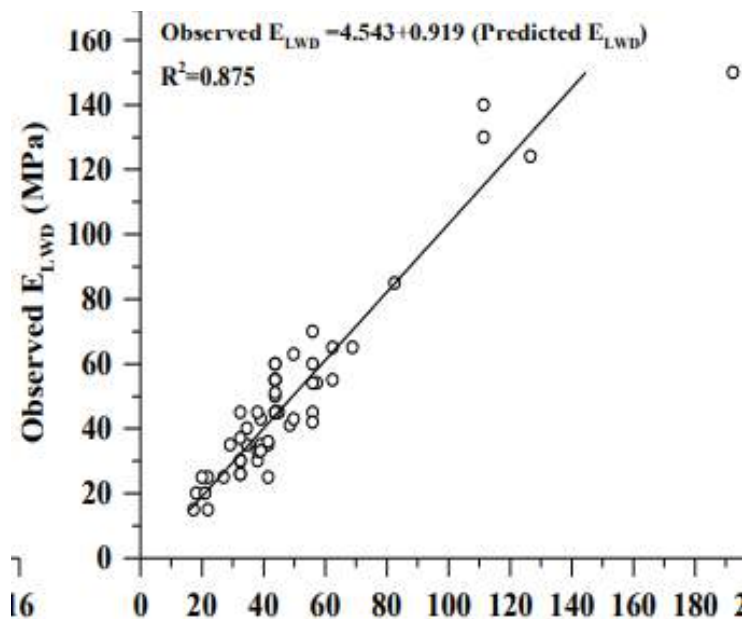


Figura 8. Módulo del LWD predicho vs módulo LWD observado

- **Evaluación de la capacidad de soporte**

En la investigación presentada por Osorio (2008), con el título de *Metodología de evaluación in situ de la capacidad de soporte de bases y subbases granulares de pavimentos*

flexibles con el Deflectómetro de impacto liviano, se definió la importancia del módulo de resiliencia y su vital influencia en el diseño de pavimentos flexibles; sin embargo, en la actualidad, se lleva el control de este parámetro de diseño a través de ensayo de CBR y valores de densidad en campo. Así, este estudio se enfocó en analizar las variables más importantes requeridas para el uso del equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) como herramienta durante los trabajos en campo. Concluyo en que: “El LWD se puede utilizar como instrumento de evaluación de la capacidad de soporte de materiales granulares aplicando una metodología experimental en cada proyecto en particular”.

En el artículo presentado por Sandobal (2009), con el título *Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del Deflectómetro de impacto*, se mencionan las diferentes metodologías para caracterizar la resistencia de la subrasante (AASHTO-93, Lukanen, Yonapave, Hogg modificado, Hogg simplificado, ecuaciones de regresión del departamento de transportes de Washington y ecuaciones de Darter y Rohde) y se realizan comparaciones entre el módulo resiliente obtenido por retrocálculo y el módulo de resiliencia obtenido en laboratorio. Se encontró que el módulo resiliente de retrocálculo (Mrr) es mayor a el módulo resiliente de laboratorio; sin embargo, la relación existente entre ambos está definido por el factor C, el que se denomina factor de ajuste. Se menciona también que, actualmente, en Latinoamérica, se están realizando estudios para calcular el factor C para los suelos típicos de su territorio y así poder determinar el valor más real y confiable, utilizando la información del cuenco de deflexiones obtenida durante el ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD).

2.2.3 Ensayo de relación de soporte de califonia (CBR)

Este ensayo se emplea para evaluar la capacidad portante del terreno compactado. Las siglas de CBR significan Californian Bearing Ratio; esta prueba consiste básicamente en compactar una muestra de suelo, someterla a saturación en unos moldes con especificaciones técnicas establecidas y aplicar un punzonamiento sobre la superficie de la muestra mediante un pisón normalizado.

El objetivo principal del ensayo es determinar el índice de la resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, o conocido como CBR. El ensayo se realiza normalmente sobre suelos preparados en laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad necesarias; pero también puede determinarse de forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno (*Manual de ensayos de materiales correspondiente a CBR de suelos (laboratorio)* [MTC E 132], 2017).

Este índice se determina para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y afirmado.

El CBR de un suelo representa la carga unitaria correspondiente a 0.1" o 0.2", de penetración del pisón en los moldes compactados y saturados de un suelo. Esta es expresada en porcentaje. Usualmente, el número CBR se basa en la relación de carga para una penetración de 2,5 mm (0,10"); sin embargo, si el valor de CBR a una penetración de 5 mm (0,20") es mayor, el ensayo debe repetirse. Si en un segundo ensayo se produce nuevamente un valor de CBR mayor de 5 mm de penetración, dicho valor será aceptado como valor del ensayo. Los ensayos de CBR se hacen sobre muestras compactadas con un contenido de humedad óptimo.

Para realizar el análisis de diseño de las capas de pavimento, existen métodos para poder estimar o clasificar las condiciones geomecánicas del suelo, sean estos subrasante, base o subbase.

Tabla 5. Clasificación de la subrasante de acuerdo al valor de CBR

CBR	CLASIFICACION
0 - 5	Subrasante muy mala
5 - 10	Subrasante mala
10 - 20	Subrasante regular a buena
20 - 30	Subrasante muy buena
30 - 50	Subbase buena
50 - 80	Base buena
80 - 100	Base muy buena

Fuente: Manual de laboratorio de suelos para ingeniería civil (Bowles, 1980)

2.2.4 Equipos usados durante el ensayo de capacidad de soporte (CBR)

Según el MTC E 132 (2017), los equipos necesarios para desarrollar el ensayo de CBR de suelos en laboratorio son:

- Prensa de compresión, el desplazamiento entre la base y el cabezal. Se debe poder regular y su velocidad de penetración deberá ser uniforme a razón de 1.27 mm (0.05") por minuto. La capacidad mínima de la prensa deberá ser de al menos 44.5 kN.
- Molde de metal cilíndrico de 152.4 mm \pm 0.66 mm (6 \pm 0.026") de diámetro interior y de 177.8 \pm 0.46 mm (7 \pm 0.018") de altura, provisto de un collar suplementario de 50.8 mm (2.00") de altura y una placa de base perforada de 9.53 de espesor.
- Disco espaciador.
- Pisón compactación, con las mismas características de un pisón de compactación usado durante el ensayo de Proctor modificado.

- Dial o aparato medidor de expansión. Este deberá estar compuesto por un trípode que permita el apoyo en los bordes.
- Pesas anulares y ranuradas, las que deberán tener un peso de 4.54 ± 0.02 kg y 2.27 ± 0.02 kg, respectivamente.
- Pisón de penetración.
- Tanque con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes de CBR en agua.
- Horno o estufa.
- Balanzas de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g, con resolución de 1 g y 0.1 g, respectivamente.
- Tamices (n.º 4, ¾ y 2")
- Misceláneos de uso general.

Toda la especificación técnica del equipo se encuentra detallada en el *Manual de Transportes y Comunicaciones (MTC E-132)*.

En la figura 9, se muestra la prensa para realizar los ensayos de CBR.



Figura 9. Equipo de CBR

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Método y alcance de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

La metodología que se empleó en esta investigación corresponde al método deductivo. Según lo indicado por Hernández (2014), el método deductivo permite iniciar la investigación a partir de la teoría; de estas, se derivan expresiones lógicas denominadas hipótesis, las que se someterán a prueba.

3.1.2 Orientación de la investigación

Vargas (2008) menciona que: “la investigación aplicada, entendida como la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos en provecho de los grupos que participan en esos procesos y en la sociedad en general”. Bajo esta premisa, la presente investigación tiene una orientación aplicada.

3.1.3 Enfoque de la investigación

El enfoque que se aplicó en esta investigación es el enfoque cuantitativo; puesto que, como indica Hernández (2014), este utiliza la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

3.1.4 Tipo de la investigación

Esta investigación se define como tipo correlacional, bajo los conceptos mencionados por Hernández (2014): “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular”.

3.1.5 Alcance de la investigación

Siguiendo lo propuesto por Hernández (2014), el alcance de la investigación se clasifica en cuatro tipos de investigaciones, entre las cuales tenemos: exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. Siguiendo el objetivo de esta investigación, esta se clasificaría

como correlacional-exploratoria, dado que la primera etapa del estudio consistió en la realización de nuevos estudios; ya que, a diferencia del ensayo de CBR de suelos en laboratorio, el ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) ha sido poco estudiado, en especial la aptitud que tendrá su módulo LWD para ser correlacionada con la capacidad de soporte de un suelo CBR. Para una segunda etapa, se define o genera una ecuación correlacional calibrada, para poder determinar los valores que darán validez a la capacidad de soporte California CBR.

3.1.6 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación está enfocado en analizar la certeza o no de la hipótesis formulada. Así se adopta una estrategia para obtener la información necesaria que se requiera, con el fin de responder el planteamiento del problema.

El diseño de la presente investigación es el no experimental. Según Hernández (2014): “Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no hacemos variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables”.

Así, durante el desarrollo de esta investigación, se observarán los fenómenos con sus resultados en su estado natural, para que sean posteriormente analizados.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Según Hernández (2014), se “define a la población como un conjunto total a estudiarse, donde los casos tienen las mismas características de manera que coincida con una serie de especificaciones, lo cual da origen a los datos de investigación”.

Menciona dos distinciones importantes en cuanto a la población de estudio. Así, establece a la población finita e infinita. Desde un enfoque de muestras, se basan en el tamaño que representa la muestra dentro una población. En términos estadísticos, refiere a que, si la muestra representa menos del 5 % de la población, se considera una muestra infinita; contrariamente a esta condición, se consideraría una población finita.

Así, la población estudiada durante esta investigación corresponde a una población infinita, debido a que la variedad de formación de suelos que corresponde en esencia a su naturaleza propia sea proveniente de suelos sin alterar o suelos preparados mediante mezclas que generen suelos principalmente granulares, certificados como tipo subbase; en comparación a la muestra presentada, es mucho menor del 5 %.

3.2.2 Muestra

La muestra utilizada durante el estudio de esta investigación estuvo constituida por cinco canteras de material gravoso extraído: Pallcca, La Moderna, Chillico, Mollepata y Sanchezpampa, que contiene materiales certificados como material de subbase. Se realizaron pruebas con un total de 14 ensayos de CBR, que conforman un total de 42 moldes de CBR y 42 de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD).

3.3 Técnicas e instrumentación de recolección de datos

Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico (Hernández, 2014).

El procedimiento para la recolección de datos implica elaborar un plan detallado del procedimiento que permita la organización y el entendimiento ordenado de los datos reunidos durante la investigación.

Según Hernández (2014), dentro de las principales técnicas de recolección de datos, podemos mencionar a las siguientes:

1. Cuestionarios
2. Escalas de medición de actividades, que pueden ser:
 - a. Escalamiento de tipo Likert
 - b. Diferencial semántico
 - c. Escalograma de Guttman
3. Otros:
 - a. Análisis de contenido cuantitativo
 - b. Observación
 - c. Pruebas de estandarizadas e inventarios
 - d. Datos secundarios (recolectados por otros investigadores)
 - e. Aparatos y equipos
 - f. Indicadores

Para la presente investigación, se desarrollaron pruebas estandarizadas, las que fueron detalladas en los siguientes procedimientos.

3.3.1 Procedimiento técnico

La investigación se enfocó en suelos granulares certificados tipo subbase. Estos fueron extraídos de cinco canteras ubicadas como se detalla a continuación.

- **Cantera Pallcca**

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Quinua

Coordenadas de zona de muestreo (WGS UTM ZONA 18L)

Este: 598454 m

Norte: 8563441 m



Figura 10. Vista satelital de ubicación de la cantera Pallcca

- **Cantera Mollepata**

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Ayacucho

Coordenadas de zona de muestreo (WGS UTM ZONA 18L)

Este: 582607 m

Norte: 8548437 m



Figura 11. Vista satelital de ubicación de la cantera Mollepata

- **Cantera Chillico**

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Ticllas

Coordenadas de zona de muestreo (WGS UTM ZONA 18L)

Este: 578544 m

Norte: 8552980 m



Figura 12. Vista satelital de ubicación de la cantera Chillico

- **Cantera Sanchezpampa**

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Huamanga

Coordenadas de zona de muestreo (WGS UTM ZONA 18L)

Este: 500001 m

Norte: 8601036 m



Figura 13. Vista satelital de ubicación de la cantera Sanchezpampa

- **Cantera La Moderna**

Región: Huancavelica

Provincia: Tayacaja

Distrito: Tintay

Coordenadas de zona de muestreo (WGS UTM ZONA 18L)

Este: 500001 m

Norte: 8601036 m



Figura 14. Vista satelital de ubicación de la cantera La Moderna

Se extrajeron muestras representativas siguiendo las especificaciones técnicas de la NTP 400.010, correspondiente a muestreo en suelos, en cantidad suficiente para la realización de 14 ensayos de CBR, con un total de 42 probetas de CBR, distribuidos para las canteras analizadas con una masa de aproximadamente de 200 kg por cada cantera, lo que hizo un total de 1000 kg de suelo para los propósitos de esta investigación.

Una vez extraída la muestra, se movilizaron estas a las instalaciones del Laboratorio INGEOTECON Contratistas y Consultores E.I.R.L., ubicados en la región Ayacucho, provincia de Huamanga, distrito de Ayacucho. Aquí, se realizaron todos los ensayos de laboratorio correspondientes. Se inició con el procedimiento de cuarteo o reducción de tamaño a muestras representativas siguiendo los procedimientos de la NPT 339.089, correspondiente a la obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo).



Figura 15. Muestras de suelo ingresadas al laboratorio

Se realizaron los ensayos de certificación de los materiales extraídos como material de subbase siguiendo las especificaciones del *Manual de carreteras. Especificaciones técnicas generales para la construcción* (EG-2013, 2013) (tabla 402-02).

Tabla 6. *Requerimientos de ensayos para material granular de subbase*

Subbase Granular
Requerimientos de Ensayos Especiales

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.
CBR (1)	MTC E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	40 % mín.
Límite Líquido	MTC E 110	D 4318	T 89	25% máx.	25% máx.
Índice de Plasticidad	MTC E 111	D 4318	T 90	6% máx.	4% máx.
Equivalente de Arena	MTC E 114	D 2419	T 176	25% mín.	35% mín.
Sales Solubles	MTC E 219	.-.	.-.	1% máx.	1% máx.
Partículas Chatas y Alargadas	.-.	D 4791	.-.	20% máx.	20% máx.

(1) Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1"(2.5 mm)

(2) La relación ha emplearse para la determinación es 1/3 (espesor/longitud)

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013)

3.3.2 Procedimiento metodológico

Para la recolección de datos, se realizaron los ensayos en el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento de INGEOTECON, laboratorio que cuenta con certificación ISO 9001:2015 por gestión de la calidad, la que garantiza el cumplimiento de los requisitos legales aplicables a los ensayos de laboratorio y a los que ellos están suscritos voluntariamente, además de su compromiso con la capacidad técnica de su personal. Así, con su apoyo técnico, se desarrollaron los ensayos en laboratorio, garantizando el correcto procedimiento de los ensayos, los que se detallan a continuación.

3.3.2.1 Determinación de características mínimas para suelos granulares tipo subbase

Se realizaron ensayos para la certificación del material granular para la subbase de las canteras ya mencionadas, para lo cual se siguieron las especificaciones técnicas de del *Manual*

de carreteras. Especificaciones técnicas generales para la construcción (EG-2013, 2013) EG-2013. A continuación, se indican los ensayos mínimos requeridos:

- Ensayo de granulometría en suelos **ASTM D6913M-17**
- Requerimiento granulométrico **EG-2013 tabla 403-01**
- Abrasión de los ángeles **MTC E 207**
- CBR (referido al 100 % de la máxima densidad seca y una penetración de carga de 0.1")
MTC E 132
- Limite líquido **MTC E 110**
- Índice de plasticidad **MTC E 111**
- Equivalente de arena **MTC E 114**
- Sales solubles **MTC E 219**
- Partículas chatas y alargadas **MTC E 211**

Según los ensayos realizados, las cinco canteras Palcca, Mollepata, Chillico, Sanchezpampa y La Moderna cumplen con los requisitos para material granular tipo subbase, como se muestra en las tablas 7, 8, 9, 10 y 11. Para mayor detalle, ver el anexo I, correspondiente a ensayos en laboratorio.

A continuación, se presenta el resumen de la certificación de las canteras usadas para los ensayos de la investigación.

Tabla 7. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera Pallecca

RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma / MTC	Requerimiento EG-2013 MTC		: CANTERA PALLCCA: MATERIAL PROPORCIONADO	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	ASTM D6913 M-17	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION A	CUMPLE > 3000msnm CUMPLE < 3000msnm
Límite Líquido	ASTM D4318:17	25% máx.		24,3%	CUMPLE
Índice de Plasticidad	ASTM D4318:17	6% máx.	4% máx.	5,4%	CUMPLE < 3000msnm NO CUMPLE > 3000msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		22%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		70,0%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.	35% mín.	27%	CUMPLE < 3000msnm NO CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0,024%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		4,0%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m ³)	MTC E 115	2,01			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	11,3%	Rango :	(9,8% - 12,8%)	

Tabla 8. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera Chillico

RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma MTC	Requerimiento		: CANTERA CHILLICO	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Requerimiento Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	MTC E 107	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION B	CUMPLE
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		22%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		74,0%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx.		NP	CUMPLE
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx.		NP	CUMPLE < 3000msnm
			4% máx.		CUMPLE > 3000msnm
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.		39%	CUMPLE < 3000msnm
			35% mín.		CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0,053%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		2,5%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m ³)	MTC E 115	2,18			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	8,20%	Rango :	(6,7% - 9,7%)	

Tabla 9. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera Mollepata

RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma MTC	Requerimiento		: CANTERA MOLLEPATA	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Requerimiento Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	MTC E 107	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION D	CUMPLE
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		22%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		90,0%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx.		17,2%	CUMPLE
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx.		2,6%	CUMPLE < 3000msnm
			4% máx.		CUMPLE > 3000msnm
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.		34%	CUMPLE < 3000msnm
			35% mín.		NO CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0,029%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		2,1%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m ³)	MTC E 115	2,08			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	9,10%	Rango :	(7,6% - 10,6%)	

Tabla 10. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera La Moderna

RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma MTC	Requerimiento		: CANTERA LA MODERNA	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Requerimiento Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	MTC E 107	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION B	CUMPLE > 3000msnm CUMPLE < 3000msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		38%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		70,0%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx.		14,9%	CUMPLE
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx.		4,4%	CUMPLE < 3000msnm
			4% máx.		NO CUMPLE > 3000msnm
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.		36%	CUMPLE < 3000msnm
			35% mín.		CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0,079%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		2,6%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m ³)	MTC E 115	2,12			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	6,50%	Rango :	(5,0% - 8,0%)	

Tabla 11. Resumen de requisitos para materiales de subbase en la cantera Sanchezpampa

RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma MTC	Requerimiento		: CANTERA SANCHEZPAMPA	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Requerimiento Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	MTC E 107	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION A	CUMPLE
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		34%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		78,0%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx.		NP	CUMPLE
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx.		NP	CUMPLE < 3000msnm
			4% máx.		CUMPLE > 3000msnm
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.		37%	CUMPLE < 3000msnm
			35% mín.		CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0,054%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		3,6%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m3)	MTC E 115	2,06			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	8,50%	Rango :	(7,0% - 10,0%)	

3.3.2.2 Procedimiento metodológico para el ensayo de CBR

Una vez culminados los ensayos de certificación del material granular de las canteras seleccionadas, se procedió a realizar el ensayo de Proctor modificado siguiendo la normativa de la NTP 339.141 y MTC E-115, esto para la obtención de la densidad máxima seca y el óptimo contenido de humedad para las cinco canteras en estudio. El resumen se puede verificar en la tabla siguiente:

Tabla 12. Resultados de ensayo de Proctor modificado

Nº	Nombre de cantera	Gradación del material según MTC EG-2013	Óptimo Contenido de Humedad (%)	Máxima Densidad Seca (Tn/m ³)
1	Chillico	Gradación B	8,2	2,175
2	Mollepata	Gradación D	9,1	2,08
3	Sanchezpampa	Gradación A	8,5	2,06
4	Pallca	Gradación A	11,3	2,01
5	La moderna	Gradación B	6,5	2,12

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se muestran las curvas del ensayo de Proctor modificado para cada cantera. Las imágenes fueron obtenidas de los resultados del ensayo en laboratorio.

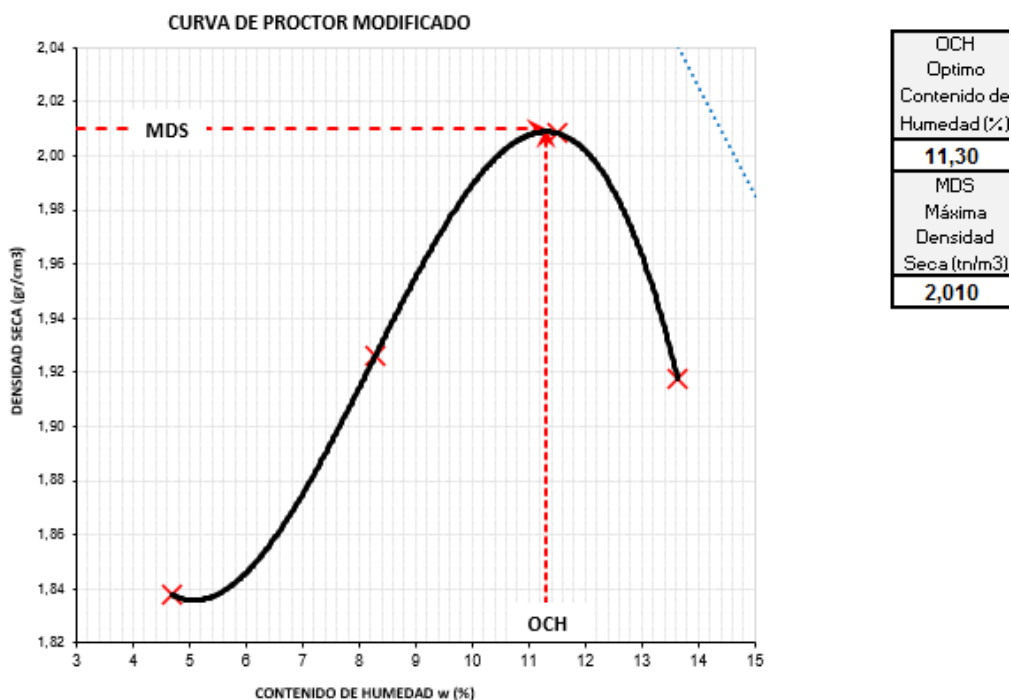


Figura 16. Ensayo de Proctor modificado en la cantera Pallca

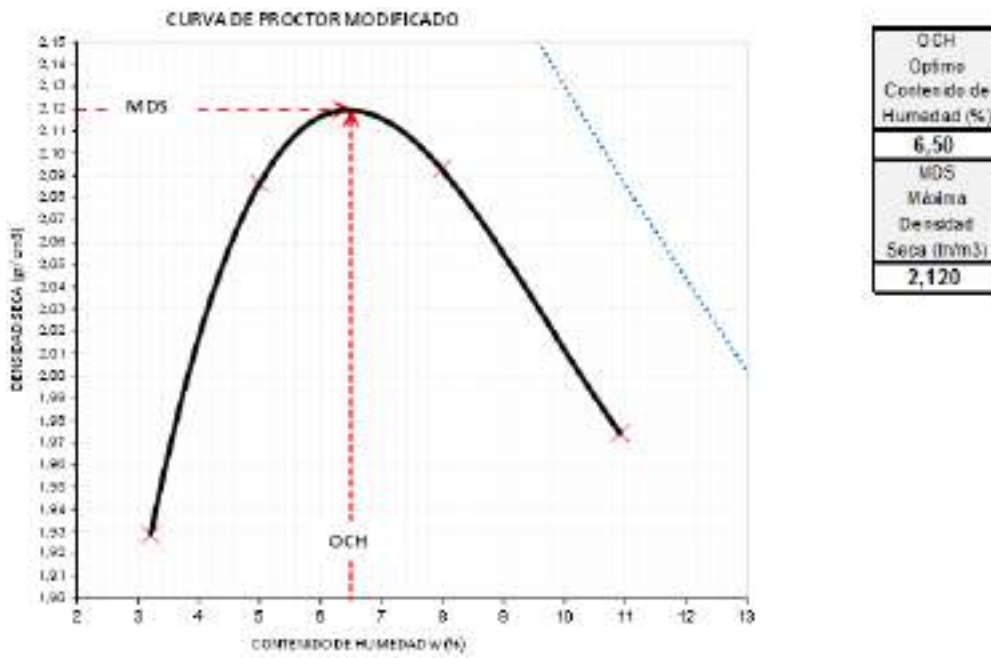


Figura 17, Ensayo de Proctor modificado en la Cantera La Moderna

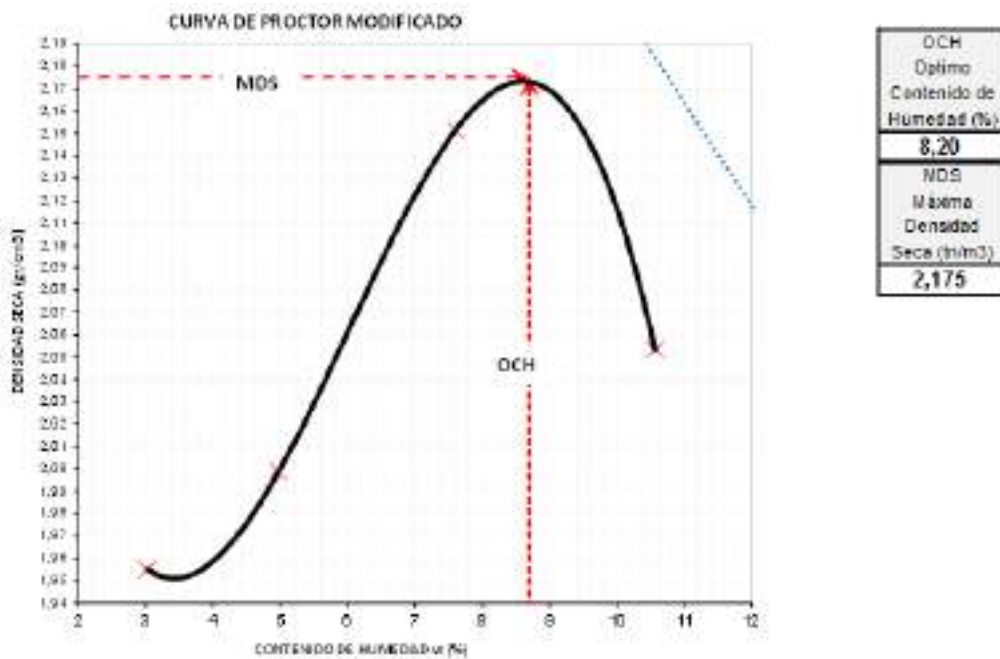


Figura 18. Ensayo de Proctor modificado en la cantera Chillico

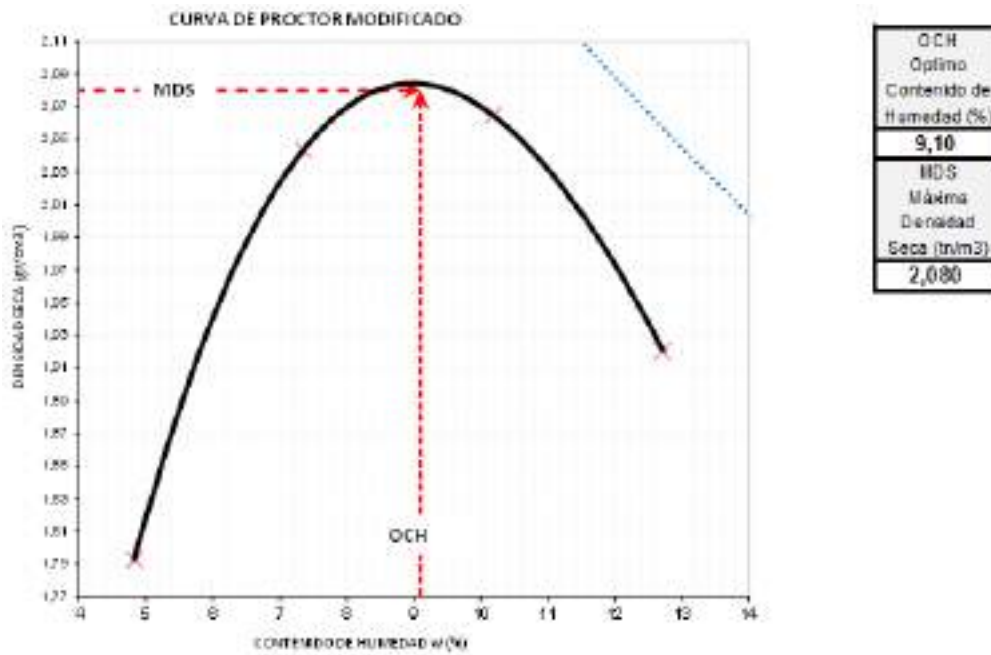


Figura 19. Ensayo de Proctor modificado en la cantera Mollepata

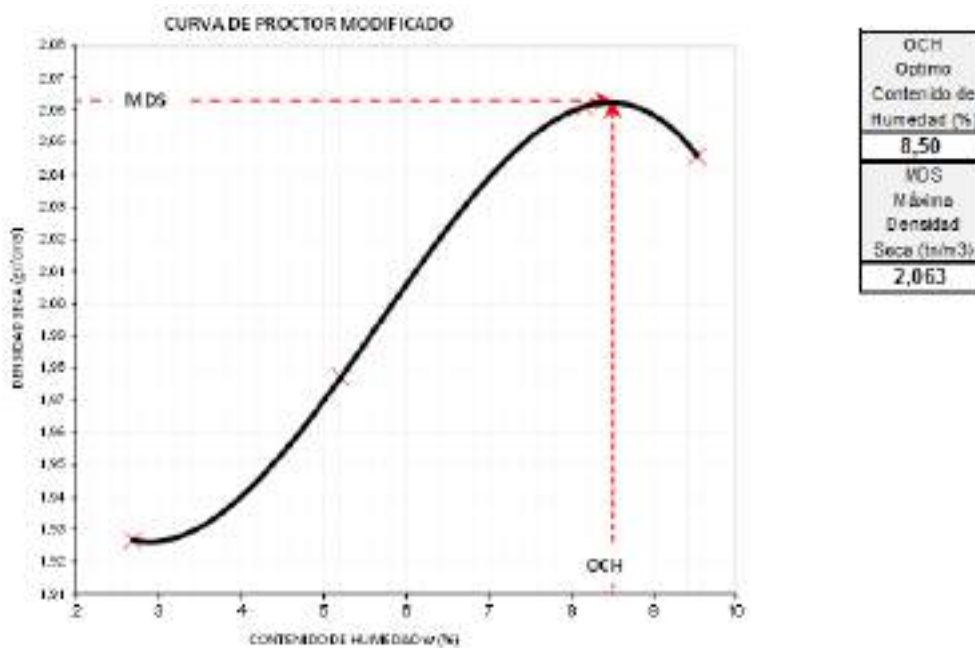


Figura 20. Ensayo de Proctor modificado en la cantera Sanchezpampa

El ensayo de CBR se realizó con muestras a partir de datos de densidad seca y humedad óptima proveniente del ensayo de Proctor modificado. Este fue realizado para las cinco canteras.

Se utilizaron muestras representativas seleccionando los materiales retenidos según la gradación obtenida del ensayo de granulometría en suelos. A partir de este, se obtuvo el

porcentaje de suelos retenidas en cada malla. Así, se prepararon muestras de suelo de aprox. 20 kg, esto para generar muestras idénticas durante todo el proceso de ensayos de laboratorio.



Figura 21. Vista de la preparación del material para ensayos a partir de los resultados de la granulometría de cada cantera



Figura 22. Vista del material preparado para ensayos a partir de los resultados de la granulometría de cada cantera

Una vez obtenida la máxima densidad seca del suelo y su óptimo contenido de humedad respecto a cada cantera (ver tabla 12), se realizó la preparación de cuatro ensayos de CBR para cada cantera, siguiendo las especificaciones técnicas de la MTC E 132 correspondiente a CBR de suelos (laboratorio).

Para dar inicio a los ensayos y obtener muestras idénticas, se seleccionaron las proporciones de cada material respecto a su granulometría, en cantidades de aproximadamente 20 kg de la masa total para cada ensayo de CBR. Para el cual se preparan tres moldes de acero.



Figura 23. Vista de los moldes preparados para el ensayo de CBR

Una vez realizado el proceso de compactación en cada molde, estos fueron colocados en una poza para su sumersión y sometimiento a saturación (ver figura 21); se determinó la saturación para un día, dos días, tres días y cuatro días. Se obtuvieron resultados que se detallan en el siguiente capítulo.



Figura 24. Moldes de CBR sumergidos en la poza de agua

Se realizaron ensayos programados para ser sometidos a la prensa CBR en los días uno, dos, tres y cuatro, para cada una de las canteras; esto con el objetivo de verificar el cambio en la humedad debido a la sumersión en agua.

Se realizaron los ensayos de CBR siguiendo las especificaciones de la norma NTP 339.145 y la MTC E-132. Antes de que la probeta ingrese a la prensa de CBR, se realizaron los ensayos de deflectómetro de impacto liviano en una cara de las probetas. El procedimiento que se siguió se describirá en el cap. 3.4.2.3, correspondiente al procedimiento metodológico para el ensayo de deflectómetro de impacto liviano (LWD).

3.3.2.3 Procedimiento metodológico para el ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD)

El ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) se realizó según se detalla en “EP-04, Especificación particular para uniformizar el uso del equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD), tanto en campo como en laboratorio, como herramienta para el control de la compactación” y siguiendo las especificaciones técnicas de la ASTM E2835.

Una vez alcanzados los días de sumersión planificados para cada muestra, se cogieron los moldes correspondientes a la cantera evaluada y se procedió de la siguiente forma:

Una vez retirados los moldes de la poza, se dejó reposar por un intervalo de tiempo (ver fig. 22), como máximo de 15 min. Se quitaron los pernos de seguridad y se giró el molde contenedor del suelo compactado, de tal forma que la base de la muestra quede expuesta, permitiendo acceso a la cara inferior de las probetas; casi de forma inmediata, se colocaron dos placas sólidas de acero en el suelo uniforme, de tal forma que la zona vacía del molde de CBR encaje perfectamente con la placa de acero (ver figura 23). Se corroboró que esté en contacto directo con la muestra.



Figura 25. Reposo de los moldes de CBR luego de la sumersión



Figura 26. Preparación del molde de CBR para el ensayo de LWD

Una vez condicionados los moldes de CBR, se verificó si existía alguna zona imperfecta o con vacíos en la superficie de la muestra. Si así se encontraba, se colocó una capa de arena fina, como lo recomiendan Fleming, Frost y Lambert (2019) (ver figura 24).

Se procedió con el armado del equipo del LWD para colocarlo sobre el molde de CBR (ver figura 28). Se realizaron seis golpes sobre cada probeta, teniendo en cuenta la lectura de las tres últimas; ya que las tres primeras solo nos ayudaron a estabilizar el suelo del molde bajo placa.

Se registraron las gráficas de deflexiones obtenidas a partir de la aplicación TERRATES 9000 LWD, con las configuraciones necesarias, como son: coeficiente de pisón, diámetro de la placa, factor de distribución.



Figura 27. Vista de colocación de arena fina en los moldes de CBR



Figura 28. Colocación del equipo de LWD sobre el molde de CBR



Figura 29. Moldes de CBR listos para ser sometidos a la prensa

Posteriormente, se retornó a la posición inicial del CBR para someterlo a la prensa y completar el ensayo (ver figura 29).

3.3.2.4 Procedimiento para la obtención del módulo objetivo ELWD en laboratorio

Antes de la utilización del equipo, se debe realizar la configuración para su uso en laboratorio.

Se debió configurar el diámetro del plato de carga a 150 mm de diámetro; a su vez, preparar el equipo con la placa de dicho diámetro.

Una vez realizadas las seis caídas consecutivas sobre el molde de CBR, se debió verificar la validez de las tres últimas caídas, a través del coeficiente de variación. En esta etapa, debieron procesarse los datos recibidos en forma rápida; ya que esta definirá si el ensayo es válido o deberá repetirse. El coeficiente de variación se halla bajo la fórmula mostrada a continuación.

$$cv = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad (3.1)$$

Donde:

- CV: Coeficiente de variación (%)
 S: Desviación estándar de las mediciones
 X: Media aritmética de las variaciones

Para la obtención del módulo, es importante conocer el coeficiente de rigidez, el que se determinó bajo la siguiente ecuación.

$$k = \frac{F}{D} \quad (3.2)$$

Donde:

- F: Carga promedio máxima aplicada con el equipo LWD (de las tres últimas caídas).
 D: Deformación promedio máxima aplicada con el equipo del LWD (de las tres últimas caídas)

Así, se tiene la siguiente ecuación para obtener el módulo ELWD (MPa) para laboratorio.

$$E_{LWD\ LAB} = \left[\left(1 - \frac{2\nu^2}{1-\nu} \right) * \frac{4H}{\pi D^2} K \right] * 1000 \quad (3.3)$$

Donde:

- $E_{LWD\ LAB}$: Módulo del ELWD para laboratorio
 V: Coeficiente de poisson (se determinó a partir del tipo de suelo. Se presenta una tabla referencial del manual de Secretaría de Comunicación y Transportes de México)
 H: Altura del molde (mm)
 D: Diámetro del plato de carga (mm)
 K: Coeficiente de rigidez de suelos (3.2)

Suelo	Rango de valores	Valor típico
Suelos granulares sin tratar	0.30 a 0.40	0.35
Suelos granulares tratados con cemento	0.10 a 0.20	0.15
Suelos finos tratados con cemento	0.15 a 0.35	0.25
Limos estabilizados	0.10 a 0.25	0.20
Arena suelta o limosa	0.20 a 0.40	0.30
Arena densa	0.30 a 0.45	0.35
Arcillas saturadas	0.40 a 0.50	0.45
Limos	0.30 a 0.35	0.32
Arcillas no saturadas	0.10 a 0.30	0.20
Arcilla limosa	0.20 a 0.30	0.25
Arena de grano grueso	0.15	0.15
Arena de grano fino	0.25	0.25

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, se analizarán todas las mediciones que se realizaron en el capítulo anterior, las mismas que serán agrupadas en tablas, de tal forma que permitan la verificación y entendimiento de las hipótesis planteadas.

Sin embargo, antes de empezar la descripción e interpretación de resultados, es importante destacar que ninguna medición puede tener exactitud perfecta. Es por eso que es importante conocer los tipos de errores, conocer cómo se generan y minimizar su efecto mediante su medición, todo esto para finalmente establecer la exactitud de los resultados.

El significado de la palabra “error” no es muy preciso; puesto que, con frecuencia, autores diferentes lo emplean con sentidos diferentes. En un sentido amplio, puede considerarse el error como una estimación o cuantificación de la incertidumbre de una medida los errores que se puedan encontrar en la medición de un equipo o instrumento.

Así, se puede entender que la diferencia entre el valor verdadero y el valor medido involucra la variación (error), la que puede estar constituida por dos componentes:

- **Componente sistemático o desviación (sesgo).** Esta es una discrepancia que surge por el empleo de equipo defectuoso o el uso de un método inadecuado o usar un equipo en condiciones para las que ha sido diseñado; es decir, este tipo de error es aquel que, en condiciones iguales, generará el mismo error de forma sistemática, por defecto.

Durante esta investigación, se identificaron errores sistemáticos como:

- **Calibración de equipos que intervinieron en los ensayos.** Estos fueron minimizados mediante el uso de equipos que cuentan con certificado de calibración actualizados. Se usaron los siguientes equipos, los que cuentan con una trazabilidad de calibración autenticada por laboratorios acreditados ante INACAL y otros de la misma significancia del país de su procedencia con la norma ISO 17025. En la tabla 13, se presenta la trazabilidad de calibración de los equipos usados. Así mismo, en el anexo 5, se presentan los certificados de calibración de cada equipo e instrumento usado.

Tabla 13. *Lista de calibración de equipos con trazabilidad de laboratorio acreditados*

N.º	EQUIPOS	LABORATORIO ACREDITADO CON LA NORMA ISO 17025	CÓDIGO TRAZABLE
1	Balanza de un alcance de 30000 g y resolución de 1g	CADENT	1118-LM-2021
2	Balanza de un alcance de 30000 g y resolución de 1g	CADENT	1623-LM-2021

3	Balanza de un alcance de 100 kg y resolución de 0.01 kg	CADENT	1618-LM-2021
4	Balanza de un alcance de 4200 g y resolución de 0.01 g	PESATEC PERU	0462-MPES-C-2021
5	Balanza de un alcance de 620 g y resolución de 0.001 g	PESATEC PERU	0461-MPES-C-2021
6	Balanza de un alcance de 2000 g y resolución de 0.01 g	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	M-22933-002 R0
7	Balanza de un alcance de 8200 g y resolución de 0.1 g	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	M-22933-001 R0
8	Horno eléctrico de vol. útil de 300 l res. 0.01 °C	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	T-22933-018 R0
9	Horno eléctrico de vol. útil de 80 l res. 0.01 °C	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	T-22933-017 R0
10	Equipo multiusos para ensayos a compresión, cap. máx. 5000 N	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	F-22933-012 R0
11	Equipo multiusos para ensayos a compresión, cap. máx 50 N	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	F-22933-013 R0
12	Pie de rey	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	L-22933-015 R0
13	Tamiz de diam. 8" – n.º 10	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	L-24388-001 R0
14	Tamiz de diam. 8" – n.º 20	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	L-24388-002 R0
15	Tamiz de diam. 8" - n.º 40	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	L-24388-003 R0
16	Tamiz de diam. 8" – n.º 100	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	L-24388-004 R0
17	Tamiz de diam. 8" – n.º 140	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	L-24388-005 R0
18	Tamiz de diam. 8" – n.º 200	PINZUAR LABORATORIO DE METROLOGIA	L-24388-006 R0
19	Termohigrómetro de indicación digital	CADENT	0054-LH-2021
20	Termohigrómetro de indicación digital	CADENT	0056-LH-2021
21	Termohigrómetro de indicación digital	CADENT	0055-LH-2021

22	Termohigrómetro de indicación digital	CADENT	0053-LH-2021
23	Termohigrómetro de indicación digital	CADENT	0057-LH-2021
24	Equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD)	TERRATEST 9000	20201001-0922

- **Condiciones ambientales.** Estas fueron controladas en cada ambiente del laboratorio de mecánica de suelos, donde se realizaron los ensayos; desde el área de recepción de muestras, tratamiento y cuarteo, hasta el área donde se elaboraron los ensayos especiales de CBR, área de ensayos de límites de atterberg, área de granulometría, zona de secado, área de ensayos generales y área de contra muestras. Las condiciones ambientales fueron controladas mediante el uso de hidrómetros calibrados por laboratorios acreditados por la INACAL. Se puede observar en la figura 22 la puesta y toma de datos de las condiciones ambientales de las áreas ya mencionadas.



Figura 30. Vista de toma de temperatura y humedad con el equipo del termohigrómetro calibrado

- **El uso de métodos o procedimientos en el desarrollo de los ensayos.** Estos errores fueron controlados siguiendo minuciosa y estrictamente las normativas que presiden a cada ensayo de laboratorio de mecánica de suelos, muestreo en campo y los procedimientos pertenecientes al laboratorio de mecánica de suelos, pavimento y concreto de INGEOTECON, el que actualmente cuenta con certificación ISO 9001:2015, la que permite garantizar el cumplimiento y aseguramiento de la calidad en los procesos de ensayos de laboratorio.

A continuación, se muestran las principales normas y procedimientos empleados para la elaboración de los ensayos de mecánica de suelos.

Tabla 14. *Lista de referencias normativas de ensayos de laboratorio realizados*

N.º	ENSAYOS DE LABORATORIO		CÓD. DE NORMA	
	NOMBRE TÉCNICO	NOMBRE DE NORMA	NORMA NACIONAL	NORMA INTERNACIONAL
1	GRANULOMETRÍA	SUELOS. Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis.	NTP 339.128	ASTM D 6913
2	LÍMITES DE CONSISTENCIA	SUELOS. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit and Plasticity Index of Soils.	NTP 339.129	ASTM D4318
3	CONTENIDO DE HUMEDAD	SUELOS. Standard Test Method for Laboratory. Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass	NTP 339.127	ASTM D2216
4	ENSAYO DE CBR	SUELOS. CBR de suelos - Laboratorio	NTP 339.145	ASTM D1883
5	ENSAYO DE LWD	Standard Test Method for Measuring Deflections Using a Portable Impulse Plate Load Test Device	--	ASTM E2835
6	ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO	SUELOS. Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor modificado)	NTP 339.141	ASTM D1557

7	ENSAYO DE ABRASIÓN	AGREGADOS. Abrasión los ángeles (LA) al desgaste de los agregados menores de tamaño menores de 37,5 mm (1 1/2")	NTP 400.019	ASTM C131
8	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN	SUELOS. Specific gravity of soil by water pycnometer	NTP 339.131	ASTM D854
9	EQUIVALENTE DE ARENA	AGREGADOS Y SUELOS. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino	NTP 339.146	ASTM D2419
10	CHATAS Y ALARGADAS	AGREGADOS. Partículas chatas o alargadas en el agregado grueso.	NTP 400.040	ASTM D4791
11	CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	SUELOS. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y agua subterránea.	NTP 339.152	--
12	CUARTEO	SUELOS. Obtención de muestras representativas (cuarteo)	NTP 339,089	--

Fuente: Elaboración propia

- Componentes aleatorios o variación aleatoria. Estas incertidumbres son producidas por causas incontrolables e imprevisibles. Es por esta razón que lleva el nombre de errores aleatorios o al azar; aunque este tipo de error no pueda evitarse ni controlarse, estos errores se pueden considerar como compensables.

4.1 Análisis estadístico

Para analizar los resultados que se obtuvieron en los ensayos realizados en laboratorio, como se describe en el capítulo IV, punto 4.2, fue necesario realizar un análisis estadístico. Así, se tuvo que determinar las relaciones existentes más idóneas. A continuación, se desarrollará brevemente la lógica estadística utilizada para la interpretación de los datos.

Es importante entender que, en todo proceso que involucre la realización de ensayos, interviene la interacción de variables que afecten los resultados esperados, incluso si se estudiaron y mitigaron los errores sistemáticos más asociados al proceso de ensayos.

Sin embargo, existen técnicas estadísticas que permiten disminuir el impacto de esta discrepancia, provenientes de variables no controladas, a través del llamado ajuste de datos o regresión.

El análisis de regresión indica que también la línea de regresión se ajusta a los datos. Específicamente, mide qué proporción de la variación en la respuesta Y es explicada por las variables X presentes en el modelo de regresión. Mientras mayor sea el valor R-cuadrado, mejor se ajustará la línea de regresión de los datos.

Guereo *et al.* (2008) mencionan que el mejor método dentro de la estadística clásica que permita ajustar una serie de datos o diagrama de dispersión a un modelo matemático que describa y prediga un fenómeno es el método de mínimos cuadrados.

Previamente a este análisis, es necesario verificar el comportamiento normal o paramétrico de las muestras presentadas en esta investigación.

4.1.1 Prueba de normalidad

Se presenta la prueba de normalidad obtenida para los ensayos de capacidad de soporte CBR. Esta se somete a la prueba:

Ho: Los datos de capacidad de soporte CBR provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos de capacidad de soporte CBR no provienen de una distribución normal.

A través de estos valores, se obtuvo un valor P igual a 0.925, el que es significativamente mayor a 0.05. En la figura 31, se puede verificar que los datos se ajustan a una distribución normal o paramétrica.

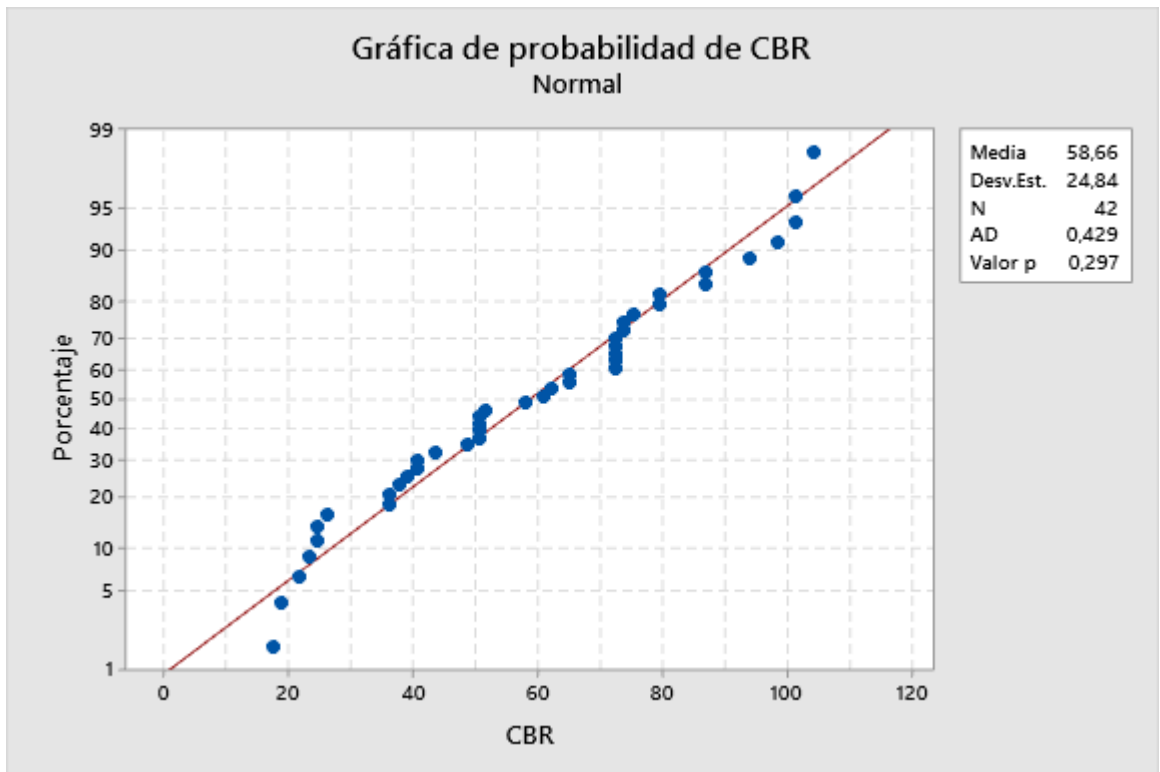


Figura 31. Gráfica de probabilidad de CBR

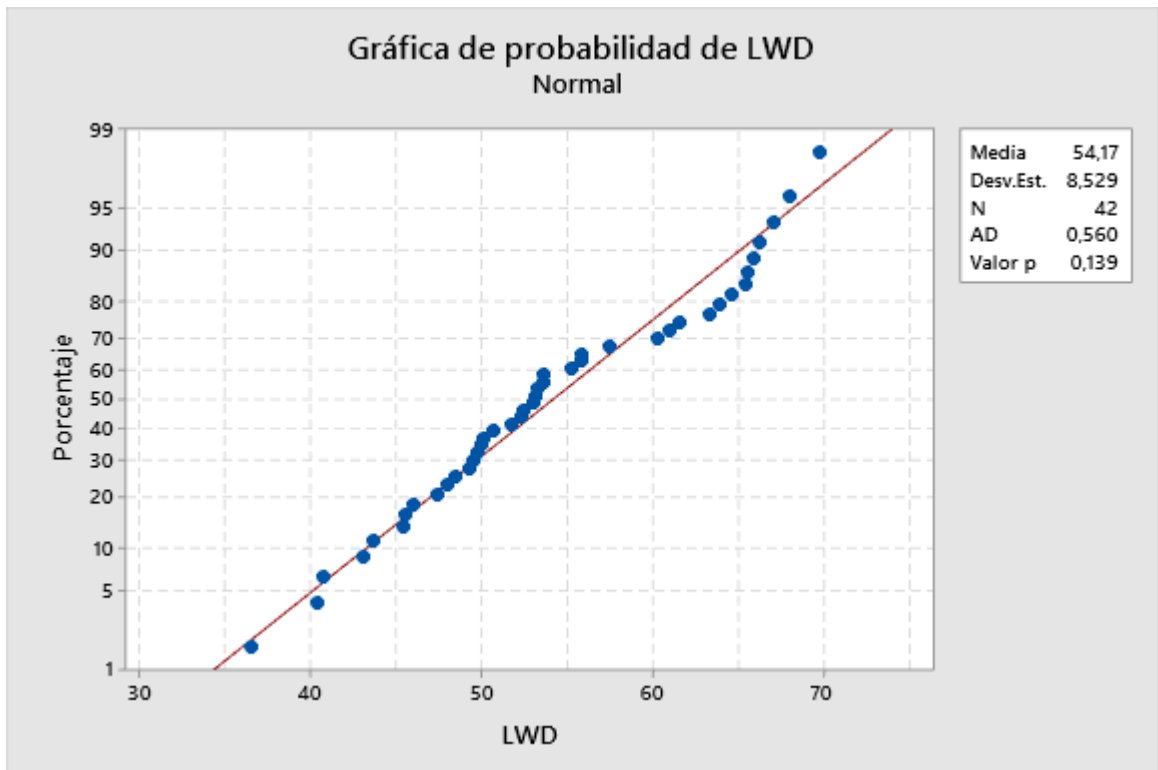
Fuente: Elaboración propia

Se presenta la prueba de normalidad obtenida para los ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) sobre los moldes de CBR. Esta se somete a la prueba:

Ho: Los datos de deflexión medidos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos de deflexión medidos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano no provienen de una distribución normal.

A través de estos valores, se obtuvo un valor P igual a 0.139, el que es significativamente mayor a 0.05. En la figura 32, se puede verificar que los datos se ajustan que a una distribución normal o paramétrica.



4.1.2 Método de mínimos cuadrados

Es importante aclarar que el método de mínimos cuadrados no expresa un modelo matemático que describa exactamente el fenómeno en estudio; pero sí ayuda a identificar el modelo matemático que describa mejor el fenómeno en estudio.

La ecuación o modelo matemático que se use deberá ser propuesta a partir del diagrama de dispersión; ayuda a identificar la modelo matemático que más se acerca.

Para el caso de un fenómeno que sea posible describirlo mediante la relación de dos variables (una independiente y una dependiente), el método de los mínimos cuadrados ayuda a encontrar la curva que mejor se adapte al diagrama de dispersión; por lo que el modelo matemático (ecuación) debe generar una curva, tal que cumpla dos condiciones:

1. La suma de las desviaciones verticales (diferencia entre el valor observado y el valor predicho) de los puntos a partir de la recta de ajuste sea nula.

$$\sum(Y_i - Y) = 0 \quad (4.1.1)$$

2. La suma de los cuadrados de dichas desviaciones es mínima; es decir, ningún otro modelo matemático daría una suma menor de las desviaciones elevadas al cuadrado (mínimo).

$$\sum(y_1 - y)^2 \rightarrow 0 \quad (4.1.2)$$

Con este método, se podrá obtener una medida que permita describir el ajuste global del modelo, por medio del coeficiente de determinación (R^2), que representa al cociente de la

variabilidad explicada por la regresión y la variabilidad total. Así se puede observar en la Eq. 4.1.3:

$$R^2 = \frac{\text{Variabilidad explicada}}{\text{Variabilidad total}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (4.1.3)$$

De la Eq. 4.1.3, se puede concluir en que el modelo matemático es aceptable si R^2 se acerca lo más posible a la unidad; es decir, el R^2 indica que tan bien la línea de regresión se ajusta a los datos. Específicamente, mide qué proporción de la variación en la respuesta Y es explicada por la variable X presente en el modelo de regresión. Mientras mayor sea el valor de R^2 , mejor se ajustará la línea de regresión a los datos.

De forma análoga, se realiza el mismo procedimiento para modelos matemáticos más complejos.

En la investigación realizada por Andrés Sotil Chávez, a lo largo del análisis, estableció un criterio subjetivo para usar adecuadamente estos parámetros de bondad de ajuste. Se muestra en la figura, la cual es utilizada como base fundamental para el análisis de los resultados de la correlación que se busca en esta investigación.

	Parámetro de bondad de ajuste	
CRITERIO	R2	Se/Sy
Excelente	Superior a 0,90	Más bajo que 0.350
Bueno	Entre 0.70 a 0.89	Entre 0.36 y 0.55
Regular	Entre 0,40 y 0,69	Entre 0.56 y 0.75.
Pobre	Entre 0.20 a 0.39	Entre 0.76 y 0.90.
Muy pobre	Más bajo que 0.19	Entre 0,90 y 1,00.
Sin correlación	Valores imaginarios	Superior a 1,00

En los estudios que implica la ingeniería, encontramos fenómenos en estudio que casi siempre presenta dos o más variables que se relacionan directamente; claro está que el interés se deberá enfocar en encontrar un modelo que permita explorar esta relación y la influencia intrínseca de las variables con el fin de predecir los valores de una de ellas a partir de las otras. Sin embargo, por practicidad, se trata de reducir las variables independientes; por lo que es común encontrar sistemas idealizados que permitan prescindir de las variables que no representen una influencia fuerte en los resultados, con el objeto de simplificar procedimientos

matemáticos. En el estudio, por lo general, se encuentran análisis de dos variables en las que se describen las variables independientes y la variable dependiente.

Para el caso de esta investigación, se tiene la influencia del contenido de humedad de suelos en el momento de realizar la prueba de deflectómetro de impacto liviano (LWD); sin embargo, se buscó la forma de simplificar esta variable sin minimizar su importancia en el estudio, a través de la búsqueda de un factor que afecte los resultados del módulo del Elwd.

4.2 Resultados del tratamiento y análisis de la información

En este punto, se busca encontrar una ecuación que permita encontrar el valor de CBR (variable dependiente) mediante el ensayo con el equipo de deflectómetro de impacto liviano (LWD), con el que se obtendrá el módulo E_{LWD} (variable independiente) (ver eq. 4.2.1); a su vez, generar un factor de corrección de humedad, esto puesto que la humedad durante los ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) es de mucha influencia en la medición de su módulo. Así lo corroboran Fleming, Frost y Lambert (2019); de esta manera, la humedad tomada en campo durante los ensayos con el equipo del LWD es diferente a la humedad óptima de remoldeo en laboratorio para realizar el ensayo de CBR; teniendo en cuenta que, actualmente, el equipo del LWD es mayormente usado para la corroboración de la calidad del suelo en función al grado de compactación de capas granulares de subbase, base y subrasante. Para proyectos viales, se busca un factor de corrección o de factor de seguridad que afecte a la variable independiente o su homólogo variable X (ver eq. 4.2.2). De esta forma, se obtendría un valor de CBR más conservador y que represente la condición de laboratorio más representativa.

$$y = f(x) \quad (4.2.1)$$

$$CBR(\%) = f(E_{LWD}) * FH \quad (4.2.2)$$

Donde:

CBR: Valor de CBR medido en porcentaje (%).

Elwd: Valor del módulo del LWD obtenido durante el ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano

FH: Factor de corrección por humedad

4.2.1 Resultados de la primera evaluación

Durante la primera etapa, se realizaron ensayos en dos canteras de material granular certificados como material tipo subbase, con gradaciones, como se detalla en la tabla 15, a continuación:

Tabla 15. *Detalles de ensayos en la primera etapa de la investigación*

N.º	Nombre de cantera	Gradación del material según MTC EG-2013	Cant. ensayos de CBR	Cant. ensayos de LWD	Días de sumersión de la probeta de CBR
01	Pallca	Gradación A	01	01	01 día
			01	01	02 día
			01	01	03 día
			01	01	04 día
02	La Moderna	Gradación B	01	01	01 día
			01	01	02 día
			01	01	03 día
			01	01	04 día

Fuente: Elaboración propia

4.2.1.1 Resultados de los ensayos de capacidad de soporte (CBR)

Hacia las canteras Pallca y La Moderna, se desarrollaron ensayos de CBR con cuatro días distintos de sumersión, esto con el objetivo de encontrar la variabilidad de humedad de la muestra. Se obtuvieron los resultados expuestos en la tabla 16.

Tabla 16. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera Pallcca

DATOS OBTENIDOS PREVIAMENTE POR OTROS ENSAYOS(*)			DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE CBR						
CANTERA PALLCCA	OCH %	MDS (tn/m3)	DIA	Golpes	Humedad (%)	γ_d	CBR	CBR AL 95% MDS	CBR AL 100% MDS
		11,3	2.010	01	56	11,5	2,020	86,96	55
			26		11,65	1,950	65,22		
			02	12	13,06	1,830	40,58	48	69
				56	11,62	2,020	72,46		
			03	26	11,54	1,910	48,55	40	60
				12	14,32	1,700	23,19		
			04	56	11,67	2,010	73,91	26	43
				26	13,25	1,980	51,45		
				12	14,32	1,780	26,09		
				56	11,82	2,010	72,46		
				26	11,91	1,990	39,13		
				12	14,54	1,870	21,74		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera La Moderna

DATOS OBTENIDOS PREVIAMENTE POR OTROS ENSAYOS(*)			DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE CBR						
CANTERA LA MODERNA	OCH %	MDS (tn/m3)	DIA	Golpes	Humedad (%)	γ_d	CBR	CBR AL 95% MDS	CBR AL 100% MDS
		11,3	2.010	01	56	6,55	2,130	104,35	69
	26				6,89	2,080	79,71		
			02	12	6,94	1,920	57,97	45	69
				56	6,79	2,120	86,96		
			03	26	6,87	2,100	60,87	41	62
				12	6,93	1,990	40,58		
			04	56	6,84	2,120	72,46	38	57
				26	7,49	2,080	50,72		
				12	7,57	1,980	37,68		
				56	7,05	2,130	62,32		
				26	7,53	2,060	43,48		
				12	7,62	1,890	24,64		

Fuente: Elaboración propia

De la tabla, se tiene un óptimo contenido de humedad de 11.3 % y una máxima densidad seca de 2.010 ton/m3. Bajo estas características, se remoldeó y realizó los ensayos de CBR, a los que se les realizaron el ensayo de LWD, mediante el procedimiento indicado en el rubro 3.4.2.3, correspondiente al procedimiento metodológico para el ensayo de LWD. Se

obtuvieron E_{lwd} para el día uno, mayores en comparación al día cuatro. Los resultados fueron constantes y disminuyeron de forma progresiva por cada día de sumersión; a su vez, por el número de golpes por capa de cada probeta, esto corrobora la densidad seca a la que llegaron las probetas con los números de golpes; es decir, a mayor número de golpes por capa, mayor densidad; por tanto, mayor módulo de E_{LWD} . En cuanto al ensayo de CBR, se muestran resultados al 100 % de la máxima densidad seca, de un valor de 82 % para el día uno y de 43 % para el día cuatro. De la misma forma, se observa una diferencia de CBR al 95 % de la máxima densidad seca del material del día uno, con un CBR de 55 % y en el día cuatro con un 21.74 %.

De forma análoga, para la cantera La Moderna, se tiene un módulo del E_{lwd} y un CBR descendente, en función al número de días de sumersión.

De la figura 28, se puede observar que la humedad durante los días intermedios ha tenido una variación mínima. Estos resultados permitieron realizar ensayos en tres canteras de material granular certificadas de subbase a los días uno y cuatro de inmersión.

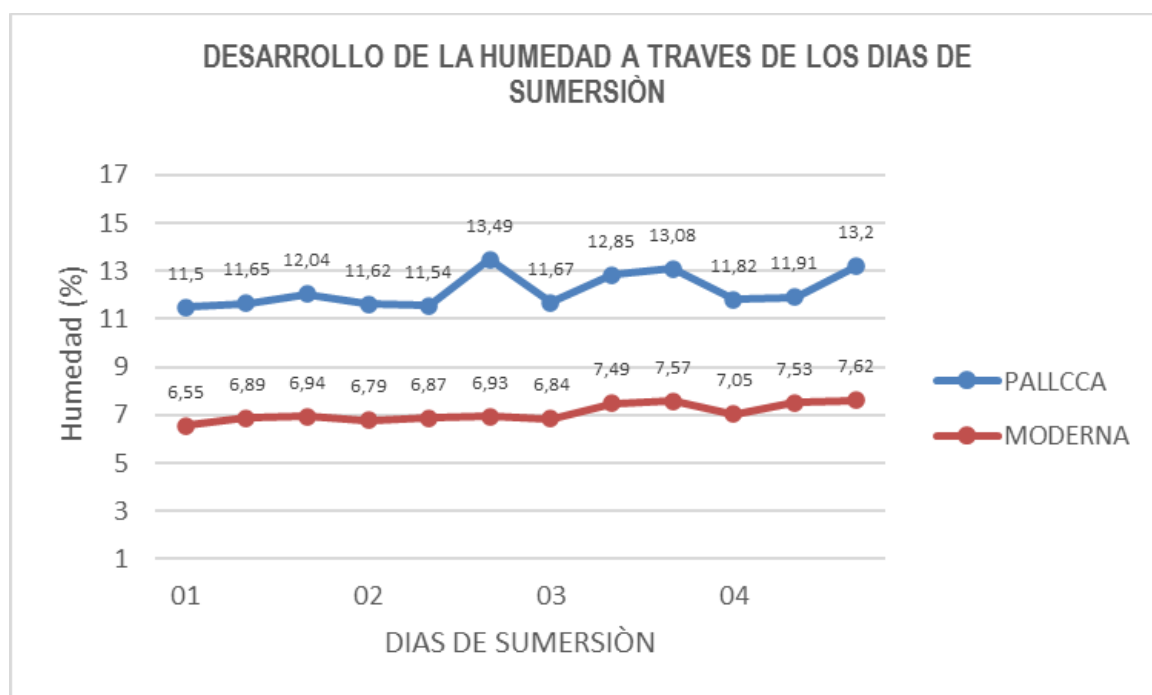


Figura 32. Desarrollo de la humedad a través de los días de sumersión

Fuente: Elaboración propia

Para llegar a correlacionar los valores del módulo del E_{LWD} y el valor de soporte del CBR, se predijo la correlación primero del CBR versus la máxima densidad seca obtenida para cada probeta mediante el número de golpes en las cinco capas. Segundo, la correlación del módulo del E_{LWD} versus la máxima densidad seca obtenida en el ensayo de CBR, siendo el

valor de la máxima densidad seca un valor en común; se pretendió realizar finalmente la correlación del módulo del E_{LWD} versus el valor del CBR.

En las figuras 29 y 30, se muestran la primera curva de CBR versus la máxima densidad seca para cada día de sumersión de las canteras Palcca y La Moderna.

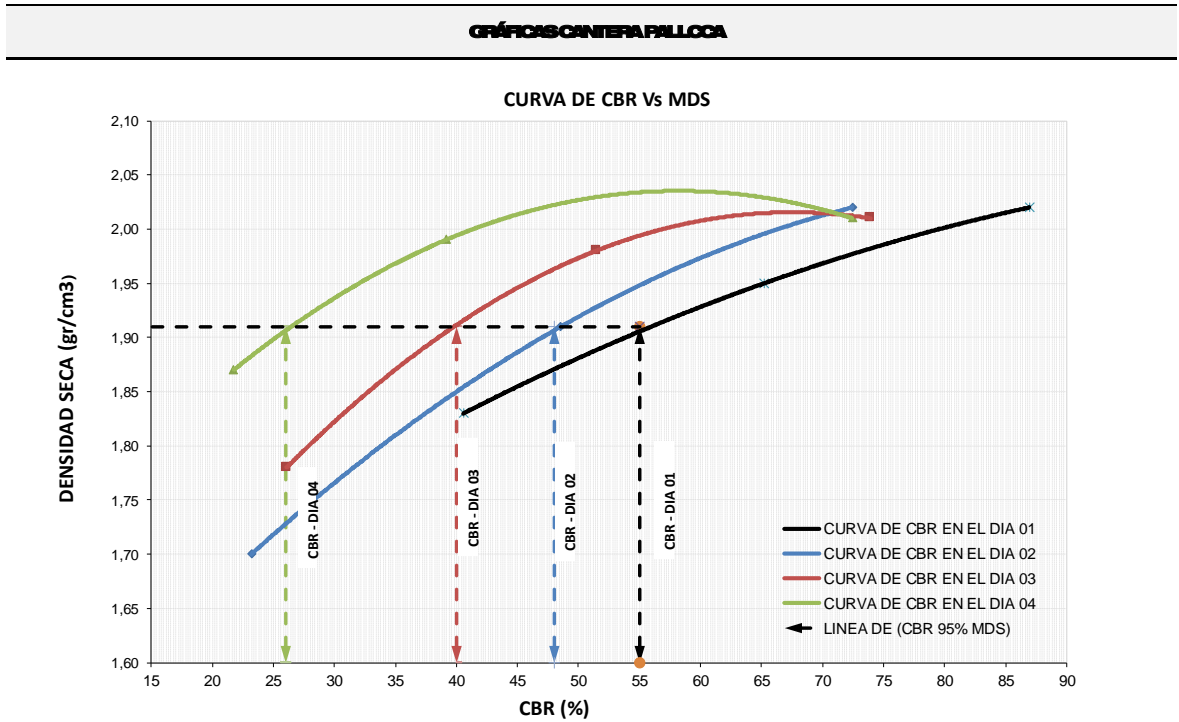


Figura 33. Curvas de CBR vs densidad seca a través de los días de sumersión en la cantera Palcca

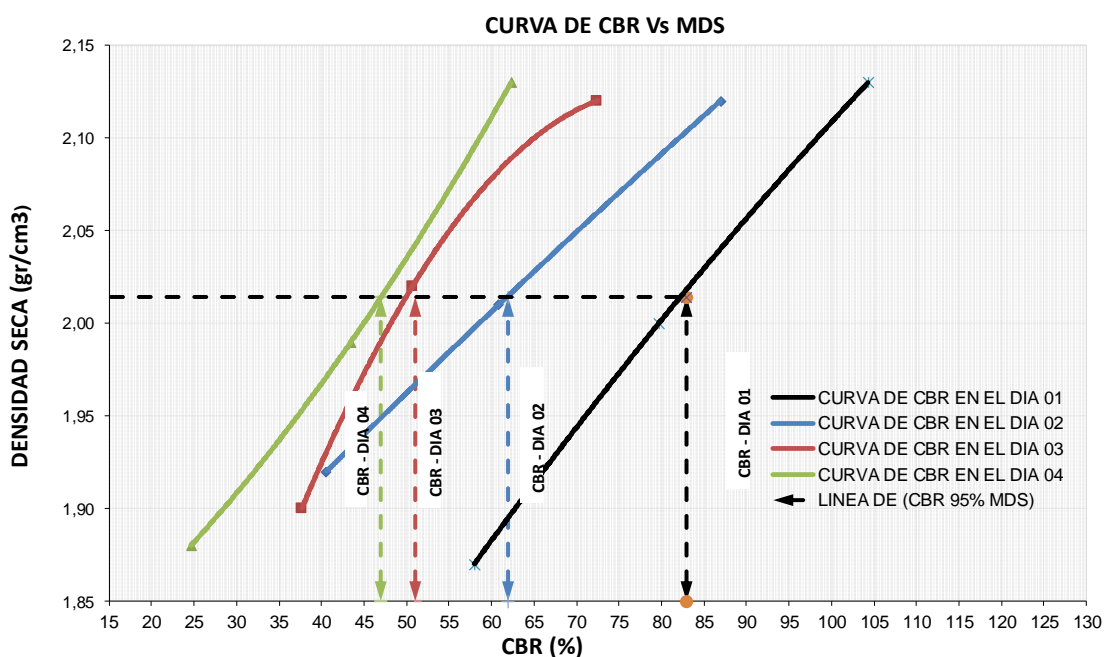


Figura 34. Curvas de CBR vs densidad seca a través de los días de sumersión en la cantera La Moderna

4.2.1.2 Resultados de los ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD)

A continuación, se presentan los registros de los resultados de LWD para cada cantera. En estos, se puede observar principalmente la fuerza y la deflexión en cada uno de los seis golpes realizados en cada molde de CBR. Estos, a su vez, tienen un análisis del coeficiente de variación el que, según la norma ASTM E2835, debería ser menor al 10 %, para ser considerado una toma de datos secuencialmente repetibles.

En las tablas 18 y 19, se muestran los resultados de los ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) en las probetas de CBR para las canteras de Pallcca y La Moderna. En estos, se muestran principalmente las fuerzas y las deflexiones para cada ensayo.

RESULTADOS DE DEFLEXIONES EN LAS PROBETAS DE CBR DE LA CANTERA PALLCCA

Tabla 18. Registro de las deflexiones en la cantera Pallcca

Nro.	CANTERA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)				
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)	
1	DIA 01	CBR 47	11,50	11,30	56,0	8,079	8315	470,5	1,225	18,29	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
						8,497			0,847				
						8,369			1,029				
						8,466			0,985				
						8,414			0,946				
2		CBR 65	11,65	11,30	26,0	8,18	8423	476,6	1,079	26,72	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
						8,464			0,797				
						8,624			0,637				
						8,577			0,691				
						8,596			0,664				
3	CBR 71	13,06	11,30	12,0	8,146	8353	472,7	1,337	44,30	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo		
					8,408			0,648					
					8,504			0,669					
					8,590			0,713					
					8,518			0,727					
1	DIA 02	CBR 27	11,62	11,30	56,0	8,009	8292	469,3	1,883	63,40	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
						8,401			0,793				
						8,467			0,599				
						8,599			0,541				
						8,505			0,579				
		2	CBR 43	11,54	11,30	26,0	8,152	8391	474,9	1,035	34,66	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
							8,483			0,66			
							8,539			0,54			
							8,459			0,739			
							8,420			0,741			
3	CBR 45	14,32	11,30	12,0	8,142	8236	466,0	2,659	56,61	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo		
					8,329			0,938					
								1,256					
					8,440			0,836					
					8,415			0,848					
3	CBR 45	14,32	11,30	12,0	8,538	8464	479,0	0,731	8,00	Cumple	0,8050		

DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
								Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
DIA 03	CBR 37	11,67	11,30	56,0	8,382	8496	480,8	1,299	54,20	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
					8,543			0,57			
					8,563			0,529			
					8,559	8575	485,3	0,651	2,73	Cumple	0,6323
					8,584			0,629			
					8,583			0,617			
	CBR 12	13,25	11,30	26,0		8325	471,1	0,517	23,87	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
					8,363			0,786			
					8,287		0,831				
					8,369	8401	475,4	0,755	2,50	Cumple	0,7490
					8,374			0,764			
	8,461	0,728									
	CBR 50	14,32	11,30	12,0		8224	465,4	2,901	63,02	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
					8,257			0,977			
					8,291			1,168			
					8,123		0,811	3,11	Cumple	0,8373	
					8,322	0,863					
					8,450	0,838					
8,176	8316	470,6									
DIA 04	CBR 13	11,82	11,30	56,0	8,456	8313	470,4	1,699	27,28	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
					8,202			1,089			
					8,281			1,088			
					8,514	8451	478,2	0,729	3,17	Cumple	0,7033
					8,334			0,692			
					8,506			0,689			
	CBR 66	11,91	11,30	26,0		8146	461,0	1,449	87,54	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
					7,88			0,747			
					8,39			0,106			
					8,168	8458	478,6	0,774	4,11	Cumple	0,7953
					8,594			0,833			
					8,222			0,779			
	8,559										
	CBR 70	14,54	11,30	12,0		8451	478,2	1,873	63,71	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
					8,372			0,702			
					8,483			0,663			
					8,499	8306	470,0	0,935	2,35	Cumple	0,9322
					8,302			0,953			
8,260					0,909						
8,357											

RESULTADOS DE DEFLEXIONES EN LAS PROBETAS DE CBR DE LA CANTERA LA MODERNA

Tabla 19. Registro de las deflexiones en la cantera La Moderna

Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 01	CBR 60	6,55	6,50	56,0	8,707	8693	491,9	0,989	27,58	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,701			0,561			
						8,67			0,778			
						8,568	8565	484,7	0,515	1,00	Cumple	0,5107
						8,537			0,512			
8,591		0,505										
2		CBR 33	6,89	6,50	26,0	8,739	8747	495,0	1,174	28,25	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,733			0,962			
						8,769			0,652			
						8,638	8672	490,8	0,515	1,23	Cumple	0,5223
	8,698					0,525						
8,681	0,527											
3	CBR 38	6,94	6,50	12,0	8,59	8593	486,3	0,175	62,36	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
					8,587			0,855				
					8,602			0,845				
					8,811	8821	499,1	0,542	0,67	Cumple	0,5390	
					8,810			0,535				
8,841	0,540											
1	DIA 02	CBR 03	6,79	6,50	56,0	8,767	8743	494,8	0,942	69,05	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,745			0,153			
						8,718			0,632			
						8,738	8687	491,6	0,539	0,39	Cumple	0,5367
						8,661			0,535			
8,662		0,536										
2		CBR 13	6,87	6,50	26,0	8,832	8815	498,8	0,889	27,81	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,831			0,955			
						8,781			0,543			
						8,750	8693	491,9	0,548	1,72	Cumple	0,5403
	8,635					0,530						
8,693	0,543											
3	CBR 47	6,93	6,50	12,0	8,657	8657	489,9	0,475	6,42	Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
					8,698			0,47				
					8,616			0,422				
					8,718	8716	493,2	0,546	0,49	Cumple	0,5450	
					8,713			0,547				
8,717	0,542											

Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 03	CBR 34	6,84	6,50	56,0	8,956	8927	505,1	0,135	67,92	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,952			0,848			
						8,872			0,632			
						8,753			0,548			
						8,826			0,549			
8,758		0,551										
2		CBR 38	7,49	6,50	26,0	8,609	8578	485,4	1,547	42,12	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,574			1,943			
						8,55			0,768			
						8,688			0,548			
						8,670			0,546			
8,677		0,559										
3		CBR 75	7,57	6,50	12,0	8,836	8878	502,4	0,938	28,35	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,919			0,735			
						8,879			0,523			
	8,727					0,571						
	8,716					0,549						
8,732	0,557											
1	DIA 04	CBR 38	7,05	6,50	56,0	8,805	8784	497,1	1,498	33,98	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,79			0,986			
						8,757			0,78			
						8,911			0,597			
						8,847			0,578			
8,886		0,547										
2		CBR 37	7,53	6,50	26,0	8,864	8919	504,7	0,825	27,19	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,949			0,543			
						8,945			0,517			
						8,619			0,579			
						8,639			0,548			
8,654		0,594										
3		CBR 31	7,62	6,50	12,0	8,854	8830	499,7	1,496	43,26	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,835			0,748			
						8,801			0,749			
	8,975					0,618						
	8,974					0,607						
8,943	0,603											

A partir de las estas tablas, se realiza un análisis de la toma de datos de tres caídas consecutivas para la medición del coeficiente de variación en la medición de las deflexiones, en este punto, ya se puede tener idea de lo referido por Fleming, Frost y Lambert (2019). Respecto a que los tres primeros golpes, eran inválidos, puesto que los resultados de deflexión

son muy dispersos; así lo corroboran los ensayos a las dos primeras canteras de análisis, las que resultan con un coeficiente de variación COV mayor al 10 %, invalidando este ensayo. Así, se toman las tres mediciones de deflexiones siguientes, las que sí cumplen el criterio de aceptación; sin embargo, esta observación se verificará a mayor detalle con las canteras que se estudiarán más adelante.

En la tabla 20, se muestran los resultados del módulo del E_{LWD} a partir de los datos mostrados en la tabla anterior.

Tabla 20. Resultados de módulo de LWD en la cantera Palleca

CANTEPA PALLECA													
Día		01			02			03			04		
Numero de molde de CBR		47	65	71	27	43	45	37	12	50	13	66	70
Capas N°		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa		56	26	12	56	26	12	56	26	12	56	26	12
Humedad	%	11,5	11,65	13,06	11,08	11,54	14,32	11,10	13,25	14,32	10,84	10,95	12,81
Densidad húmeda	gr/cc	2,25	2,17	2,04	2,25	2,13	1,89	2,23	2,20	1,98	2,24	2,22	2,08
Densidad seca	gr/cc	2,02	1,95	1,83	2,02	1,91	1,70	2,01	1,98	1,78	2,01	1,99	1,87
Carga máxima en el LWC	N	8.458,0	8.592,3	8.484,0	8.592,3	8.415,0	8.464,3	8.575,3	8.401,3	8.316,0	8.451,3	8.458,3	8.306,3
Deformación máxima δ_m	mm	0,569	0,658	0,717	0,576	0,727	0,805	0,662	0,749	0,837	0,703	0,795	0,932
Ki		14.873,39	13.064,88	11.832,64	14.925,88	11.569,66	10.514,70	12.948,46	11.216,73	9.931,53	12.016,11	10.634,95	8.910,46
Módulo de Rigidez de la	MPa	61,0	53,6	48,5	61,2	47,4	43,1	53,1	46,0	40,7	49,3	43,6	36,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Resultados de módulo de LWD en la cantera La Moderna

CANTERA LA MODERNA													
Día		01			02			03			04		
Numero de molde de CBR		60	33	38	3	13	47	34	38	75	38	37	31
Capas N°		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Golpes por capa		56	26	12	56	26	12	56	26	12	56	26	12
Humedad	%	6,6	6,89	6,94	6,79	6,87	6,93	6,84	7,49	7,57	7,05	7,53	7,62
Densidad húmeda	gr/cc	2,27	2,22	2,04	2,26	2,24	2,12	2,26	2,22	2,11	2,26	2,19	2,02
Densidad seca	gr/cc	2,13	2,08	1,92	2,12	2,10	1,99	2,12	2,08	1,98	2,13	2,06	1,89
Carga máxima en el LWE	N	8.565,3	8.672,3	8.820,7	8.672,3	8.692,7	8.716,0	8.779,0	8.678,3	8.725,0	8.881,3	8.637,3	8.964,0
Deformación máxima 6m	mm	0,511	0,522	0,539	0,537	0,540	0,545	0,549	0,551	0,559	0,574	0,575	0,609
Ki		16.772,85	16.603,06	16.364,87	16.159,63	16.087,60	15.992,66	15.981,19	15.750,15	15.608,23	15.472,71	15.030,16	14.711,16
Modulo de Rigidez de la	MPa	68,8	68,1	67,1	66,3	66,0	65,6	65,5	64,6	64,0	63,4	61,6	60,3

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados expuestos, se procedió a graficar la curva de módulo de E_{lwd} y la máxima densidad seca, como lo muestran las figuras 35 y 36 para las canteras Palcca y La Moderna, respectivamente.

CANTERA PALLCCA

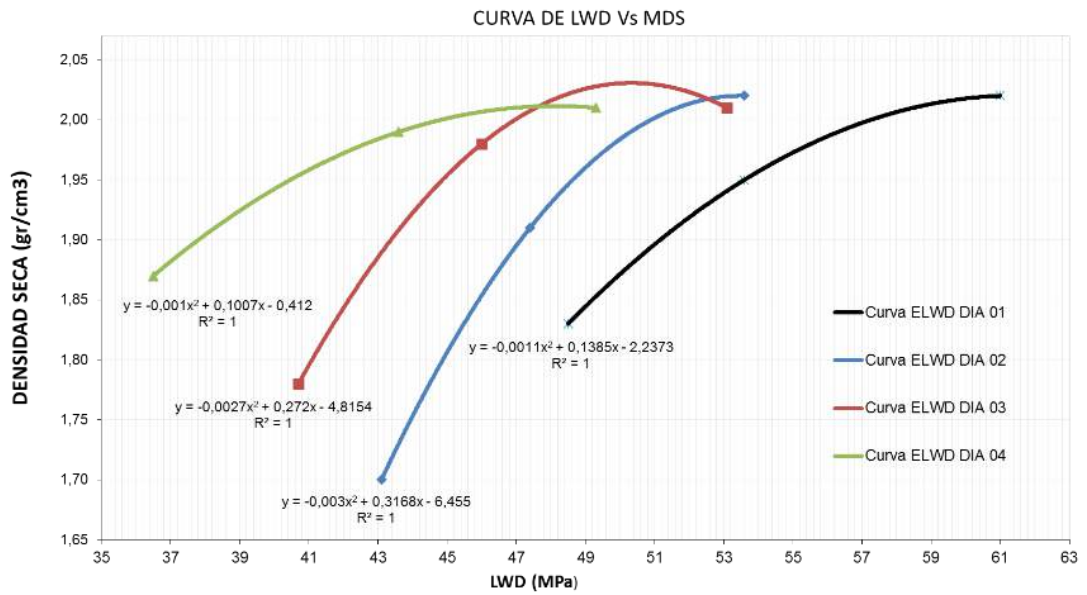


Figura 35. Curva del LWD vs densidad seca en la cantera Pallcca

CANTERA LA MODERNA

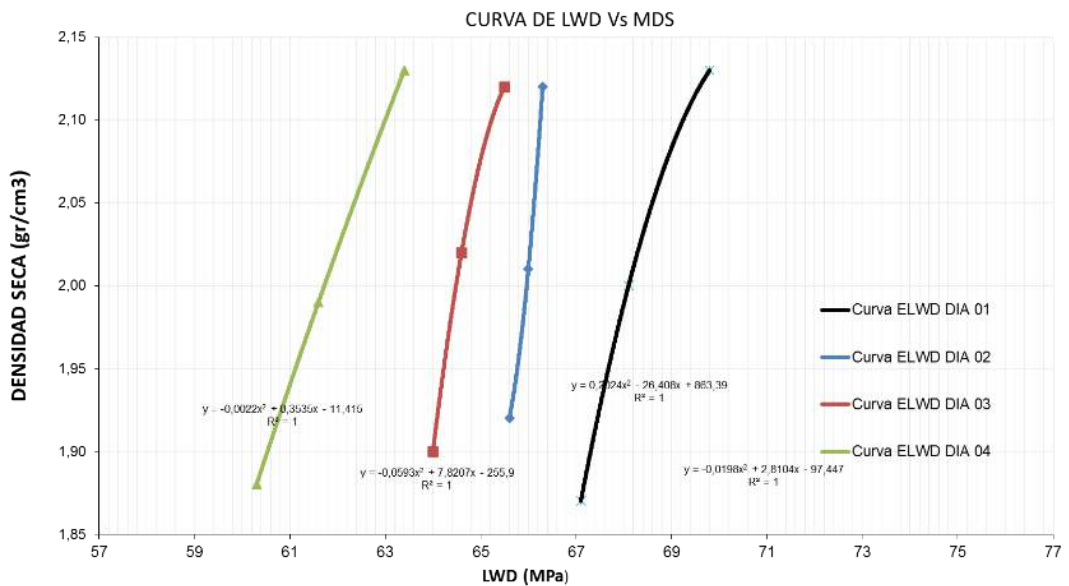


Figura 36. Curva del LWD vs densidad seca en la cantera La Moderna

De estas, se puede observar la tendencia del módulo del E_{LWD} hacia la densidad máxima seca son directamente proporcionales; así mismo, con el número de días de inmersión.

Sin embargo, en este punto, se predice la acumulación de información en las curvas, tanto del CBR como el del módulo de E_{LWD} en los puntos de 56 golpes, 26 golpes y 12 golpes. Por lo tanto, para las siguientes canteras, se vio la necesidad de realizar la modificación del número de golpes por capa en los ensayos de CBR con el objetivo de obtener una curva con datos en puntos que permitan generar una curva más representativa de correlación.

4.2.1.3 Evaluación de resultados para cada cantera

Cantera Pallca: Se elabora la curva de E_{LWD} versus el CBR de laboratorio para verificar su variabilidad individual.

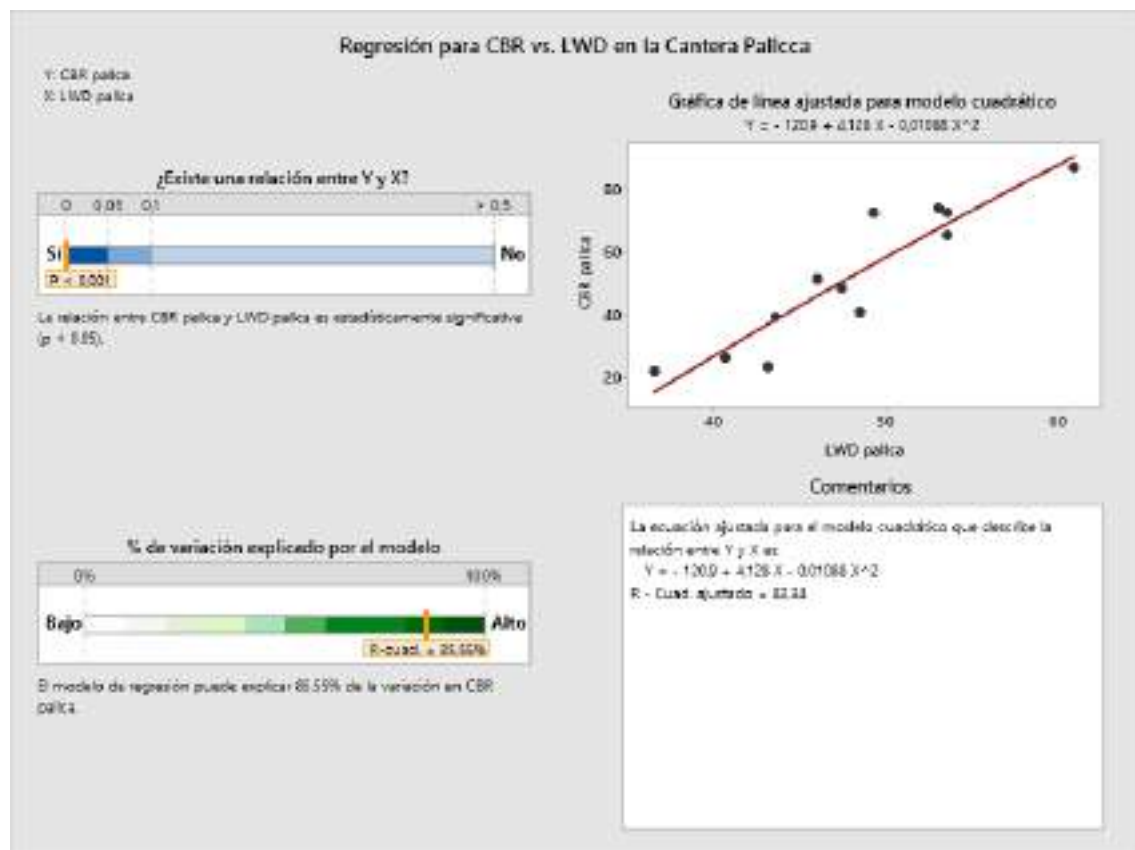


Figura 37. Informe de coeficiente de determinación en la cantera Pallca

- La figura 37 fue desarrollada con el Programa Minitab. De esta, se puede observar que la correlación respecto al módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR muestra un valor P menor a 0.05; lo que indica que la capacidad de soporte CBR y el módulo del LWD son estadísticamente significativos o que existe una correlación entre dichos ensayos.
- Según la gráfica de dispersión, se puede observar el comportamiento del módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR. Aquí, el modelo de regresión puede explicar en un 85.55 % los resultados de la capacidad de soporte CBR en la cantera de Pallca, y un R^2 ajustado de 82.34 %.

- El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:

$$Y = -0.01088X^2 + 4.128X - 120.92$$

Cantera La Moderna. Se elabora la curva del módulo E_{LWD} versus el CBR de laboratorio para verificar su variabilidad individual.

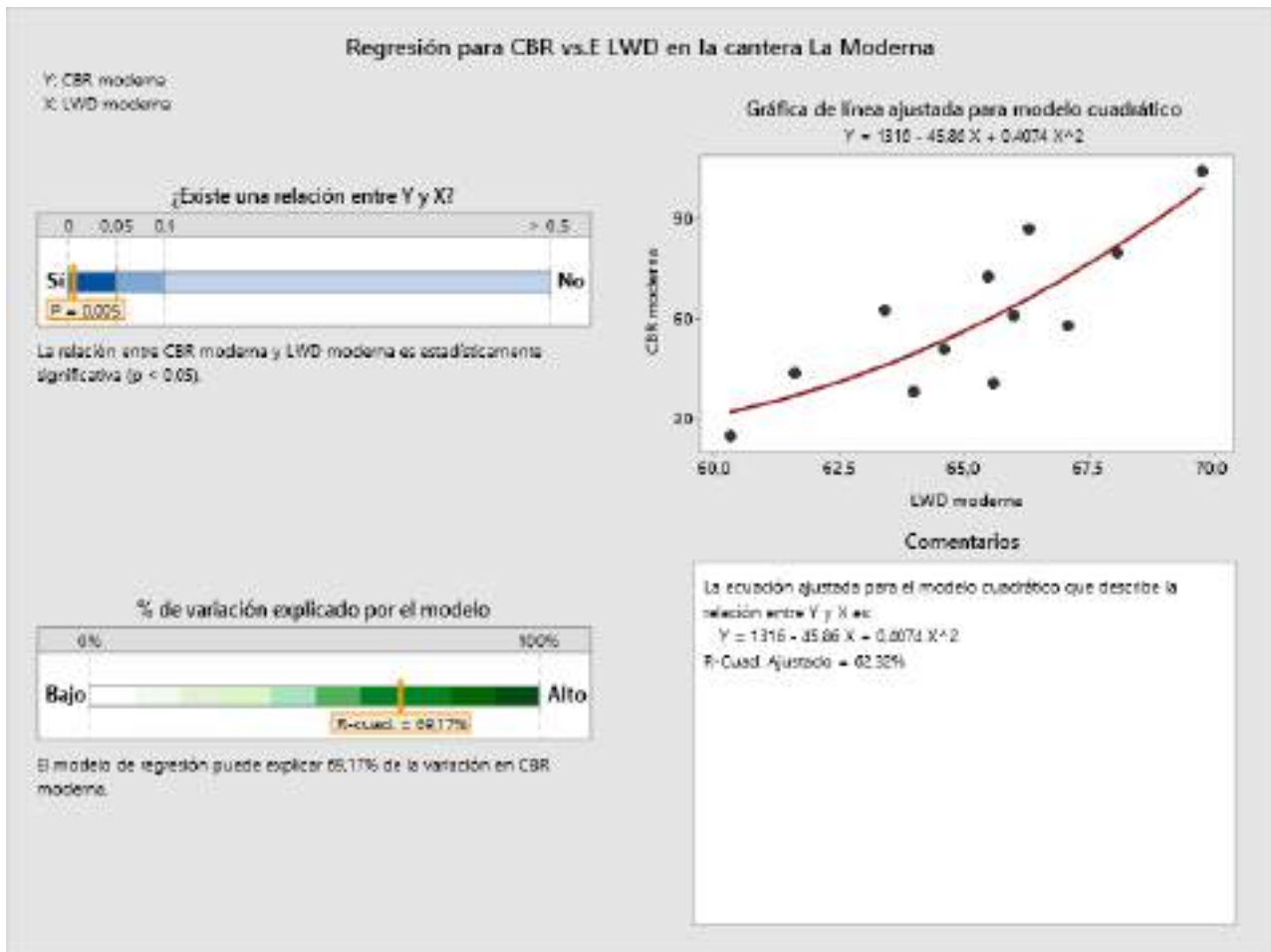


Figura 38. Informe de coeficiente de determinación en la cantera La Moderna

- La figura 38 fue desarrollada con el programa Minitab. De esta, se puede observar que la correlación respecto al módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR muestra un valor P menor a 0.05; lo que indica que la capacidad de soporte CBR y el módulo del LWD son estadísticamente significativos o que existe una correlación entre dichos ensayos.
- Según la gráfica de dispersión, se puede observar el comportamiento del módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR; aquí, el modelo de regresión puede explicar en un

69.17 % los resultados de la capacidad de soporte CBR en la cantera de La Moderna y un R^2 ajustado de 62.32.

- El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:

$$Y=0.4074X^2-45.86X+1316$$

4.2.2 Resultados de la segunda evaluación

Verificando los resultados obtenidos en las dos primeras canteras, La moderna y Pallcca se plantearon modificaciones para la realización de los ensayos a las canteras seleccionadas para esta segunda etapa de ensayos. Los cambios principales se detallan como siguen:

- Con el objetivo de buscar el factor de corrección por humedad y debido a la no variación de la humedad entre los días intermedios de sumersión de las probetas de CBR (ver figura 28), se realizaron ensayos al día uno y día cuatro de sumersión de probetas.
- Con el objetivo de tener una curva con puntos más representativos y distribuidos a lo largo de toda la curva, se modificó el número de golpes por capa en cada probeta de CBR, como se detalla en la tabla 22.

Tabla 22. *Numero de golpes por capas en cada cantera*

Nº	Nombre de cantera	Gradación del material según MTC EG-2013	Cant. ensayos de CBR	Cant. ensayos de LWD	Numero de golpes por capa	Dias de sumersión de la probeta de CBR
1	Chillico	Gradación B	1	1	56,48,20	01 día
			1	1		04 día
2	Mollepata	Gradación D	1	1	56,30,15	01 día
			1	1		04 día
2	Sanchezpampa	Gradación D	1	1	56,40,10	01 día
			1	1		04 día

Fuente: Elaboración propia

Durante el desarrollo de esta etapa, se verificó, en primera instancia, las gradaciones de suelo retenidas en cada tamiz; como se indica en el procedimiento de preparación de muestras, se preparó el material para las canteras Mollepata, Chillico y Sanchezpampa.

4.2.2.1 Resultados del ensayo de capacidad de soporte CBR

Se desarrolló la preparación de los moldes para los ensayos de CBR y su sumersión por el día uno y día cuatro.

Se obtuvieron los resultados para la cantera Chillico. Se puede observar en la tabla siguiente.

Tabla 23. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera Chillico

DATOS OBTENIDOS PREVIAMENTE POR OTROS ENSAYOS (*)			DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE CBR						
CANTERA CHILLICO	OCH %	MDS (tn/m3)	DIA	Golpes	Humedad (%)	γ_d	CBR	CBR AL 95% MDS	CBR AL 100% MDS
	8,20	2,18	00		56	8,21	2,180	101,45	58
				48	8,20	2,030	50,72		
				20	8,21	1,940	36,23		
04				56	8,48	2,180	72,46	43	70
				48	8,72	2,100	50,72		
				20	10,03	1,910	18,84		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera Mollepata

DATOS OBTENIDOS PREVIAMENTE POR OTROS ENSAYOS (*)			DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE CBR						
CANTERA MOLLEPATA	OCH %	MDS (tn/m3)	DIA	Golpes	Humedad (%)	γ_d	CBR	CBR AL 95% MDS	CBR AL 100% MDS
	9,10	2,08	01		56	9,1	2,085	101,45	68
				30	9,1	1,937	73,91		
				15	9,1	1,805	50,72		
02				56	9,47	2,090	98,55	40	79
				30	10,07	2,070	72,46		
				15	10,51	1,920	24,64		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Resultados obtenidos en los ensayos de CBR con distintos días de sumersión en la cantera Sanchezpampa

DATOS OBTENIDOS PREVIAMENTE POR OTROS ENSAYOS (*)			DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE CBR						
CANTERA SANCHEZPAMPA	OCH %	MDS (tn/m3)	DIA	Golpes	Humedad (%)	γ_d	CBR	CBR AL 95% MDS	CBR AL 100% MDS
	8,5	2,06	01	56	8,46	2,078	94,2		
			40	8,46	2,003	79,71			
			10	8,46	1,775	36,23			
			02	56	9,06	2,058	75,36	38	78
			40	9,7	2,036	65,22			
			10	10,6	1,780	17,39			

Fuente: Elaboración propia

En estas, se verifica la nueva distribución de número de golpes por capa, los mismos que generan densidades en cada molde preparado bajo las indicaciones de la tabla 22.

Considerar el cambio de golpes por capa en cada molde fue fundamental para la obtención de una distribución de puntos más variada en la curva que se proyectara de LWD vs CBR. Para este fin, mencionar que, a cada molde, le corresponde una densidad seca que es influenciada directamente por el número de golpes de compactación que se tendrá en cada molde. Una representación más gráfica de la distribución de puntos se observar en la figura 32; cabe resaltar que esta es una imagen referencial de lo esperado durante la investigación.

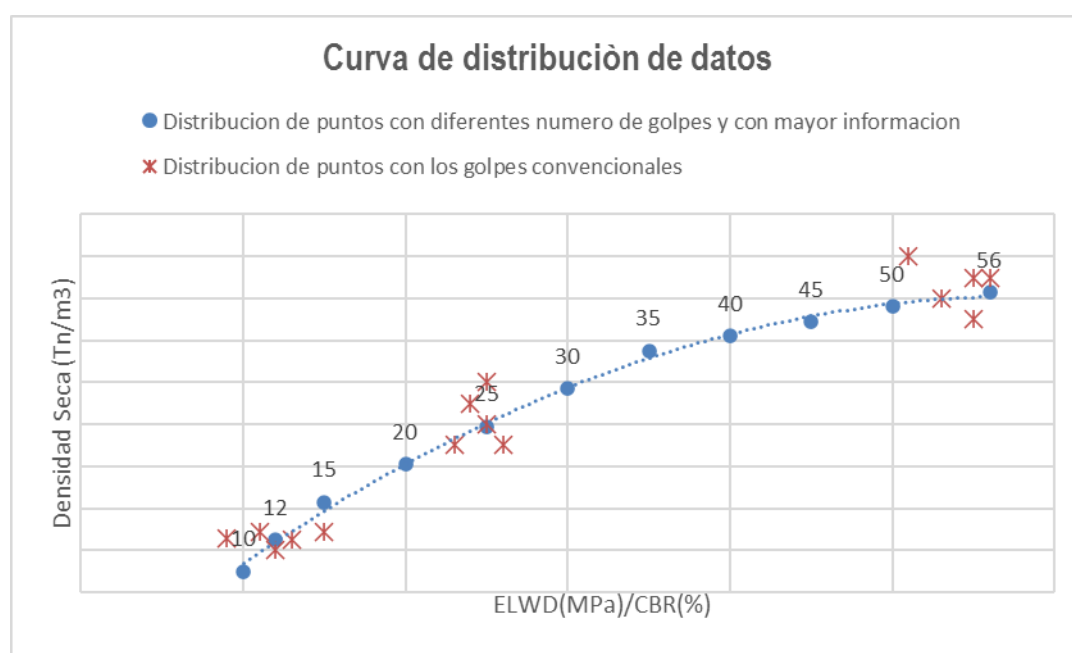


Figura 39. Curva de distribución de datos

De acuerdo al análisis anterior, se obtuvieron las siguientes gráficas para cada cantera, con el número de golpes detallado en la tabla 22.

Curva de CBR en la cantera Chillico

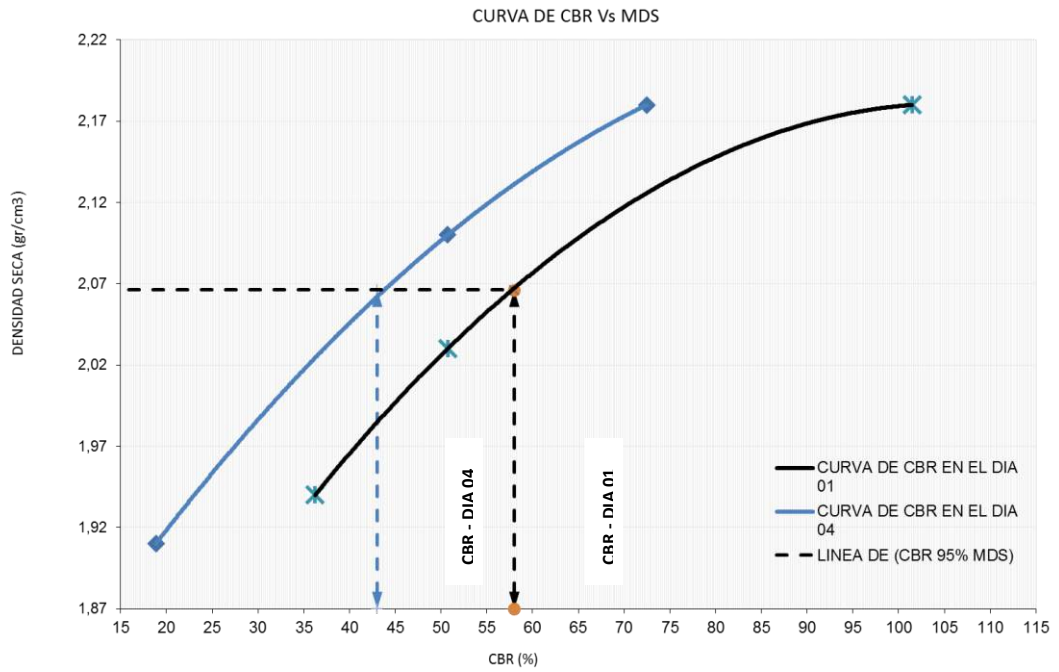


Figura 40. Curvas de CBR durante los diferentes días de sumersión en agua en la cantera Chillico

Curva de CBR en la cantera Mollepata

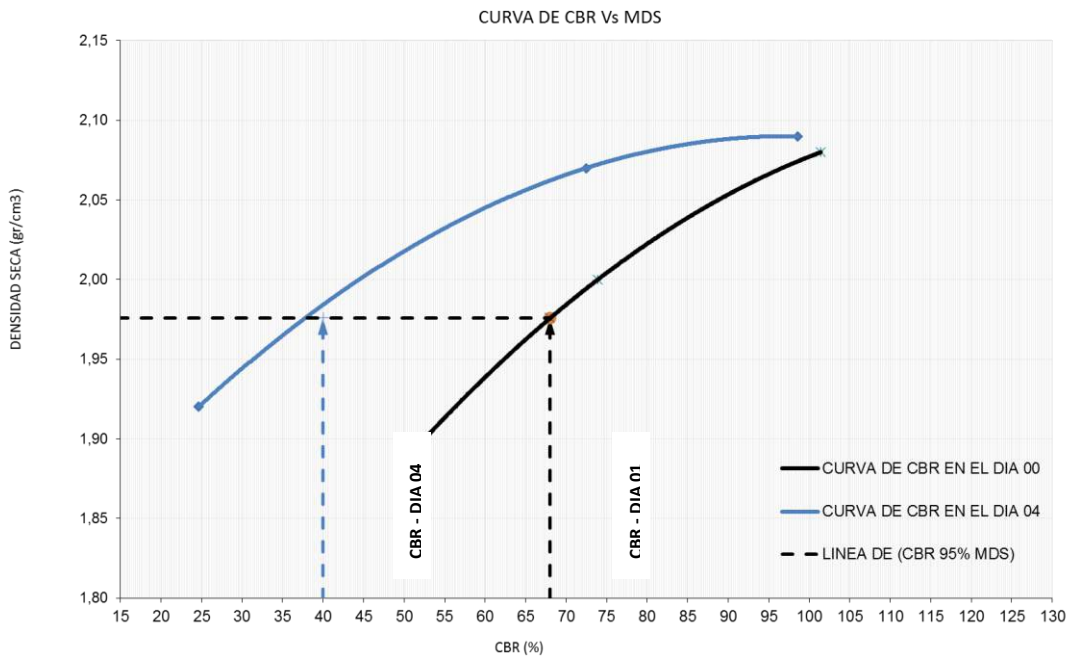


Figura 41. Curvas de CBR durante los diferentes días de sumersión en agua ee la cantera Mollepata

Curva de CBR en la cantera Sanchezpampa

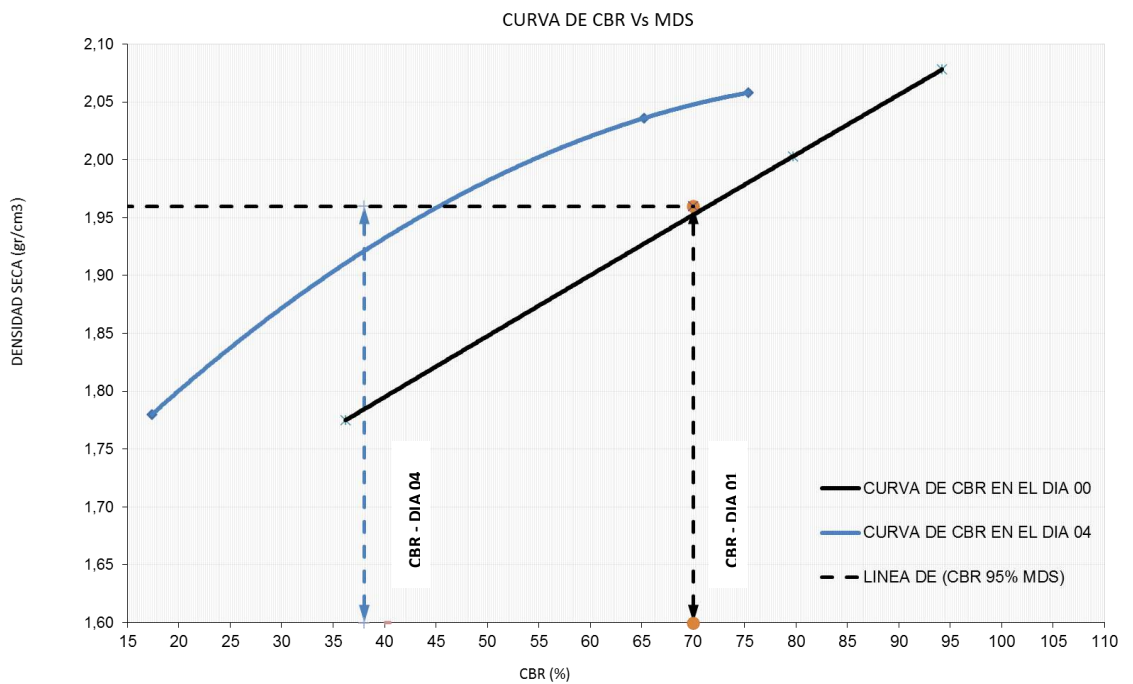


Figura 42. Curvas de CBR durante los diferentes días de sumersión en agua en la cantera Sanchezpampa

De lo mostrado, se tiene las curvas de capacidad de soporte CBR versus la densidad seca en el día uno y día cuatro de sumersión en agua; la misma que representa el comportamiento de la capacidad de soporte en función a las tres densidades definidas por el número de golpes por las cinco capas en cada molde de CBR.

El comportamiento de las curvas polinómicas de las figuras 40, 41 y 42 muestran un comportamiento lógico en referencia al día cuatro y día uno de inmersión en agua; ya que, a mayor tiempo de inmersión, menor será la resistencia a la penetración de CBR. Numéricamente, se puede visualizar la variación en las tablas 23, 24 y 25, respectivamente.

4.2.2.2 Resultados del ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD)

A continuación, se presentan los registros de los resultados de LWD para cada cantera. En estos, se puede observar principalmente la fuerza y la deflexión en cada uno de los seis golpes realizados en cada molde de CBR; estos, a su vez, tienen un análisis del coeficiente de variación. El que, según la norma ASTM E2835, debería ser menor al 10 % para ser considerado una toma de datos secuencialmente repetibles.

En las tablas 26, 27 y 28, se muestran los resultados de los ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) en las probetas de CBR para las canteras de Chillico, La Moderna y Sanchezpampa.

RESULTADOS DE DEFLEXIONES EN LAS PROBETAS DE CBR DE LA CANTERA CHILLICO

Tabla 26. Registro de las deflexiones en la cantera Chillico

Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 01	CBR 07	8,21	8,20	56,0	8,656	8172	462,4	1,941	23,55	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,139			1,229			
						7,72			1,89			
						8,441	8305	470,0	0,598	1,76	Cumple	0,5920
						8,267			0,598			
						8,207			0,580			
2		CBR 04	8,20	8,20	48,0	8,349	8330	471,4	0,663	0,86	Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,31			0,655			
						8,124	8496	480,8	0,623	0,46	Cumple	0,6213
						8,837			0,623			
						8,528			0,618			
3		CBR 034	8,21	8,20	20,0	7,941	8291	469,2	1,618	52,69	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
	8,621					0,725						
	8,312					0,676						
	8,379					8626	488,2	0,666	4,99	Cumple	0,6393	
	9,072							0,604				
	8,428							0,648				
1	DIA 04	CBR 065	8,48	8,20	Cumple	8,125	8470	479,3	1,422	45,33	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,621			0,715			
						8,664			0,665			
						8,613	8587	485,9	0,637	1,08	Cumple	0,6410
						8,572			0,649			
						8,577			0,637			
2		CBR 045	8,72	8,20	Cumple	8,227	8480	479,9	1,243	31,31	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,616			0,823			
						8,598			0,692			
						8,650	8657	489,9	0,668	5,50	Cumple	0,6763
						8,680			0,717			
8,641		0,644										
3	CBR 012	10,03	8,20	Cumple	8,243	8495	480,7	0,633	11,90	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
					8,61			0,789				
					8,631			0,779				
					8,609	8636	488,7	0,762	7,91	Cumple	0,6987	
					8,682			0,660				
					8,618			0,674				

RESULTADOS DE DEFLEXIONES EN LAS PROBETAS DE CBR DE LA CANTERA MOLLEPATA

Tabla 27. Registro de las deflexiones en la cantera Mollepata

Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 00	CBR 12	9,10	9,10	56,0	8,653	8542	483,4	0,858	12,98	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,491			0,664			
						8,482			0,739			
						8,508	8466	479,1	0,650	1,51	Cumple	0,6547
						8,408			0,648			
						8,482			0,666			
2		CBR 45	9,10	9,10	30,0	8,253	8383	474,4	1,036	19,48	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,489			0,704			
						8,406			0,835			
						8,495	8521	482,2	0,644	0,79	Cumple	0,6497
						8,534			0,654			
						8,535			0,651			
3	CBR 48	9,10	9,10	15,0	8,6	8563	484,5	0,697	4,93	Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
					8,525			0,65				
					8,503			0,694				
					8,584	8558	484,3	0,674	2,46	Cumple	0,6763	
					8,588			0,661				
1	DIA 02	CBR 7	9,47	9,10	Cumple	8,207	8213	464,8	1,675	17,39	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,21			1,299			
						8,222			1,22			
						8,200	8300	469,7	0,734	2,36	Cumple	0,7283
						8,429			0,709			
						8,271			0,742			
2		CBR 48	10,07	9,10	Cumple	8,16	8284	468,8	1,921	27,41	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,311			1,355			
						8,38			1,14			
						8,396	8366	473,4	0,741	4,42	Cumple	0,7533
						8,400			0,728			
						8,303			0,791			
3	CBR 66	10,51	9,10	Cumple	8,298	8177	462,7	1,871	28,44	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
					8,193			1,254				
					8,04			1,116				
					8,338	8212	464,7	0,819	3,59	Cumple	0,8354	
					8,259			0,817				
					8,039			0,870				

RESULTADOS DE DEFLEXIONES EN LAS PROBETAS DE CBR DE LA CANTERA SANCHEZPAMPA

Tabla 28. Registro de las deflexiones en la cantera Sanchezpampa

Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 01	CBR 46	8,46	8,50	56,0	8,276	7593	429,7	1,898	70,17	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,538			0,698			
						5,966			0,556			
						8,527			0,698			
						8,522			0,634			
2		CBR 66	8,46	8,50	40,0	8,298	8423	476,7	1,758	52,89	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,489			0,779			
						8,483			0,738			
						8,681			0,684			
						8,612			0,695			
3	CBR 65	8,46	8,50	10,0	8,103	8103	458,5	1,518	#iDIV/0!	#iDIV/0!	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
					8,821			0,723				
					8,488			0,705				
					8,520			0,712				
					8,599			0,652				
1	DIA 04	CBR 4		8,50	56,0	7,999	8421	476,5	1,435	56,36	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,631			0,633			
						8,634			0,544			
						8,631			0,708			
						8,617			0,719			
2		CBR 7		8,50	40,0	8,065	8320	470,8	0,607	53,86	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,269			1,235			
						8,627			0,457			
						8,603			0,725			
						8,624			0,711			
3	CBR 70		8,50	10,0	8,06	8350	472,5	1,036	19,48	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
					8,213			0,704				
					8,777			0,835				
					8,703			0,780				
					8,664			0,792				
					8,625	8664	490,3	0,778	0,97	Cumple	0,7833	

A partir de estos resultados, se desarrollaron los módulos E_{LWD} como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 29. Módulo ELWD en la cantera Chillico

CANTERA CHILICO								
Día			01			04		
Numero de molde de CBR			7	4	34	65	45	12
Capas N°			5	5	5	5	5	5
Golpes por capa			56	48	20	56	48	20
Humedad		%	8,2	8,20	8,21	8,48	8,72	10,03
Densidad húmeda		gr/cc	2,35	2,20	2,09	2,36	2,23	1,83
Densidad seca		gr/cc	2,18	2,03	1,94	2,18	2,10	1,91
Carga máxima en el LWC	N		8.305,0	8.496,3	8.626,3	8.496,3	8.657,0	8.636,3
Deformación máxima δm	mm		0,592	0,625	0,639	0,641	0,676	0,699
Ki			14.028,72	13.601,39	13.492,70	13.254,81	12.799,90	12.361,16
Modulo de Rigidez de la	MPa		57,5	55,8	55,3	54,4	52,5	50,7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Módulo ELWD en la cantera Mollepata

CANTERA MOLLEPATA								
Día			01			04		
Numero de molde de CBR			12	45	48	7	48	66
Capas N°			5	5	5	5	5	5
Golpes por capa			56	30	15	56	30	15
Humedad		%	9,1	9,10	9,10	9,47	10,07	10,51
Densidad húmeda		gr/cc	2,27	2,11	1,97	2,29	2,26	2,09
Densidad seca		gr/cc	2,09	2,00	1,89	2,09	2,07	1,92
Carga máxima en el LWC	N		8.466,0	8.521,3	8.558,3	8.521,3	8.366,3	8.212,0
Deformación máxima δ_m	mm		0,655	0,676	0,702	0,728	0,753	0,835
Ki			12.931,77	12.599,31	12.197,15	11.699,77	11.105,75	9.830,41
Modulo de Rigidez de la	MPa		53,0	51,7	50,0	48,0	45,5	40,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Módulo ELWD en la cantera Sanchezpampa

CANTERA SANCHEZPAMPA								
Día			01			04		
Numero de molde de CBR			45	66	65	4	7	70
Capas N°			5	5	5	5	5	5
Golpes por capa			56	40	10	46	40	10
Humedad		%	8,5	8,46	8,46	9,06	9,70	10,60
Densidad húmeda		gr/cc	2,25	2,17	1,82	2,23	2,21	2,05
Densidad seca		gr/cc	2,08	2,00	1,78	2,06	2,04	1,78
Carga máxima en el LWC	N		8.539,0	8.630,7	8.609,7	8.630,7	8.617,3	8.664,0
Deformación máxima δ_m	mm		0,656	0,677	0,713	0,707	0,711	0,783
Ki			13.010,16	12.748,40	12.069,63	12.207,45	12.125,70	11.060,43
Modulo de Rigidez de la	MPa		53,3	52,3	49,5	50,1	49,7	45,4

Fuente: Elaboración propia

Una vez desarrollados los módulos de E_{LWD} , se desarrolló la curva de correlación entre el módulo E_{LWD} y la densidad seca.

Cantera Chillico

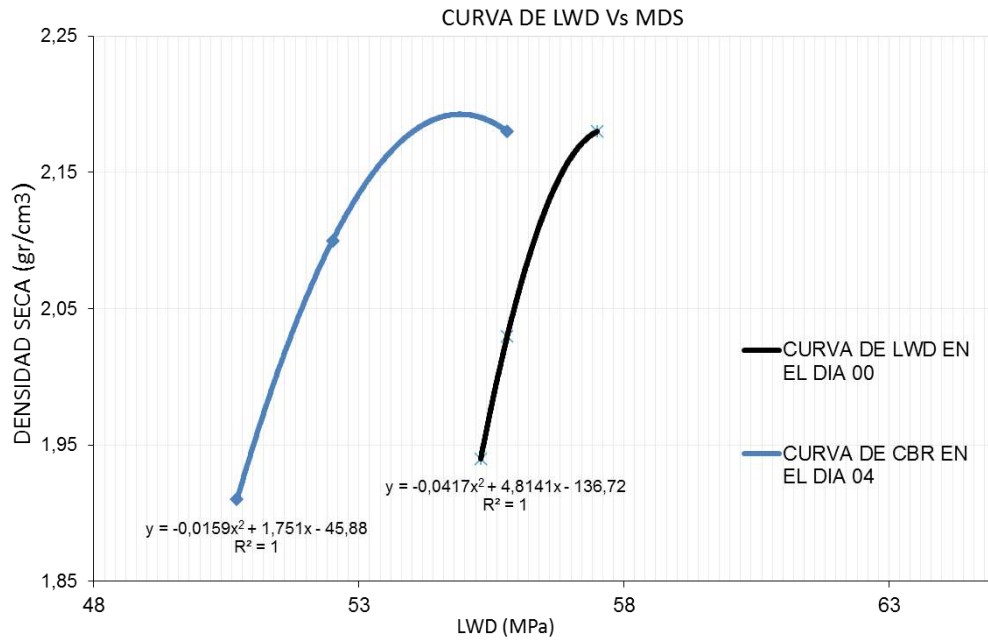


Figura 43. Curva de LWD en la cantera Chillico

Cantera Mollepatá

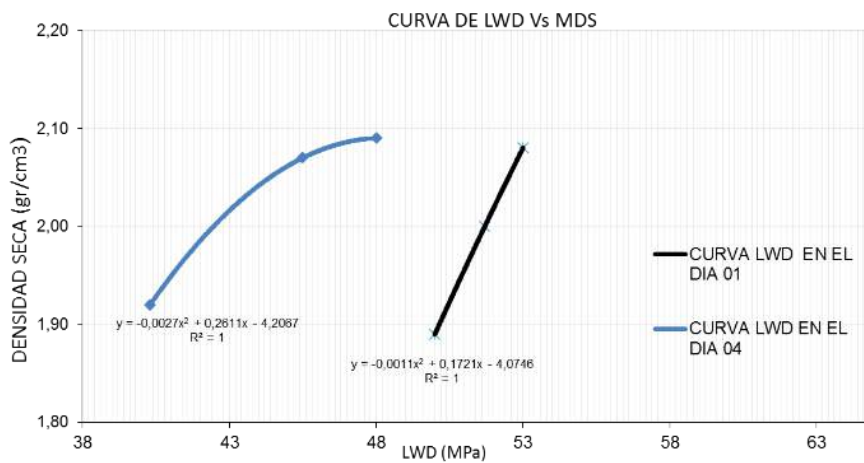


Figura 44. Curva de LWD en la cantera Mollepatá

Cantera Sanchezpampa

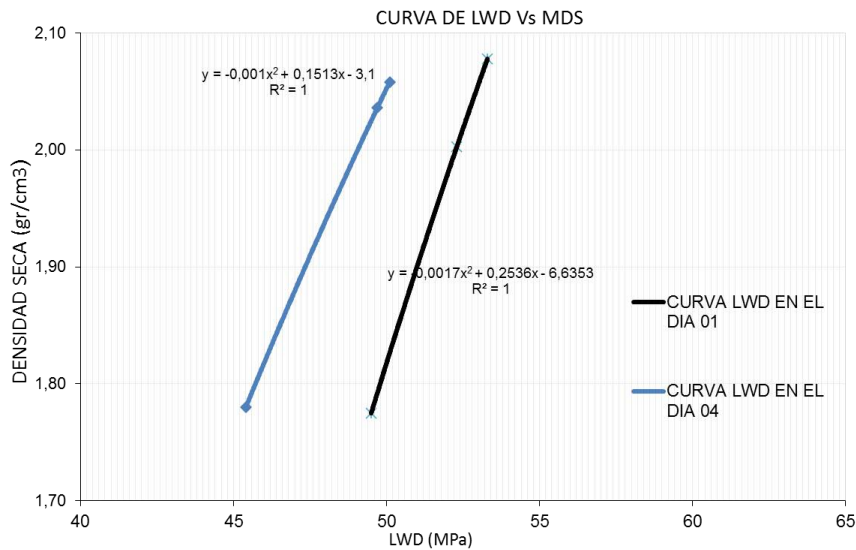


Figura 45. Curva de LWD en la cantera Sanchezpampa

Hacia las curvas de módulo de E_{LWD} versus la máxima densidad seca presentadas en las figuras 43, 44 y 45 para las canteras Chillico, Mollepata y Sanchezpampa, se puede observar la tendencia del módulo del E_{LWD} hacia la densidad máxima seca, son directamente proporcionales; así mismo, con el número de días de inmersión, estos resultados permiten verificar el mismo comportamiento hacia las canteras estudiadas anteriormente.

4.2.2.3 Evaluación de resultados para cada cantera

Cantera Chillico. Se elabora la curva de E_{LWD} versus el CBR de laboratorio para verificar su variabilidad individual.

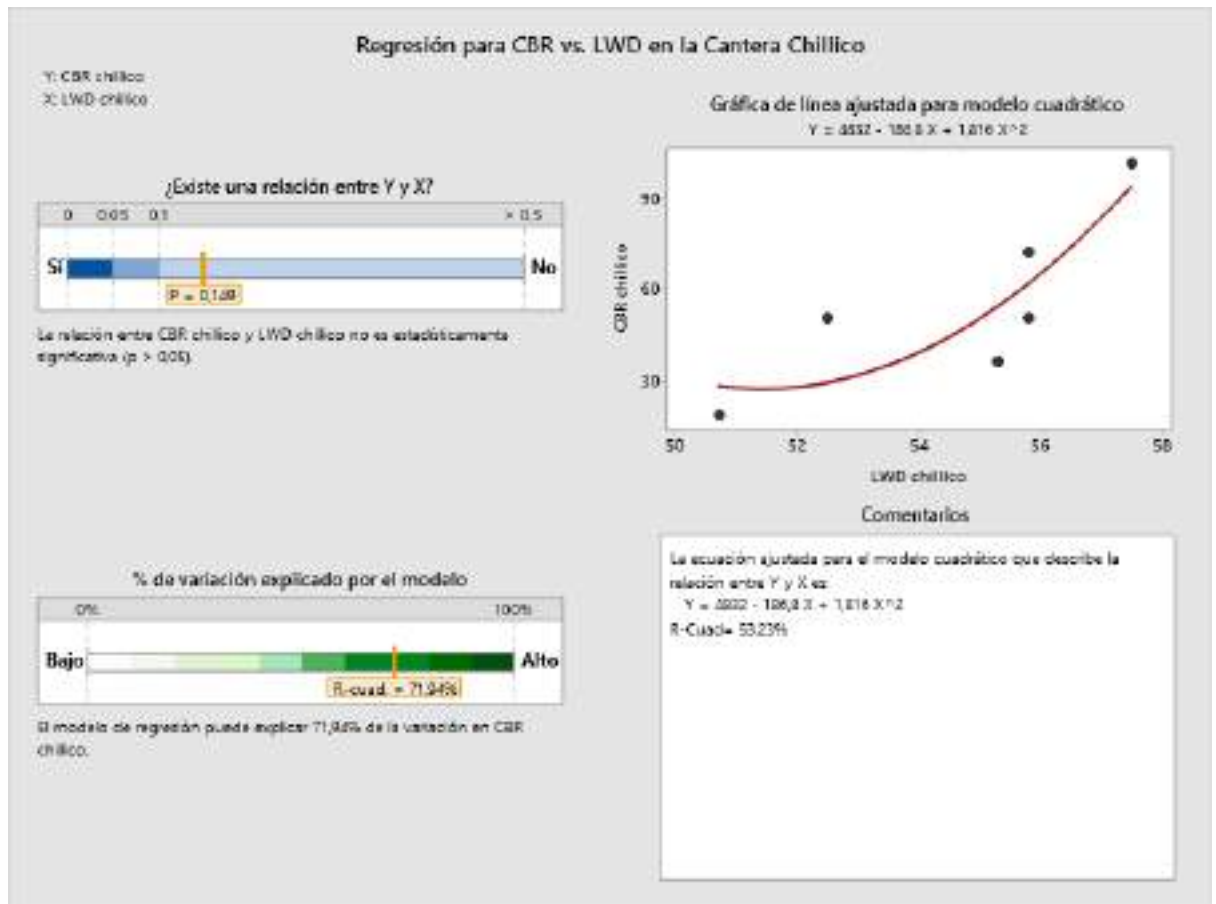


Figura 46. Informe de coeficiente de determinación en la cantera Chillico

- La figura 46 fue desarrollada con el programa Minitab. En esta, se puede observar que la correlación respecto al módulo Elwd versus la capacidad de soporte CBR muestra un valor P mayor a 0.05, lo que indica que la capacidad de soporte CBR y el módulo del LWD no son estadísticamente significativo; sin embargo, este estadístico no es una regla de decisión estricta, ya que representa la existencia de una relación con un nivel de riesgo aceptable, pero debatible según el criterio del evaluador. Así se puede entender también como el hecho de pasar por alto que una posible relación tuviera una consecuencia grave; entonces, un α más grande reduciría el riesgo de cometer este tipo de error.
- Según la gráfica de dispersión, se puede observar el comportamiento del módulo Elwd versus la capacidad de soporte CBR. Aquí, el modelo de regresión puede explicar en un 71.94 % los resultados de la capacidad de soporte CBR en la cantera de Chillico y un R^2 ajustado de 53.23 %.
- El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:

$$Y=1.8158X^2-186.8X+4831.6$$

Cantera Mollepata. Se elabora la curva de E_{LWD} versus el CBR de laboratorio para verificar su variabilidad individual.

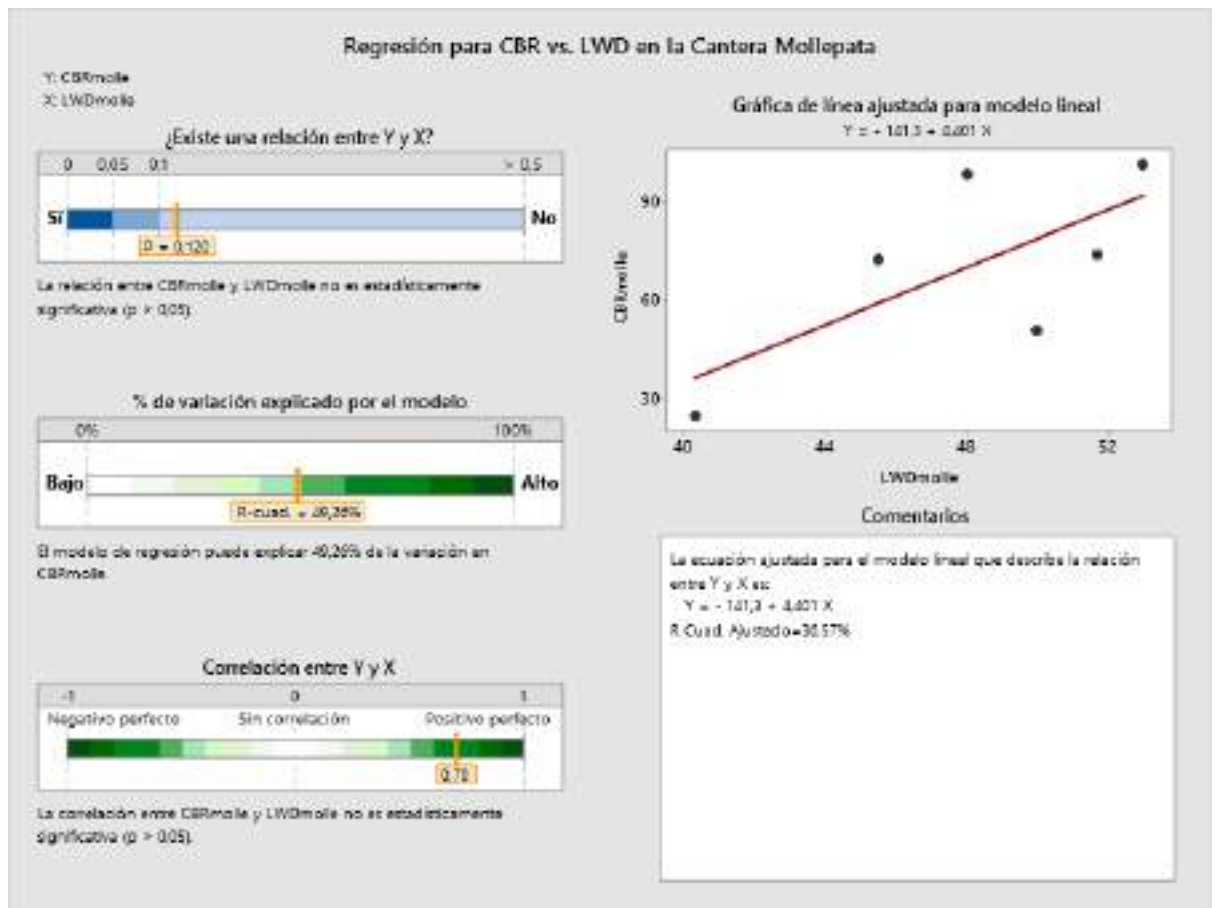


Figura 47. Informe de coeficiente de determinación en la cantera Mollepata

- La figura 47 fue desarrollada con el programa Minitab. De esta, se puede observar que la correlación respecto al módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR muestra un valor P mayor a 0.05, lo que indica que la capacidad de soporte CBR y el módulo del LWD no son estadísticamente iguales; sin embargo, este estadístico no es una regla de decisión estricta, ya que representa la existencia de una relación con un nivel de riesgo aceptable, pero debatible según el criterio del evaluador. Así, se puede entender también cómo el hecho de pasar por alto una posible relación tuviera una consecuencia grave; entonces, un α más grande reduciría el riesgo de cometer este tipo de error.
- Según la gráfica de dispersión, se puede observar el comportamiento del módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR. Aquí, el modelo de regresión puede explicar en un 40.26 % los resultados de la capacidad de soporte CBR en la cantera de Mollepata y un R^2 ajustado de 36.57.
- El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:

$$Y=4.401X-141.3$$

Cantera Sanchezpampa. Se elabora la curva de E_{LWD} versus el CBR de laboratorio para verificar su variabilidad individual.

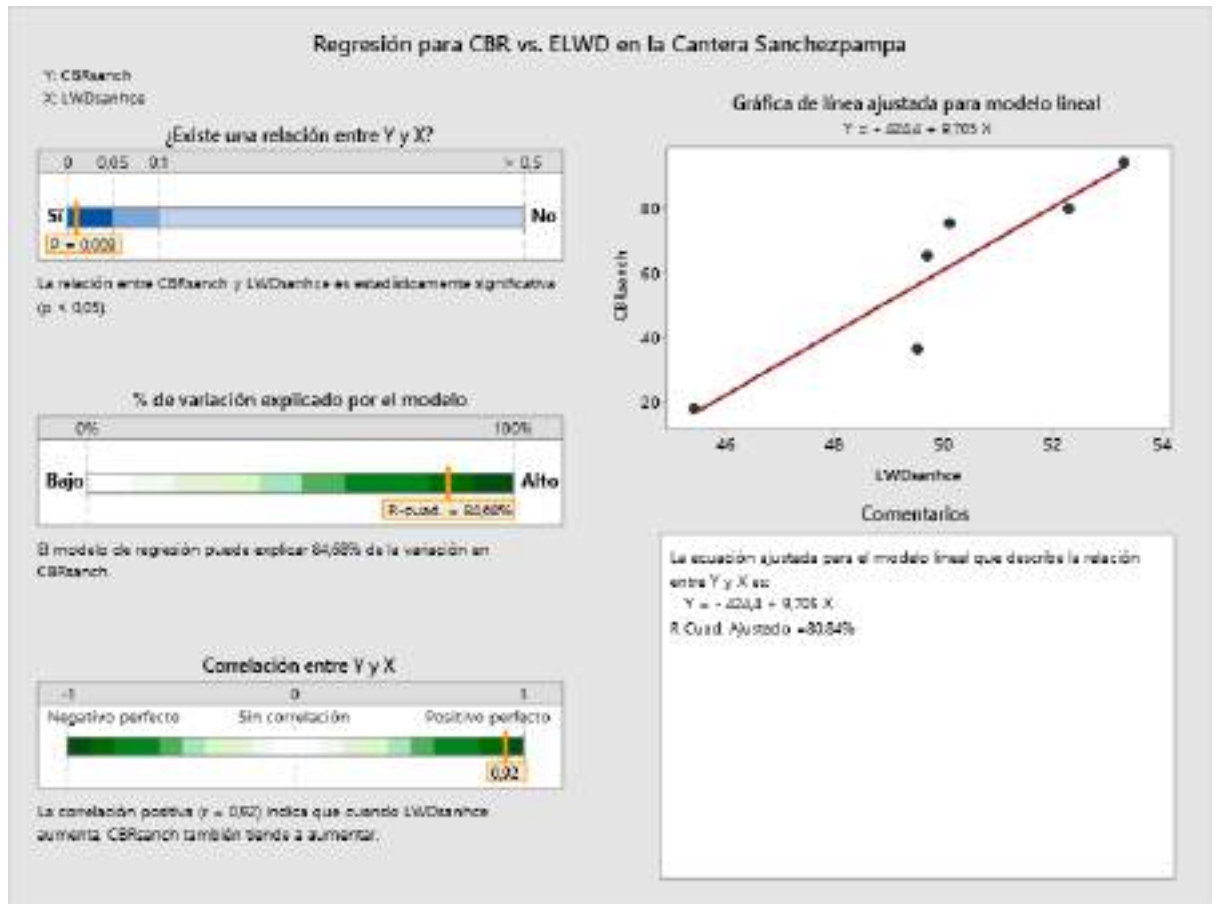


Figura 48. Informe de coeficiente de determinación en la cantera Sanchezpampa

- La figura 48 fue desarrollada con el programa Minitab. De esta, se puede observar que la correlación respecto al módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR muestra un valor P menor a 0.05, lo que indica que la capacidad de soporte CBR y el módulo del LWD son estadísticamente significativos; por ende, existe una correlación entre dichos ensayos.
- Según la gráfica de dispersión, se puede observar el comportamiento del módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR. Aquí, el modelo de regresión puede explicar en un 84.68 % los resultados de la capacidad de soporte CBR en la cantera de Sanchezpampa y un R^2 ajustado de 80.84 %.
- El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:

$$Y=9.705X-424.4$$

4.3 Análisis de los resultados de ensayos realizados

Teniendo los resultados de la capacidad de soporte CBR y el módulo E_{LWD} , se realiza el análisis de correlación entre el ensayo del módulo del E_{LWD} y la capacidad de soporte CBR.

Para llegar a estos resultados, se realizaron los ensayos en dos etapas, como lo ya expuesto. Con la hipótesis de que existe una ecuación que permita correlacionar ambos ensayos, permitiendo obtener el valor de la capacidad de soporte CBR en laboratorio a partir del módulo del E_{LWD} . Para esto, se desarrollaron ensayos de CBR con diferentes días de sumersión y diferentes números de golpes por capa de compactación; así como se obtuvieron muestras de canteras distintas que permitan una gradación diferente de suelo clasificada en los diferentes husos granulométricos para materiales granulares del tipo subbase establecido en el *Manual de carreteras*, EG-2013.

A través de los siguientes, se generó toda la información conjunta en la tabla siguiente.

Tabla 32. Data conglomerada de los ensayos en laboratorio

DATOS OBTENIDOS PREVIAMENTE POR OTROS ENSAYOS(*)			DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE CBR					DATOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE LWD EN LABORATORIO
	OCH %	MDS (tn/m3)	DIA	Golpes	Humedad (%)	γ_d	CBR	Elwd lab
CANTERA PALLCA	11,3	2.010	01	56	11,5	2,02	86,96	61,00
				26	11,65	1,95	65,22	53,60
				12	12,04	1,83	40,58	48,50
			02	56	11,62	2,02	72,46	53,60
				26	11,54	1,91	48,55	47,40
				12	13,49	1,70	23,19	43,10
			03	56	11,67	2,01	73,91	53,10
				26	12,85	1,98	51,45	46,00
				12	13,08	1,78	26,09	40,70
			04	56	11,82	2,01	72,46	49,30
				26	11,91	1,99	39,13	43,60
				12	13,2	1,87	21,74	36,50
CANTERA LA MODERNA	11,3	2.010	01	56	6,55	2,13	104,35	69,80
				26	6,89	2,00	79,71	68,10
				12	6,94	1,87	57,97	67,10
			02	56	6,79	2,12	86,96	66,30
				26	6,87	2,01	60,87	66,00
				12	6,93	1,92	40,58	65,60
			03	56	6,84	2,12	72,46	65,50
				26	7,49	2,02	50,72	64,60
				12	7,57	1,90	37,68	64,00
			04	56	7,05	2,13	62,32	63,40
				26	7,53	1,99	43,48	61,60
				12	7,62	1,88	24,64	60,30
CANTERA MOLLEPATA	11,3	2.010	00	56	9,1	2,08	101,45	53,00
				30	9,1	2	73,91	51,70
				15	9,1	1,89	50,72	50,00
			04	56	9,47	2,09	98,55	48,00
				30	10,07	2,07	72,46	45,50
				15	10,51	1,92	24,64	40,30
CANTERA CHILLICO	11,3	2.010	00	56	8,21	2,18	101,45	57,50
				48	8,2	2,03	50,72	55,80
				20	8,21	1,94	36,23	55,30
			04	56	8,48	2,18	72,46	55,80
				48	8,72	2,1	50,72	52,50
				20	10,03	1,91	18,84	50,70
CANTERA SANCHEZPAMÍ	11,3	2.010	00	56	8,46	2,078	94,2	53,30
				40	8,46	2,003	79,71	52,30
				10	8,46	1,775	36,23	49,50
			04	56	9,06	2,058	75,36	50,10
				40	9,7	2,036	65,22	49,70
				10	10,6	1,78	17,39	45,40

Fuente: Elaboración propia

A partir de estos resultados, se elaboraron las siguientes gráficas.

- La figura 49 fue desarrollada con el programa Minitab. Esta describe la curva de capacidad de soporte CBR versus la densidad seca. En esta, se puede observar un valor P menor a 0.05, lo que indica que la capacidad de soporte CBR y la densidad seca de todas las muestras son estadísticamente significativos; por ende, existe una correlación entre dichos ensayos.
- Según la gráfica de dispersión, se puede observar el comportamiento de la capacidad de soporte CBR versus la densidad seca; aquí, el modelo de regresión puede explicar en un 63.00 % los resultados de la densidad seca en toda la muestra y un R^2 ajustado de 61.18 %.
- El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:

$$Y = -2e^{-5} + 0.0064X + 1.7031,$$

Este resultado demuestra que correlacionar la capacidad de soporte de los diferentes tipos de suelo en función al tipo de huso establecido en la EG-2013 no permite correlacionar dichos valores con su densidad seca, ya que la muestra es muy variable.

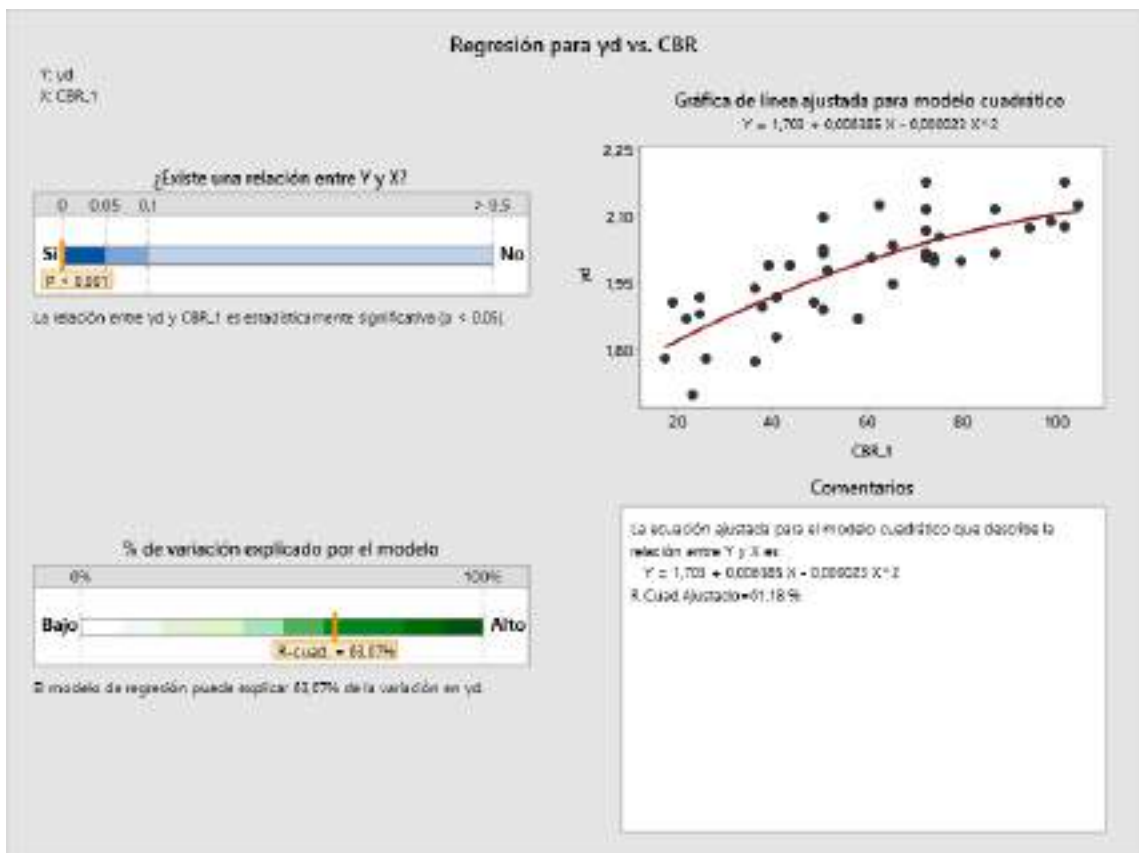


Figura 49. Informe de coeficiente de determinación de la curva de CBR versus densidad seca de todas las canteras

Fuente: Elaboración desarrollada con el programa Minitab

- La figura 50 fue desarrollada con el programa Minitab. Esta describe la curva de módulo de E_{LWD} versus la densidad seca. En esta, se puede observar un valor P menor a 0.05, lo que indica que el módulo de E_{LWD} y la densidad seca de todas las muestras son estadísticamente significativos; por ende, existe una correlación entre dichos ensayos.
- Según la gráfica de dispersión, se puede observar el comportamiento del módulo del E_{LWD} versus la densidad seca. Aquí, el modelo de regresión puede explicar en un 22.74 % los resultados de la densidad seca en toda la muestra y un R^2 ajustado de 18.78 %.
- El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:

$$Y = -0.000360X^2 + 0.04480X + 0.6378$$

Análogamente, ocurre lo mismo con el ensayo de LWD en las probetas de CBR, como se observa en la figura 50. Por lo tanto, correlacionar los módulos del LWD con las densidades secas de los materiales con gradación distinta no es posible.

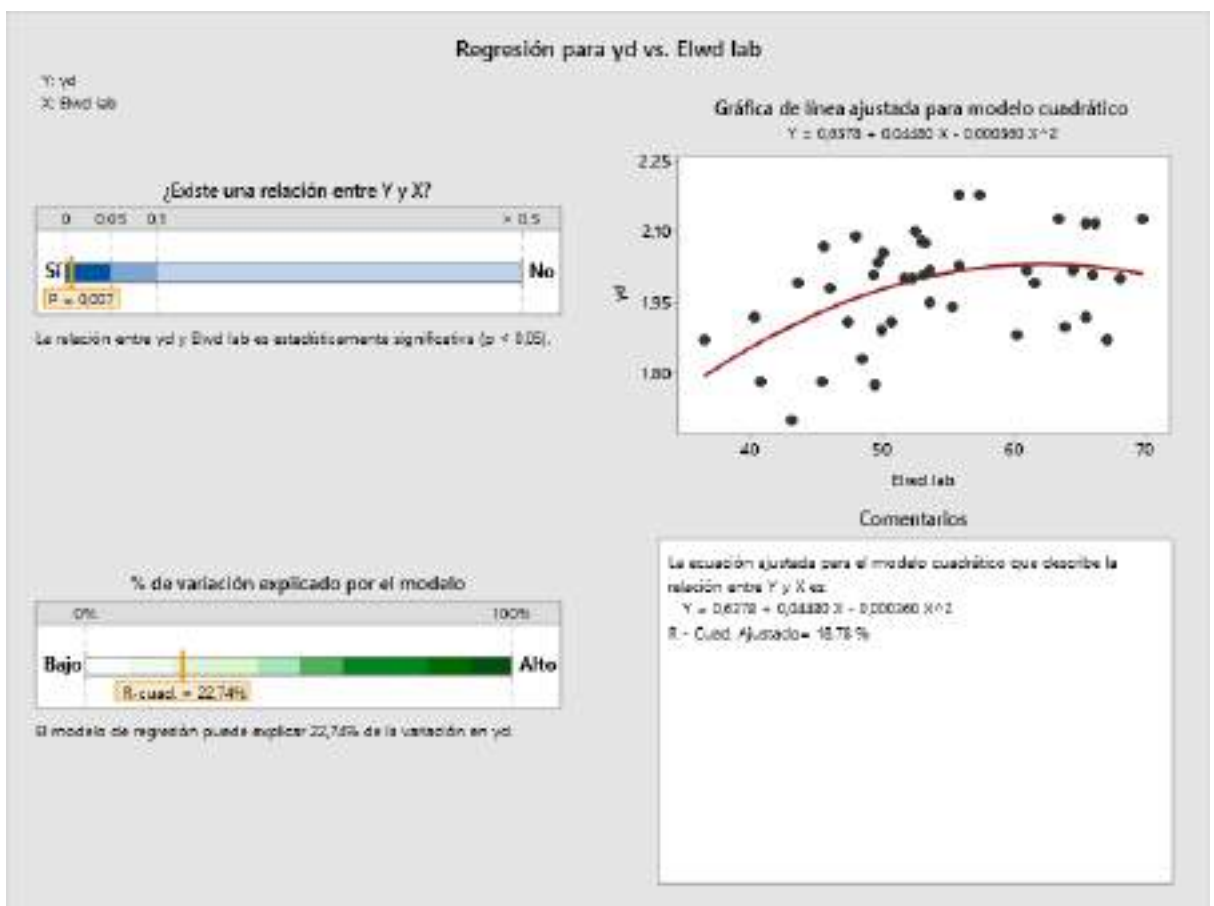


Figura 50. Informe de coeficiente de determinación de la curva de LWD versus densidad seca de todas las canteras

Fuente: Elaboración desarrollada con programa Minitab.

Finalmente, se elaboró la figura 51, curva del módulo E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR.

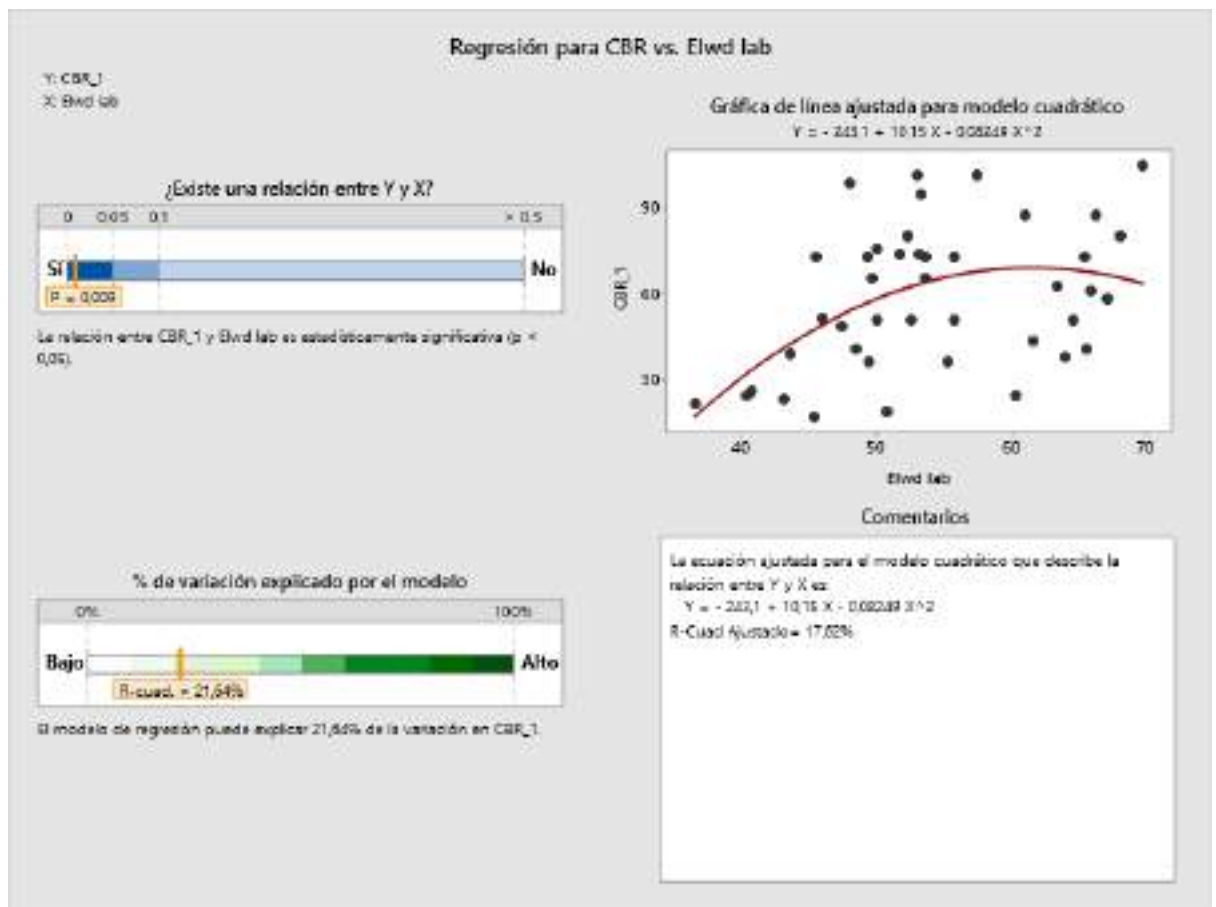


Figura 51. Informe de coeficiente de determinación de la curva de E_{LWD} versus CBR de todas las canteras

Fuente: Elaboración desarrollada con programa Minitab

- En esta, describe la curva de módulo de E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR. En esta, se puede observar un valor P menor a 0.05. Lo que indica que el módulo de E_{LWD} y la capacidad de soporte CBR de todas las muestras son estadísticamente significativos; por ende, existe una correlación entre dichos ensayos.
- Según la gráfica de dispersión, se puede observar el comportamiento del módulo del E_{LWD} versus la capacidad de soporte CBR. Aquí, el modelo de regresión puede explicar en un 21.64 % los resultados de la capacidad de soporte CBR en toda la muestra y un R^2 ajustado de 17.62 %.
- El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:

$$Y = -0.08249X^2 + 10.15X - 243.1$$

Este resultado demuestra que correlacionar el módulo del E_{LWD} y la capacidad de soporte CBR de los diferentes tipos de suelo en función al tipo de huso establecido en la EG-2013 no permite correlacionar dichos valores con su capacidad de soporte CBR en laboratorio, ya que la muestra es muy variable.

4.4 Discusión de resultados

Los resultados que se observan en las tablas y gráficos anteriores demuestran lo siguiente:

- a. La granulometría de un suelo depende de la cantidad de suelos granulares o gruesos y suelos de granos finos; estas mismas aportan diferentes características a un suelo específico. La primera influye en la resistencia que tendrá el material y la segunda en la capacidad de cohesión o atracción molecular que el material puede desarrollar. Según la EG-2013, para la clasificación de un suelo como material de subbase, existen cuatro husos granulométricos que permiten obtener cuatro rangos distintos para suelos granulares del tipo subbase. Hacia las muestras, se consiguieron suelos de cantera distintas que permite tener una muestra variada que pueda abarcar todos los tipos de materiales de subbase y obtener resultados que puedan ser usados en todo tipo de material granular del tipo subbase usado en los proyectos de ingeniería vial. Sin embargo, esta misma variabilidad influyó en la correlación pobre o inválida del ensayo del LWD y el ensayo de capacidad de soporte del LWD.

Desde una perspectiva analítica, podemos verificar que existe un modelo matemático que más se ajusta a la serie de datos que permite predecir un capacidad de soporte de CBR en función a los valores independientes del módulo de deflectometría del E_{LWD} no es representativo, esto debido al bajo porcentaje del coeficiente de determinación ($R^2=21.64\%$); en contraste a la tesis presentada por Nogueira, con el título de “Estudo comparativo do CBR “in situ” & LWD para determinação da capacidade de suporte de subleitos”, se verifica que el factor granulométrico es una variable de influencia significativa e importante. Durante la investigación de Nogueira, se concluye un nivel de correlación entre el E_{LWD} y la capacidad de soporte de CBR *in situ* de 41.06 % a nivel de suelos de subrasante; sin embargo, al agrupar los ensayos realizados en un mismo tipo de suelo, según su clasificación SUCS Y AASTHO, el coeficiente de determinación aumenta hasta un 79.18 %. Prakashkumar y Rakesh, en su artículo titulado “Correlative Study of LWD, DCP and CBR for sub-grade”, desarrollan una ecuación para predecir el valor del módulo E_{LWD} a partir de ensayos de CBR en laboratorio con el programa estadístico SPSS, llegando a un coeficiente de determinación de 81.1 %. Estos estudios se enfocaron en la misma capa estructura de un pavimento flexible a lo largo de 26 km. Así, los resultados de esta investigación y las investigaciones mencionadas, incluyendo las

descritas en los antecedentes de esta investigación, permiten entender el comportamiento de predicción del ensayo de CBR en laboratorio a partir del módulo ELWD; no es posible si existe demasiada variabilidad en su gradación o granulometría del suelo; así como esta, existen otros factores de significativa importancia como la humedad

- b. La humedad es un factor imperativo a tomar en cuenta en los ensayos de calidad de las capas estructurales de las obras viales. En consecuencia, la variabilidad de la humedad obtenida en laboratorio y la obtenida en campo es un factor muy significativo en los resultados del módulo ELWD. Así también lo mencionan Fleming, Frost y Lambert (2019). Es bajo esta premisa que se desarrollaron los ensayos con diferentes días de sumersión de las probetas de CBR en el pozo, con el objetivo de obtener y analizar la variabilidad de las misma a través de los días; sin embargo, la variabilidad de estas fue mínima debido a su naturaleza granular, lo que permitió disminuir la cantidad de ensayos en función al número de días realizados.
- c. El módulo ELWD es un valor matemático obtenido a partir de las deflexiones y fuerza marcada por el equipo en cada golpe generado en el suelo a partir de una altura definida. Para encontrar los valores correctos de deflexión, se recurre al promedio de tres medidas de deflexión sobre la misma muestra en estudio. De esta forma, Nazzal (2003) verificó que la toma correcta de datos consiste en la medida de seis mediciones continuas; de esta, las tres primeras sirven solo como medidas de estabilidad del suelo y las tres siguientes son las medidas de deflexión verdaderas, las que serán consideradas para el cálculo del módulo del ELWD. En esta investigación, se demostró que, hacia las primeras tres deflexiones del suelo, se obtuvo un coeficiente de variación mayor al 10 %; mientras, hacia las tres últimas, un coeficiente de variación menor al 10 %, ratificando lo estudiado por Nazzal (2003).
- d. La densidad de un material define la calidad del material dispuesto como capa estructural en las obras viales; ya que esta permite tener el supuesto de que, al llegar a la máxima densidad seca ya establecida durante el ensayo de Proctor modificado, se igualan las condiciones del material remoldado para realizar el ensayo de CBR y, mediante esta, obtener un valor de soporte referencial y así se garantice la capacidad de soporte o los términos de diseño de un pavimento. Es así que, durante esta investigación, se planificó obtener la mayor variabilidad de densidades en los moldes de CBR. Esto se logró a través de la variación del número de golpes por capa en cada molde. Los resultados fueron los esperados, ya que se obtuvieron densidades secas que permitieron una mejor distribución de los puntos de información en la elaboración de las diferentes presentadas.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Los resultados obtenidos con el equipo del LWD no pueden ser utilizados para predecir la capacidad de soporte CBR de laboratorio con la misma confiabilidad con las que se utilizan los resultados del ensayo de capacidad de soporte CBR en laboratorio. A partir de la curva de dispersión del módulo del ELWD versus la capacidad de soporte CBR, se buscó un modelo matemático que se ajuste a la serie de datos pertinentes en esta investigación con el programa Minitab. De este análisis, el modelo de regresión puede explicar, en un 21.64 %, los resultados de la capacidad de soporte CBR y un R2 ajustado de 17.62 %. Estos parámetros permiten concluir en que no se puede predecir la capacidad de soporte CBR para un valor del módulo ELWD a partir de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano para la población de suelos granulares de subbase.
2. A partir del objetivo planteado de encontrar una ecuación que permita la obtención de un modelo matemático que se ajuste a la correlación del ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) y el ensayo de capacidad de soporte CBR en laboratorio, se utilizó muestras de cinco canteras certificadas como material granular de subbase. A partir de ellas, se realizaron análisis individuales hacia cada cantera. Para estas se concluye en lo siguiente:
 - 2.1 La cantera Pallcca es clasificada con una gradación A, correspondiente al huso granulométrico según las especificaciones de la EG-2013. Para este análisis, el modelo de regresión puede explicar en un 85.55 % los resultados de la capacidad de soporte CBR y un R2 ajustado de 82.34 %. Estos parámetros permiten concluir en que se puede predecir la capacidad de soporte CBR para un valor del módulo ELWD a partir de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) para la cantera Pallcca. El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por: $Y = -0.01088X^2 + 4.128X - 120.92$.
 - 2.2 La cantera La Moderna es clasificada con una gradación B, correspondiente al huso granulométrico según las especificaciones de la EG-2013. Para este análisis, el modelo de regresión puede explicar en un 69.17 % los resultados de la capacidad de soporte CBR y un R2 ajustado de 62.32 %. Estos parámetros permiten concluir en que esta cantera podría merecer una exploración de investigación adicional para poder predecir la capacidad de soporte CBR para un valor del módulo ELWD a partir de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) para la cantera La Moderna. El

modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por:
 $Y=0.4074X^2-45.86X+1316$

- 2.3 La cantera Chillico es clasificada con una gradación B, correspondiente al huso granulométrico según las especificaciones de la EG-2013. Para este análisis, el modelo de regresión puede explicar en un 71.94 % los resultados de la capacidad de soporte CBR y un R2 ajustado de 53.23 %. Estos parámetros permiten concluir en que se puede predecir la capacidad de soporte CBR para un valor del módulo ELWD a partir de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) para a cantera Chillico. El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por: $Y=1.8158X^2-186.8X+4831.6$
- 2.4 La cantera Mollepata es clasificada con una gradación D, correspondiente al huso granulométrico según las especificaciones de la EG-2013. Para este análisis, el modelo de regresión puede explicar en un 40.26 % los resultados de la capacidad de soporte CBR y un R2 ajustado de 36.57 %. Estos parámetros permiten concluir en que no se puede predecir la capacidad de soporte CBR para un valor del módulo ELWD a partir de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) para a cantera Mollepata. El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por: $Y=4.401X-141.3$
- 2.5 La cantera Sanchezpampa es clasificada con una gradación A, correspondiente al huso granulométrico según las especificaciones de la EG-2013. Para este análisis, el modelo de regresión puede explicar en un 84.68 % los resultados de la capacidad de soporte CBR y un R2 ajustado de 80.84 %. Estos parámetros permiten concluir en que se puede predecir la capacidad de soporte CBR para un valor del módulo ELWD a partir de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) para a cantera Sanchezpampa. El modelo matemático que mejor predice el comportamiento de la curva viene dado por: $Y=9.705X-424.4$.

A partir de estos resultados individuales de cada cantera en estudio, se demostró un coeficiente de determinación R2 estadístico aceptable o capaz de predecir la capacidad de soporte CBR para un valor del módulo ELWD a partir de ensayos con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD), a excepción de la cantera de Mollepata. Estos resultados permiten concluir en la importancia de la influencia significativa de la variación por husos granulométricos en la correlación de los resultados.

3. Según los resultados expuestos para todas las canteras, la cantidad de humedad del suelo, con diferentes días de inmersión de los moldes de CBR en pozas con agua, no genera

mucha variabilidad de contenido de agua, esto debido a la naturaleza granular de los suelos de subbase.

4. Se verificó lo estudiado por Nazzal (2003) acerca de la correcta toma de lectura de las deflexiones a través de seis mediciones, separando las tres primeras como medidas de estabilidad del suelo y las tres siguientes como medidas de deflexión verdaderas para el cálculo del módulo del ELWD. La aceptación de estas tres mediciones últimas se verificó bajo el criterio del coeficiente de variación (CV), el que deberá ser menor al 10 %. Así, se ratificó este enunciado a través de los resultados demostrados en esta investigación, viéndose que las primeras tres lecturas de deflexión corresponden a datos muy dispersos y variables que no cumplen con el criterio de coeficiente de variación; sin embargo, las tres mediciones siguientes sí cumplen con dicho criterio. Así, se ratifica lo estudiado por Nazzal.
5. El comportamiento del módulo de ELWD se ve directamente influenciado por la densificación del material, haciendo de esta una relación directamente proporcional; es decir, a mayor densidad tenga el material de ensayo, mayor será el módulo del ELWD.
6. Según los resultados obtenidos a partir del ensayo con el equipo del deflectómetro de impacto liviano (LWD) en los moldes de CBR, los suelos granulares del tipo subbase presentan un valor promedio de 53 MPa, con un rango de ± 15 MPa.
7. Los resultados de la correlación de esta investigación no pueden ser usados como una alternativa de comprobación de la calidad de capacidad de soporte de capas estructurales de tipo subbase.

5.2 Recomendaciones

1. Los resultados de esta investigación demuestran que existe una correlación entre el módulo ELWD y la capacidad de soporte de un suelo si se analizan los suelos individualmente o un solo tipo de huso granulométrico. Se recomienda realizar mayores investigaciones enfocadas en materiales de préstamo del tipo subbase, base, afirmados de forma individual y clasificándolos por husos granulométricos, para obtener correlaciones precisas.
2. Los resultados demuestran que es posible que se desarrolle una nueva alternativa de control de calidad a las capas estructurales de las obras viales a través del módulo del ELWD, correlacionándolo con la capacidad de soporte CBR en laboratorio, bajo una campaña de investigación previa que permita realizar ensayos al tipo de suelo proyectado para cada obra, generando una correlación individual y enfocada en un solo tipo de suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFSHARIKIA, Z. *Modulus based compaction quality assurance for unbound granular material*. University of Maryland. 2019.
- AFSHARIKIA, Z. y KHOSRAVIFAR, S. *Standardizing lightweight deflectometer modulus measurements for compaction quality assurance*. University Of Maryland College Park. 2017.
- AFSHARIKIA, Z. *Modulus Based Compaction QC/QA Using LWD*. University Of Maryland College Park. 2018.
- ARRIOLA , M. D. y FARIAS, J. E.. *Propuesta metodológica para verificación del grado de compactación de suelos con un deflectómetro de impacto liviano (LWD)*. Universidad San Ignacio de Loyola. 2020
- BERROCAL, C. N. *Comparación del control de grado de compactación In situ, utilizando el Deflectómetro de peso liviano (LWD) comparado a los resultados del método nuclear y método del cono de arena para un tramo del proyecto Tocache – Juanjuí en la región de San Martrin*. Universidad Continental. 2019.
- BOWLES, J. *Manual de laboratorio de suelos en ingeniería civ*. Bogota: McGraw Hill. 1980
- BRAJA. M. DAS. *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. California State University, Sacramento. Thomson Editores S.A. 2001.
- BOHORQUEZ, H., LEAL, I. y TORRES, S. *Instructivo técnico para la operación, evaluación, diagnóstico y diseño de rehabilitación de pavimentos flexibles a través del análisis de medidas de deflexión con dispositivo de carga estática no continua viga Benkelman*. Universidad Cooperativa de Colombia Facultad De Ingenierías Programa De Ingeniería Civil Villavicencio. 2014.
- DARWISH. M. *Field evaluation of in-situ test technology for QC/ QA during construction of pavement layers and embankments*. Louisiana State University. 2003.
- ESCOBAR, K., GARCIA, A. y GUZMÁN, C. *Análisis comparativo de la evaluación de pavimentos por medio de la viga Benkelman y el Deflectómetro de impacto (falling weight deflectometer, FWD)*. Universidad de el Salvador. 2007.
- FLEMING, P., FROST, M. y LAMBERT, J. *In situ assessment of stiffness modulus for highway foundatoins during construccin*. Loughborough University. 2006.
- FLEMING, P., FROST, M. y LAMBERT, J. *A review of the lightweight deflectometer (LWD) for routine insitu assessment of pavement material stiffness*. Loghborough University. 2019.
- GMBH, T. *Manual de instrucciones de la placa de carga dinámica T' terratest 4000 Y 5000 USB 'B'*. s.f.

- GUILLÉN, R. *Metodología y aplicación del retrocálculo del deflectómetro de impacto (fwd) en pavimentos flexibles, caso práctico: carretera Abanca y- Chalhuanca*. Universidad Nacional de Ingeniería. 2009
- HERNANDEZ, R. *Metodología de la investigación*. Mexico: McGraw Hill. 2014.
- HIGUERA, C. H. *Caracterización de la resistencia de la subrasante con la información del deflectómetro de impacto*. Revista Facultad de Ingeniería, UPTC. 2010
- JIMENEZ, M. *Comparación en campo con deflectómetro liviano en la evaluación de rigidez in situ usado en el control de compactación*. Universidad de Piura. 2017.
- LAURENTE, P. *Herramienta de cálculo para retrocálculo de módulos y diseño de sobrecapas asfálticas de pavimentos flexibles en Costa Rica*. Universidad de Costa Rica. 2017.
- LÓPEZ, S. *Comparación de los ensayos de penetrómetro de cono dinámico de energía variable PANDA® ensayo de placa de carga estática y dinámica*. École des Ponts ParisTech. 2019.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de carreteras*. En especificaciones técnicas generales para la construcción eg-2013. Lima. 2013
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de ensayos de materiales*. En *MTC E 132 CBR* en suelos (laboratorio). Lima. 2017.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Informe final del estudio de suelos, canteras y diseño de pavimentos tramo*. Lima. 2016.
- NOGUEIRA, T. *Estudo comparativo do cbr "in situ" y LWD para determinação da capacidade de suporte de subleitos*. Universidad Federal de Campina Grande. 2017.
- OSORIO, A. *Metodología de evaluación in-situ de la capacidad de soporte de bases y subbases granulares de pavimentos flexibles con el deflectómetro de impacto liviano*. Pontificia Universidad Católica de Chile. 2008.
- PÉREZ, A., GARNICA, P. GÓMEZ, J. y MARTINEZ, G. *Uso y calibración de deflectómetros de impacto en la evaluación estructural de pavimentos*. Secretaría de Comunicaciones y Transportes Instituto Mexicano del Transporte. 2004.
- PRAKASHKUMAR, M. y RAKESH, k. (9 de septiembre de 2019). *Correlative Study of LWD, DCP and CBR for sub-grade*. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), Volume 67.
- QUÍÑÓNEZ, D. *Uso del Deflectómetro de impacto liviano (lwd), para la aplicación del retrocálculo en carreteras no asfaltadas, caso práctico: proyecto regional Cuzco*. Universidad Nacional de Ingeniería. 2015.
- RAMOS, W. *Evaluación del estado del pavimento por deflectometría e índice de rugosidad internacional de la carretera: Puno – Vilque – Mañazo - 4 km críticos - 2015*. Universidad Nacional del Altiplano. 2017.

- RIVERA, J., ALDERETE, N., BRIZUELA, L. y VILLANUEVA, M. *Diseño de pavimentos urbanos por retrocálculo según guía Aashto 93 mediante la utilización del deflectómetro liviano de impacto*. LEMaC Centro de Investigaciones Viales. Universidad Tecnológica Nacional. La Plata-Argentina. 2013.
- SALAMANCA, E. *Curvas de calibración para el control de la calidad de compactación usando el equipo LWD en capas granulares en un proyecto de infraestructura vial*. Pontificia Universidad Javeriana. 2020.
- SANTIAGO, E., GARCIA, J. y GONZALES, P. *Comparación de diferentes métodos de control de compactación del subbalasto*. Laboratorio de Geotecnia del CEDEX, Madrid, España. 2011.
- Secretaría de Comunicaciones y Transporte. *EP-04 Especificación particular para uniformizar el uso del equipo de Deflectómetro de Impacto Liviano LWD tanto en campo como en laboratorio, como herramienta para el control de la compactación*. Dirección General De Servicios Técnicos. 2020.
- SUNNY, G., VINOD, A. y RAKECH, Y. *Comparative studies of lightweight deflectometer and bekelman beam deflectometer in low volume roads*. ScienceDirect, 10. 2016.
- TERRATEST 9000 LWD. *Terratest 9000 LWD*. Obtenido de Terratest 9000 LWD: <https://terratest-lwd.com/es/#top>. s.f.
- UMASHANKAR, B., HARIPRASAD, C. THEJESH, K. *Compaction Quality Control of Pavement Layers Using LWD*. Journal of material in civil engineering. 2015.

ANEXO

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DISEÑO METODOLOGICO	POBLACION Y MUESTRA
<p>GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Se podrá establecer una correlación para poder conocer el valor de la capacidad de soporte CBR de suelos granulares tipo sub base a partir de ensayos con el equipo del Deflectómetro de Impacto Liviano LWD? <p>ESPECIFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Existirá un modelo matemático que se ajuste adecuadamente y que permita predecir la Relación de Soporte de California CBR a partir de ensayos con el Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD)? ¿Cuál será la variabilidad del módulo de rigidez ELWD del ensayo Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD) y los valores de Relación de Soporte de California (CBR) en relación a la variación de contenido de humedad? ¿Se podrá establecer una nueva alternativa de control de calidad en la capa estructural de sub base? 	<p>GENERAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la correlación del ensayo Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD) y el ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) para suelos granulares de sub base. <p>ESPECIFICOS:</p> <ul style="list-style-type: none"> Valorar si existe correlación con los resultados obtenidos del ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) y Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD) Hallar un factor de corrección de humedad que permita simular las condiciones de ensayos del Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD) y los valores del CBR en laboratorio. Proponer una alternativa para el control de calidad en el cumplimiento de especificaciones de resistencia a la capacidad de carga de suelos CBR en suelos granulares de sub base basado en ensayos con el equipo del Deflectómetro de Impacto Liviano LWD. 	<p>HIPOTESIS PRINCIPAL:</p> <p>Es posible establecer una correlación que permita evaluar la resistencia a corte o a la penetración de las capas granulares de sub base a través de una ecuación que correlacione el ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) con el ensayo del Deflectómetro de Impacto Liviano LWD .</p> <p>HIPOTESIS SECUNDARIAS:</p> <p>Es posible valorar si existe una correlación entre los resultados obtenidos del ensayo de Relación de Soporte de California (CBR) y Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD)</p> <p>Es posible hallar un factor de corrección de humedad que permita simular las condiciones de ensayos del Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD) y los valores del CBR en laboratorio.</p> <p>Es posible obtener una alternativa para el control de calidad en el cumplimiento de especificaciones de resistencia a la capacidad de carga de suelos CBR en suelos granulares de sub base basado en ensayos con el equipo del Deflectómetro de Impacto Liviano LWD.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Deflectómetro de Impacto Liviano (LWD) <p>VARIABLE DEPENDIENTE:</p> <ul style="list-style-type: none"> Relación de Soporte de California (CBR) para suelos a nivel de sub base. 	<p>Método : Deductivo</p> <p>Orientación; Aplicada</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Tipo: Correlacional</p> <p>Alcance: Correlacional - Explicatoria</p> <p>Diseño: No Experimental</p>	<p>POBLACIÓN:</p> <p>Suelos granulares certificados como material del tipo sub base.</p> <p>MUESTRA:</p> <p>Se realizaran ensayos en 05 canteras certificadas como material granular de tipo sub base, de las que se realizaran 14 ensayos de Relación de Soporte de California CBR que conforman un total de 42 moldes de CBR y 42 Deflectómetro de Impacto Liviano LWD.</p>


Anexo 2. Operacionalización de las variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	ESCALA
Variable Independiente	Relación de Soporte de California (CBR) para suelos a nivel de sub base	Ensayo que permite caracterizar el comportamiento mecánico a través de la medición de la capacidad de soporte a cargas de penetración de suelos compactados.	Ensayo que permite obtener un parámetro del suelo que cuantifica su capacidad resistente como subrasante, sub base y base en el diseño de pavimentos. Para la presente tesis se analizaran los suelos tipo sub base	Remoldeo en condiciones óptimas del suelo	Máxima densidad seca del suelo	Densidad (g/cm ³)	Numérica
					Humedad Optima	Porcentaje (%)	De razón a proporción
				Caracterización físico mecánica del suelo	Granulometría de suelo	Porcentaje de tamaño de partículas contenidas (%)	De razón a proporción
					Límites de atterberg	Porcentaje de humedad(%)	De razón a proporción
				Clasificación de suelo	SUCCS - AASTHO	-	

Anexo 3. Ensayos de certificación de materiales de subbase



RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma / MTC	Requerimiento EG-2013 MTC		: CANTERA PALLCCA: MATERIAL PROPORCIONADO	Observación
		< 3000 mm/m	> 3000 mm/m		
Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	ASTM D6913 M 17	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION A	CUMPLE > 3000mm CUMPLE < 3000mm
Límite Líquido	ASTM D4318-17	25% máx.		24.3%	CUMPLE
Índice de Plasticidad	ASTM D4318-17	6% máx.	4% máx.	5.4%	CUMPLE < 3000mm NO CUMPLE > 3000mm
Abrasión Los Angeles	MTC E 207	50 % máx.		22%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		43.5%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			NO CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.		27%	CUMPLE < 3000mm
			35% mín.		NO CUMPLE > 3000mm
Saltes Solubles	MTC E 219	1% máx.		0.024%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		4.0%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (Intr3)	MTC E 115	2.01			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	11.3%	Rango : (9.8% - 12.8%)		

 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block; color: red; font-size: small;"> Ensayo en implementación para Acreditación según la NTP ISO/IEC 17025 </div>	Laboratorio	Código: INF-LAB-002
	INFORME	Versión: 00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ASTM D4318-17	Fecha: 2021-02-23
		Página 1 de 1

Ensayo para Determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA **Lugar** : PALLCCA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración** : CANTERA PALLCCA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel** : MATERIAL PROPORCIONADO
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte** : ENERO DEL 2022

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-LIM **Fecha de recepción**: 2021-12-20
Lugar de ensayo (área): Laboratorio INGEOTECON área de límites **Fecha de ensayo**: 2021-12-20
Procedimiento de ensayo: Método para Límite Líquido: A (Múltipunto) **Método para LP** : Aparato de enrollamiento
Temperatura ambiente LL / LP (°C): 24.6/25.6 **Humedad relativa del ambiente LL / LP (%)**: 35/32

DE LA MUESTRA

Descripción tipo y condición de la muestra: Muestra alterada en bolsas MAB
Muestra remitida por cliente: Externo **Porcentaje aproximado retenido en la malla No. 40**: 92%
Preparación de especímenes de ensayo: SECO AL HORNO < 60 °C **Remoción de lentes de arena**: NO

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

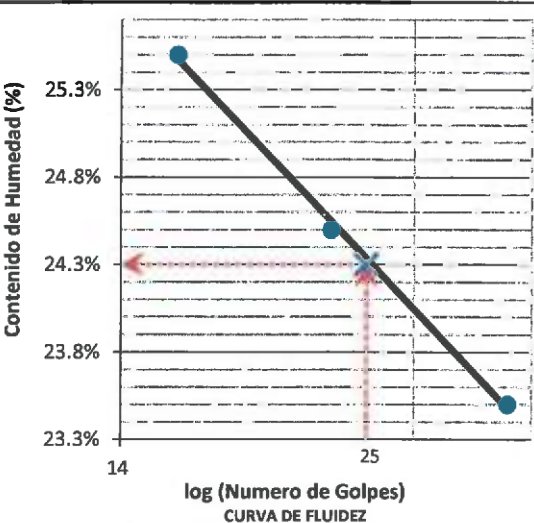
Temperatura de secado: *Horno a 110 ± 5 °C*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 01	ENSAYO 02	LIMITE PLÁSTICO = 18.9%
MASA DEL SUELO HÚMEDO	g	8.82	8.57	
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	1.39	1.37	
MASA SECA DE LA MUESTRA	g	7.43	7.20	
HUMEDAD	%	18.7%	19.0%	

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
NUMERO DE GOLPES	golpes	35	23	16	
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	2.810	2.600	2.510	
MASA SECA DE LA MUESTRA	g	11.960	10.610	9.860	
HUMEDAD	%	23.5%	24.5%	25.5%	

LIMITE LIQUIDO = 24.3%



DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO
ÍNDICE PLÁSTICO IP = LL-LP = 5.4%



INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

Trazabilidad de equipos: Balanza: BLZ-016, Horno de Secado: HRN-001, Dispositivo de Límite Líquido: CCG-001, Aparato de Enrollamiento: EPL-001

 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block; font-size: 8px;"> Estado no implementado para Acreditación según NTP 600/16.37015 </div>	Laboratorio INFORME Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17	Código: INF-LAB-003 Versión: 00 Fecha: 2021-02-23 Pagina 1 de 2	
	Ensayo para determinar la Gradación de Partículas de Suelos mediante Análisis del Tamizado		
	Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"	Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA	Lugar : PALLCCA
	Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002	Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE	Exploración : CANTERA PALLCCA
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE	Estrato / Nivel : MATERIAL PROPORCIONA	Fecha Reporte : ENERO DEL 2022	

INFORMACIÓN DEL ENSAYO		
Código del ensayo :	101-Gran	Fecha de recepción de muestra: 2021-12-20
Lugar de ensayo (área):	Laboratorio INGEOTECON área de límites	Fecha de inicio de ensayo: 2021-09-25
Preparación de especímenes de ensayo:	Seco al Horno	Método de ensayo: B (Reportar al 0,1%)
Uso de dispersante para lavado:	NO	Uso de equipo Agitador: SI
Temperatura Ambiente / Humedad Relativa Tamizado:	20.8 °C / 38 %	Tipo de Tamizado : Simple

DE LA MUESTRA		
Ensayos previos de la muestra:	NINGUNO	Material excluido o zarandeado: -,-
Clasificación vis. (Nombre y Símbolo):	GW-GC (GRAVA BIEN GRADUADA CON ARCILLA LIMOSAM. vis. muestra: 2 in.	

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA								
Tipo de Tamizado		Compuesto 1ra sep.	Compuesto 2da sep.	Simple	Control de pérdidas en el lavado (Comp.)			
Tamiz de separación					1ra Sep.	2da Sep.	Simple	
Masa húmeda de la fracción retenida (g)		-	-	/	-	-	--	
Masa húmeda de la fracción pasante (g)		-	-		-	-	--	
Humedad de la fracción retenida (%)		-	-		Control de pérdidas en el tamizado			
Humedad de la fracción pasante (%)		-	-		-	-	0.00	
Masa húmeda espécimen de ensayo (g)		-	-	4,792.8	-	-	OK	
Masa seca del espécimen de ensayo (g)		-	-	4,694.8	Control en el tamizado separador			
Masa seca lavada espécimen ensayo (g)		-	-	4,438.0	-	-	--	
Masa Total del ensayo (g)				4,694.8	-	-	--	
Designación Tamiz (E11)	Abertura (mm)	Masas retenidas (g)			Factor de Tamizado	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
		Tamizado FG 1ra Sep.	Tamizado FG 2da Sep.	Tamizado FF / Tamizado				
3 in.	75.00	-	-	-	0.021300	-	-	100
2 in.	50.00	-	-	-	0.021300	-	-	100
1 1/2 in.	37.50	-	-	336.0	0.021300	7.2	7.2	93
1 in.	25.00	-	-	473.9	0.021300	10.1	17.3	83
3/4 in.	19.00	-	-	229.3	0.021300	4.9	22.1	78
3/8 in.	9.50	-	-	1,380.5	0.021300	29.4	51.5	48
No. 4	4.750	-	-	754.1	0.021300	16.1	67.6	32
No. 10	2.000	-	-	650.0	0.021300	13.8	81.4	18.6
No. 20	0.850	-	-	358.4	0.021300	7.6	89.1	10.9
No. 40	0.425	-	-	130.9	0.021300	2.8	91.9	8.1
No. 60	0.250	-	-	23.7	0.021300	0.5	92.4	7.6
No. 100	0.150	-	-	23.0	0.021300	0.5	92.9	7.1
No. 140	0.106	-	-	45.8	0.021300	1.0	93.8	6.2
No. 200	0.075	-	-	23.8	0.021300	0.5	94.3	5.7
Fondo		-	-	9.0				



OBSERVACIONES


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET SUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202994

Trazabilidad de equipos: Tamiz Serie Fina:STF-001, Tamiz Serie Gruesa:STG-001, Balanza:BLZ-019/BLZ-018 , Horno de secado:HRN-002, Equipo de Agitación SF:TEG-001, Equipo de Agitación SG:-, Tamiz de Lavado:TON200-001, Equipo de Lavado:-

INGEOTECON E.I.R.L. dirección: A.H. Conadonga Mz P2 Lt 8 Ayacucho. Tel: 066 318525, cel 961372637, 989900609. Correo: ingeotecon.vportalq@gmail.com. Web: www.ingeotecon.com

 	Laboratorio	Código: INF-LAB-003
	INFORME	Versión: 00
	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17	Fecha: 2021-02-23
		Página 2 de 2
Ensayo para determinar la Gradacion de Partículas de Suelos mediante Análisis del Tamizado		

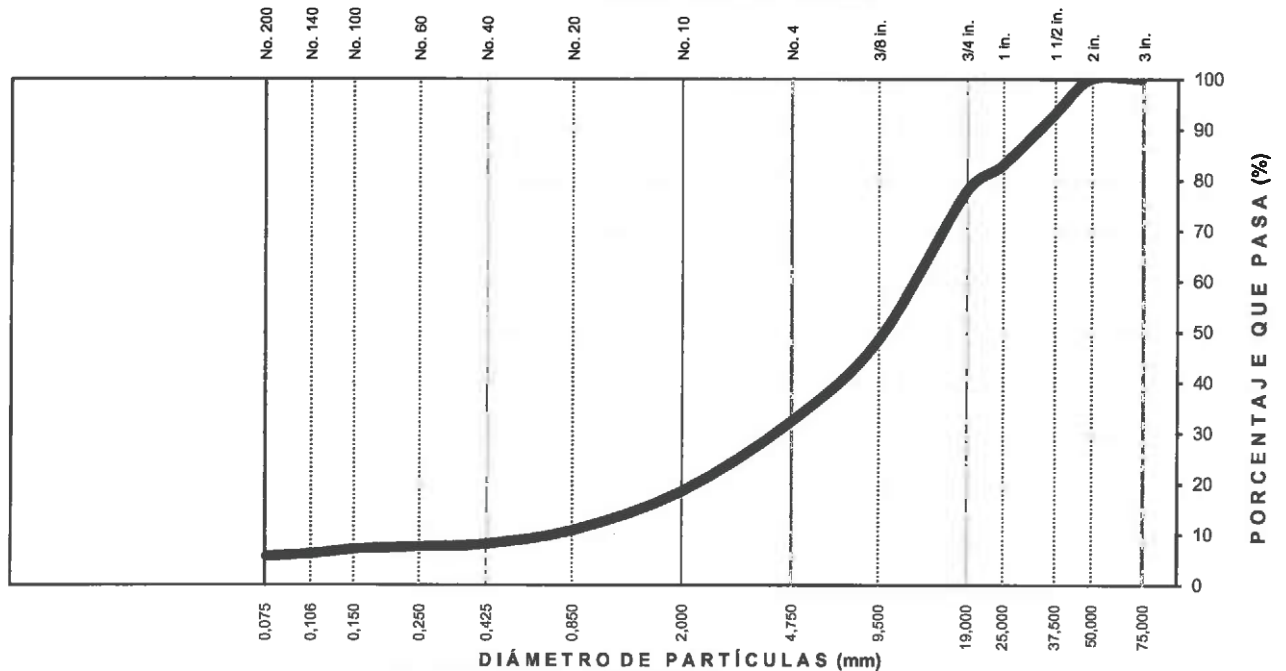
Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA **Lugar** : PALLCCA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración** : CANTERA PALLCCA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel** : MATERIAL PROPORCIONA
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte** : ENERO DEL 2022

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 101-Gran

GRAFICO DE RESULTADOS

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

VALORES DE RESULTADOS

% Grava = 67.6	$D_{10} = D_{e(mm)} = 0.7096$
% Grava gruesa = 22.1	$D_{30(mm)} = 4.2733$
% Grava fina = 45.5	$D_{60(mm)} = 13.2279$
% Arena = 26.7	$D_{15(mm)} = 1.4645$
% Arena gruesa = 13.8	$D_{50(mm)} = 9.9971$
% Arena media = 10.4	$D_{87(mm)} = 27.7866$
% Arena fina = 2.5	$Cu = 18.64$
% de Finos = 5.7	$Cc = 1.95$



INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 262912

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

Trazabilidad de equipos: Tamiz Serie Fina:STF-001, Tamiz Serie Gruesa:STG-001, Balanza:BLZ-019/BLZ-018, Horno de secado:HRN-002, Equipo de Agitación SF:TEG-001, Equipo de Agitación SG:.., Tamiz de Lavado:TON200-001, Equipo de Lavado:..

 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; font-size: 8px; color: red;"> Ensayo en implementación para Acreditación según la NFP ISO/IEC 17025 </div>	Laboratorio	Código: INF-LAB-004
	INFORME	Versión: 00
	Standard Practice for Classification of Soil for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purpceses ASTM D3282-15	Fecha: 2021-02-23
		Página 1 de 1
CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS) CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VIAS DE TRANSPORTE (AASHTO)		

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA **Lugar :** PALLCCA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración :** CANTERA PALLCCA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel :** MATERIAL PROPORCIONA
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte :** ENERO DEL 2022

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código de la Practica : 001-Clasif
Ensayos referencia y códigos: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ASTM D4318-17 - Informe Código: 001-LIM
 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17 - Informe Código: 101-Gran

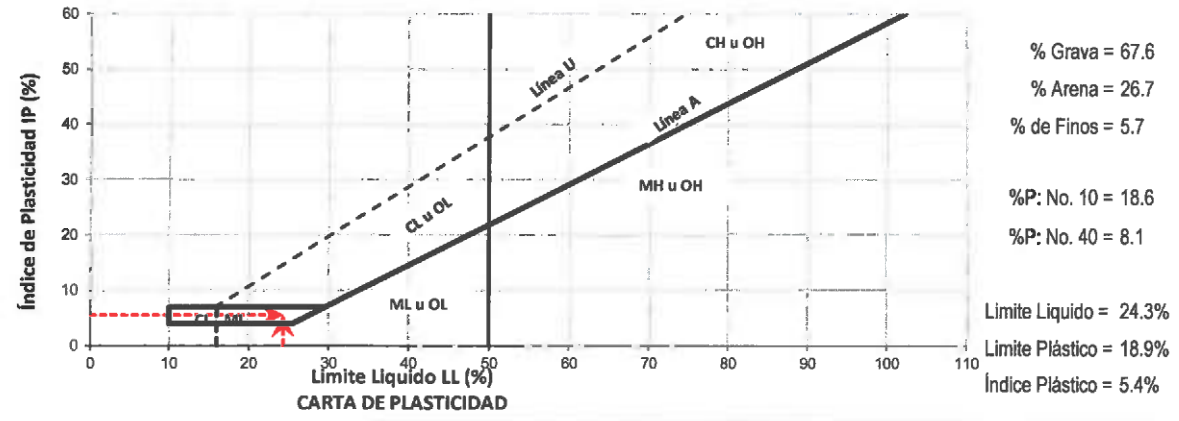
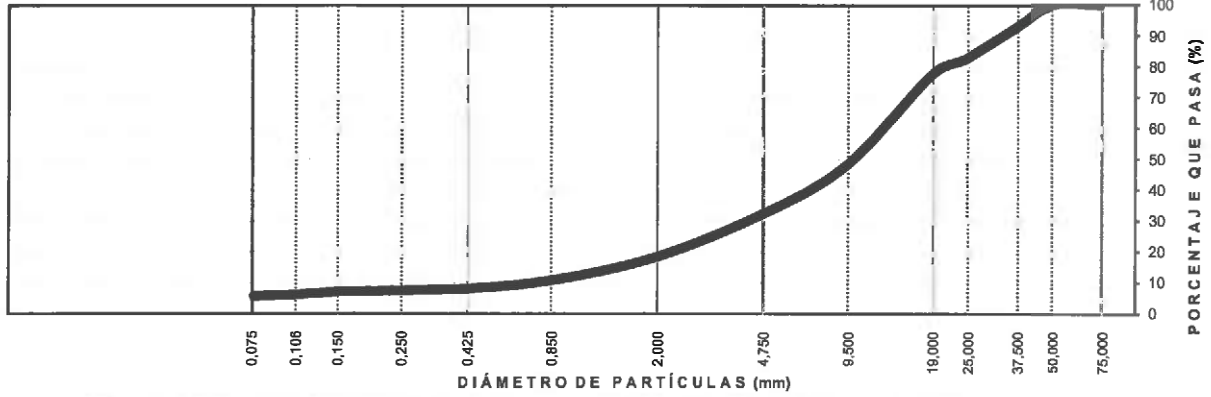
DE LA MUESTRA

Presenta Boleos (3"-12") y Bloques (>12"), proporción en volumen: Boleos %: No reportado por solicitante
 Bloques %: No reportado por solicitante

Nombre comercial o geológico: -

RESULTADOS DE ENSAYOS PRELIMINARES

CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA FRACCIÓN GRUESA



CLASIFICACION DE SUELOS DEL MATERIAL PASANTE LA MALLA 3 In.

Clasificación de suelos y mezclas de suelo-agregado para propósitos de construcción de vías (AASHTO) :

A-1-a (0) Fragmentos de Roca, Grava y Arena


Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS) :

GW-GC GRAVA BIEN GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA Condición de frontera: **No**

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El Informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

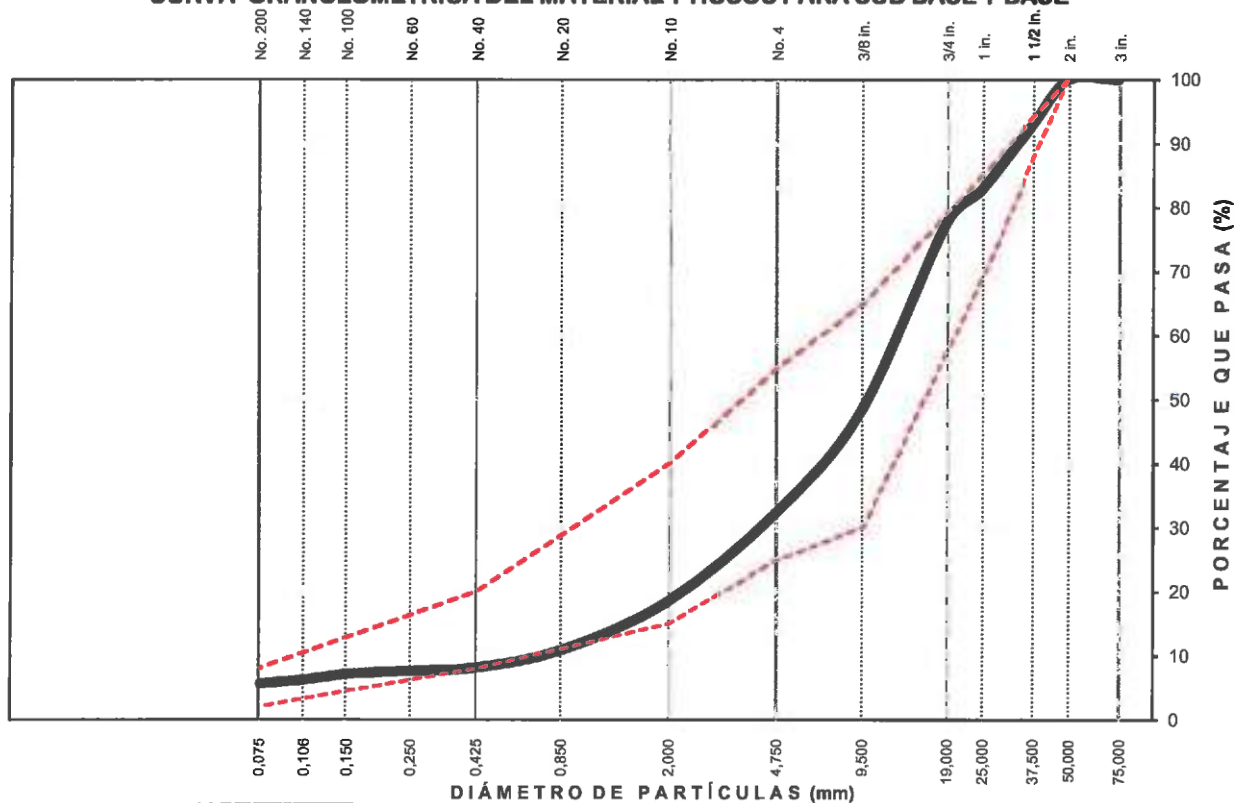

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

	Laboratorio	Código: INF-LAB-015
	HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MATERIAL DE SUB BASE Y BASE (MTC EG-2013)	Versión: 00
		Fecha: 2021-08-19
	Página 1 de 1	

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA Lugar : PALLCCA
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA PALLCCA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PROPORCIONAL
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : ENERO DEL 2022

CURVA GRANULOMÉTRICA DEL MATERIAL Y HUSOS PARA SUB BASE Y BASE




LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

GRADACION MAS CERCANA : **GRADACION A**

D (mm)	Tamiz	% Pasa	GRADACION A			GRADACION B			GRADACION C			GRADACION D		
			Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.		
50.000	2 in.	100	100	100	OK	100	100	OK	--	--	--	--	--	--
25.000	1 in.	83	--	--	--	75	95	OK	100	100	NO	100	100	NO
9.500	3/8 in.	48	30	65	OK	40	75	OK	50	85	NO	60	100	NO
4.750	No. 4	32	25	55	OK	30	60	OK	35	65	NO	50	85	NO
2.000	No. 10	18.6	15	40	OK	20	45	NO	25	50	NO	40	70	NO
0.425	No. 40	8.1	8	20	OK	15	30	NO	15	30	NO	25	45	NO
0.075	No. 200	5.7	2	8	OK	5	15	OK	5	15	OK	8	15	NO


INGEOTECON EIRL

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

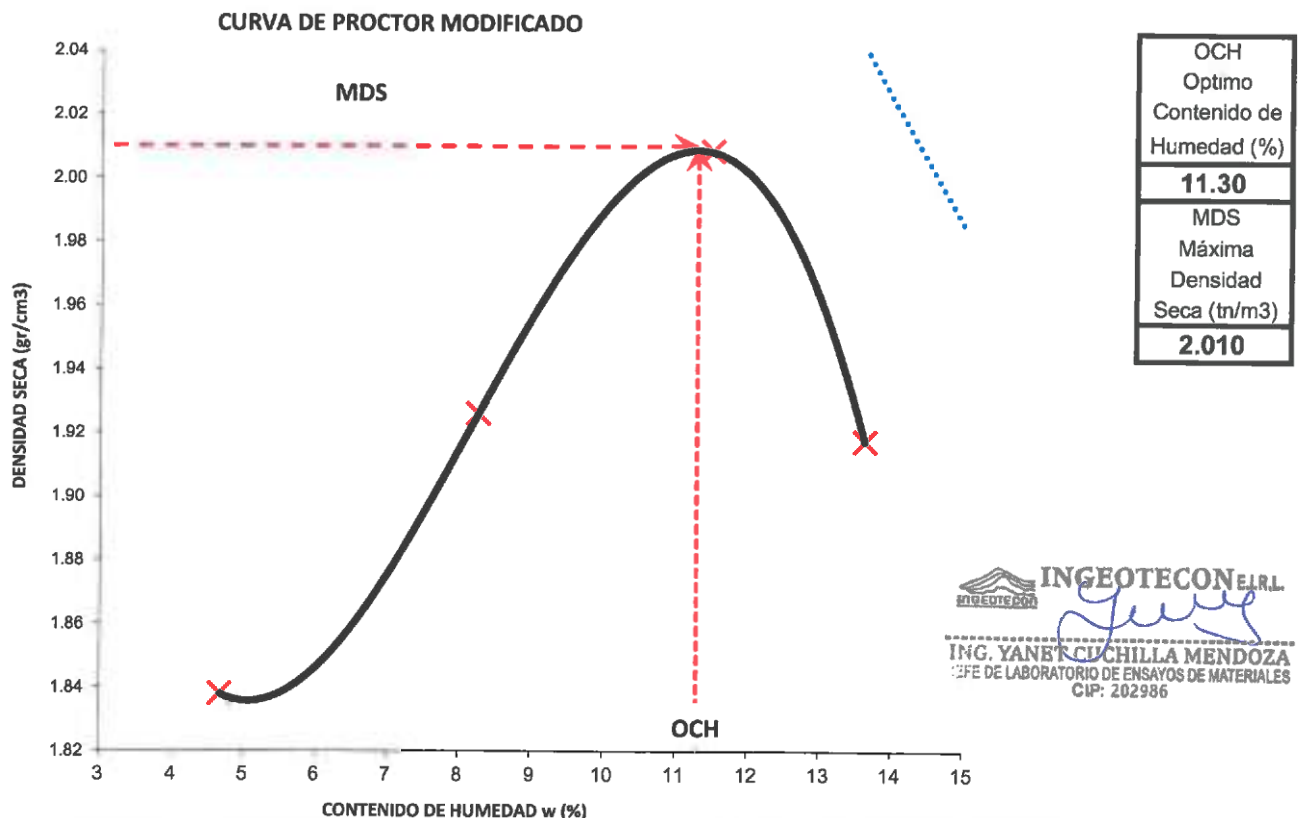
	Laboratorio	Código: INF-LAB-034
	INFORME COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO) (MTC E 115)	Versión: 00
		Fecha: 2021-08-19
		Página 1 de 1

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA **Lugar** : PALLCCA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración** : CANTERA PALLCCA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel** : MATERIAL PROPORCIONADO
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte** : ENERO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS (Muest Origin):	GW-GC GRAVA BIEN GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA	METODO C	
Clasificación AASHTO :	A-1-a (0)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 56
% Retenido acumulado malla No. 4 :	67.6	Material Pasante a usar PASA 3/4 in	
% Retenido acumulado malla 3/8 in :	51.5	Molde (Pulg) 6	Ident. Molde M3
% Retenido acumulado malla 3/4 in :	22.1	Masa Molde (g) : 6208.00	Vol.(cm3) : 2138.66


ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Masa del molde y muestra	g	10,323	10,668	10,997	10,868
Masa de la muestra compactada	g	4,115.0	4,460.0	4,789.0	4,660.0
Densidad húmeda	g/cm³	1.92	2.09	2.24	2.18
Densidad seca	g/cm³	1.84	1.93	2.01	1.92

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		195	27	20	21
Masa tarro + suelo húmedo	g	616.2	646.0	606.3	583.9
Masa de tarro + suelo seco	g	591.6	601.7	550.5	521.6
Masa del tarro	g	66.90	66.60	65.20	64.80
Masa del agua	g	24.60	44.30	55.80	62.30
Masa del suelo seco	g	524.70	535.10	485.30	456.80
Contenido de humedad	%	4.69	8.28	11.50	13.64




INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

	Laboratorio	Código: INF-LAB-038
	INFORME	Versión: 01
	CBR DE SUELOS - LABORATORIO	Fecha: 2021-08-19
	(MTC E 132)	Página 1 de 2

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA Lugar : PALLCCA
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA PALLCCA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PROPORCIONADO
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : ENERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE Nº	20			23			26		
CAPAS Nº	5			5			5		
GOLPES POR CAPA	56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
MASA MOLDE+S. HÚM. g	12,656			12,396			11,306		
MASA DEL MOLDE g	7,930.00			7,716.00			6,808.00		
MASA SUELO HÚM. g	4,726.00			4,680.00			4,498.00		
VOLUMEN DEL MOLDE cm³	2,106.41			2,115.93			2,118.38		
DENSIDAD HÚMEDA g/cm³	2.24			2.21			2.12		
DENSIDAD SECA g/cm³	2.02			1.99			1.91		
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		final	Humedad: Inicial		final	Humedad: Inicial		final
TARRO Nº Nro.	329	321	333	329	321	18	329	321	128
TARRO+SUELO HÚM. g	905.8	907.9	1,108.4	905.8	907.9	1,130.5	905.8	907.9	1,165.8
TARRO+SUELO SECO g	819.9	823.2	1,018.3	819.9	823.2	1,014.0	819.9	823.2	1,042.3
MASA DEL TARRO g	62.50	73.99	246.92	62.50	73.99	13.81	62.50	73.99	95.99
% DE HUMEDAD %	11.34	11.31	11.89	11.34	11.31	11.65	11.34	11.31	13.06
HUMEDAD %	11.32		11.69	11.32		11.65	11.32		13.06
ABSORCIÓN %	0.37			0.33			1.74		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		1.11	1.11	0.57	0.74	0.74	0.38	0.20	0.20	0.10
1.270	0.050		2.73	2.73	1.41	1.79	1.79	0.92	0.56	0.56	0.29
1.900	0.075		5.14	5.14	2.66	3.08	3.08	1.59	1.10	1.10	0.57
2.540	0.100	6.9	8.29	8.29	4.28	4.73	4.73	2.44	1.82	1.82	0.94
3.170	0.125		12.07	12.07	6.24	6.70	6.70	3.46	2.71	2.71	1.40
3.810	0.150		16.67	16.67	8.62	8.99	8.99	4.65	3.72	3.72	1.92
4.445	0.175		21.87	21.87	11.30	11.51	11.51	5.95	4.82	4.82	2.49
5.080	0.200	10.35	27.62	27.62	14.27	14.14	14.14	7.31	5.95	5.95	3.07
7.620	0.300		56.32	56.32	29.11	25.22	25.22	13.03	10.36	10.36	5.36


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

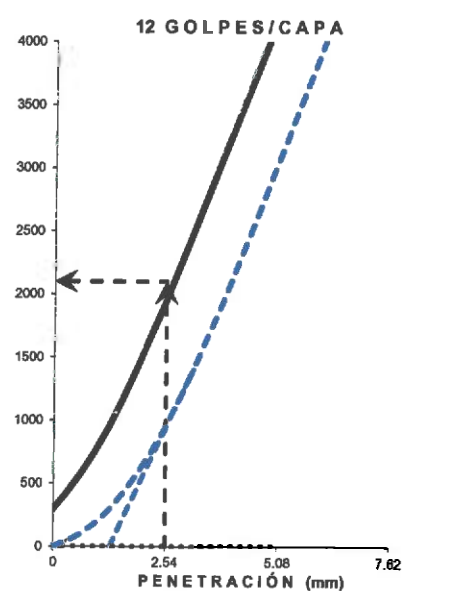
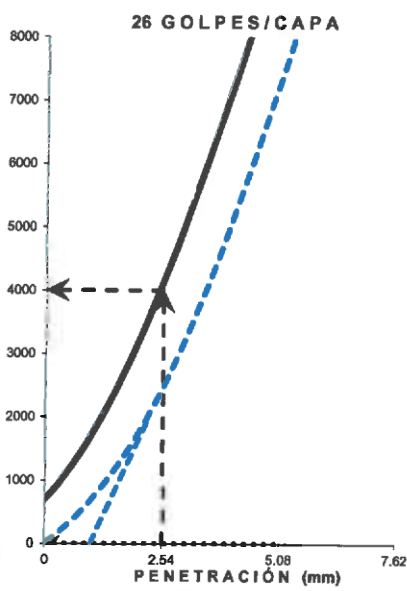
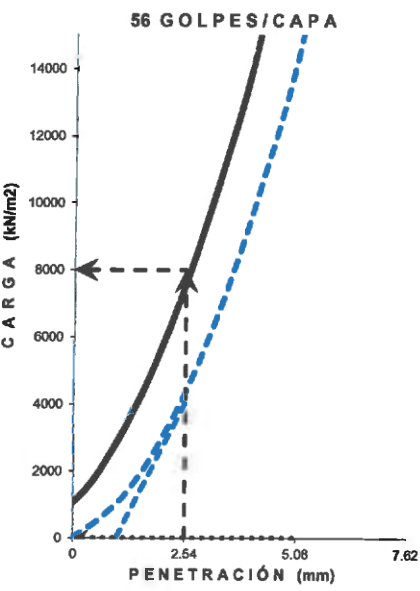
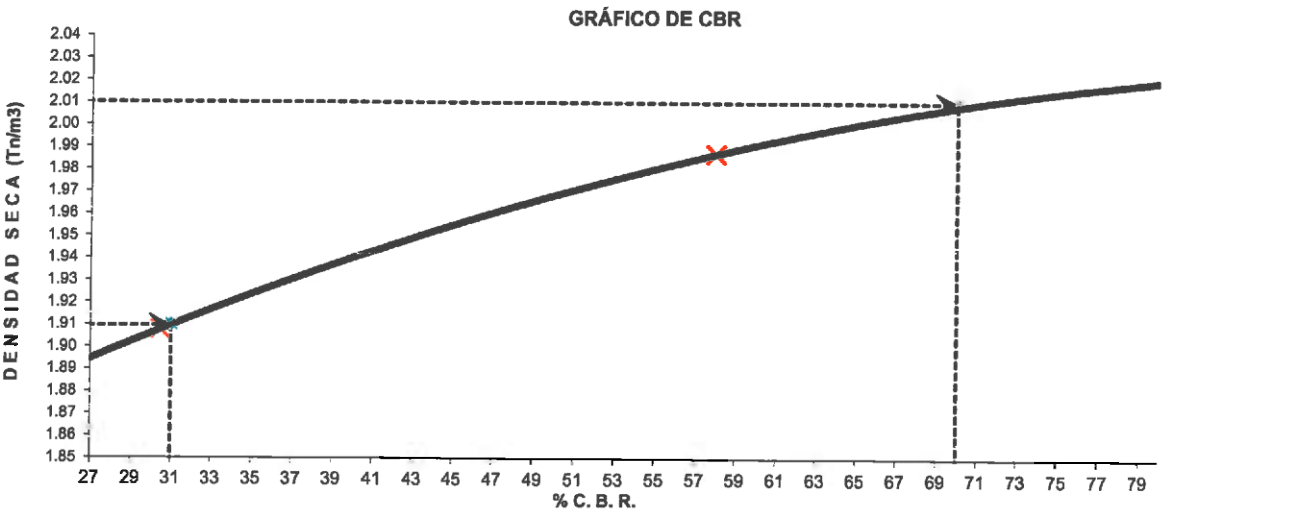
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA	Lugar : PALLCCA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002	Exploración : CANTERA PALLCCA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE	Estrato / Nivel : MATERIAL PROPORCIONADO
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE	Fecha Reporte : ENERO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS : GW-GC	GRAVA BIEN GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA	AASHTO : A-1-a (0)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) = 2.01		Optimo Contenido de Humedad OCH % = 11.30
% Grava = 67.6	% Arena = 26.7	% Finos = 5.7
Expansión % = 0.00%		Embebido (días) = 4.0
		IP % = 5.4%


RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1' DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 70.0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 31.0	CBR AL 90% MDS = --
----------------------------------	------------------------------------	---------------------




INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP. 202587

	Laboratorio	Código: INF-LAB-039
	INFORME ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELOS (NTP 339.152, 339.177, 339.178, 339.176)	Versión: 01
		Fecha: 2021-08-19
		Página 1 de 1

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA

Lugar : PALLCCA

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Exploración : CANTERA PALLCCA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Estrato / Nivel : MATERIAL PROPORCIONADO


Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Fecha Reporte : ENERO DEL 2022

ELEMENTO	SALES SOLUBLES TOTALES (ppm)	CLORUROS (ppm)	SULFATOS (ppm)	PH
NORMA DE REFERENCIA	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE SALES SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA. NTP 339.152:15	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE CLORUROS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA. NTP 339.177:15	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE SULFATOS SOLUBLES EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA. NTP 339.178:15	MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DEL VALOR DE Ph EN SUELOS Y AGUA SUBTERRÁNEA. NTP 339.176:15
VALORES OBTENIDOS	243.40	--	--	--
GRADO DE AFECTACION PARA EL CONCRETO	No perjudicial	--	--	Muy Alcalino
				No tomar medidas de protección


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 202986

	Laboratorio	Código: INF-LAB-045
	INFORME ABRASIÓN LOS ÁNGELES (L.A.) AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS MENORES DE 37,5mm (1 1/2") (MTC E 207)	Versión: 00
		Fecha: 2021-08-19
		Página 1 de 1

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA

Lugar : PALLCCA

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Exploración : CANTERA PALLCCA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Estrato / Nivel : MATERIAL PROPORCIONADO

Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE


Fecha Reporte : ENERO DEL 2022

Granulometría de la muestra del agregado para ensayo							
Pasa Tamiz		Retenido Tamiz		A (12 esf) Masa (g)	B (11 esf) Masa (g)	C (8 esf) Masa (g)	D (6 esf) Masa (g)
1 1/2 in.	37.5mm	1 in.	25mm	1251.0			
1 in.	25mm	3/4 in.	19mm	1249.0			
3/4 in.	19mm	1/2 in.	12.5mm	1248.0			
1/2 in.	12.5mm	3/8 in.	9.5mm	1247.0			
3/8 in.	9.5mm	1/4 in.	6.3mm				
1/4 in.	6.3mm	No. 4	4.75mm				
No. 4	4.75mm	No. 8	2.36mm				
TOTAL (gramos)				4,995.00	-	-	-

Muestra después del ensayo (500 revoluciones)	
Peso de la muestra después del ensayo =	3,880.0
% de Desgaste	22


INGEOTECON S.R.L.

ING. YANET COCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

	Laboratorio	Código: INF-LAB-050
	INFORME	Versión: 00
	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS (MTC E 223)	Fecha: 2021-08-19
		Página 1 de 1

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA Lugar : PALLCCA
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA PALLCCA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PROPORCI
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : ENERO DEL 2022


Fracción			Planas				Alargadas			
			Relación: 1 a 3				Relación: 1 a 3			
Pasa	Retiene	Gradación original (%)	Masa Total de la fracción ensayada (g)	Masa de partículas Planas (g)	% Partículas Planas	% Partículas Planas Corregida	Masa Total de la fracción ensayada (g)	Masa de partículas Alargadas (g)	% Partículas Alargadas	% Partículas Alargadas Corregida
2 1/2 in.	2 in.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2 in.	1 1/2 in.	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 1/2 in.	1 in.	14.9	828.6	0.0	0.0	0.0	828.6	0.0	0.0	0.0
1 in.	3/4 in.	7.2	809.2	0.0	0.0	0.0	809.2	0.0	0.0	0.0
3/4 in.	1/2 in.	29.8	454.9	22.0	4.8	1.4	454.9	25.5	5.6	1.7
1/2 in.	3/8 in.	13.7	580.1	12.9	2.2	0.3	580.1	3.3	0.6	0.1
3/8 in.	1/4 in.	23.8	500.0	7.0	1.4	0.3	500.0	3.3	0.7	0.2
Sub Total:		100				2.1				1.9

Porcentaje de Planas y Alargadas

4.0 %


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

	Laboratorio	Código: INF-LAB-044
	INFORME MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO (MTC E 114)	Versión: 01
		Fecha: 2021-08-19
		Página 1 de 1

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA Lugar : PALLCCA
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA PALLCCA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PROPO
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : ENERO DEL 2022

Descripción		Ensayo N° 1	Ensayo N° 2
Nivel superior de la muestra total	mm	180.0	180.0
Nivel del disco en el dispositivo de lecturas	mm	305.0	307.0
Altura del disco en el dispositivo de lecturas	mm	256.53	256.53
Nivel superior de la arena	mm	48.47	50.47
Equivalente de arena	%	27	28
EQUIVALENTE DE ARENA		EA %	27

Suelo Poco Plastico y no heladizo


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

Trazabilidad de Equipos: Código de Equipo de Equivalente: AEA-001, Código de Agitador: AGI-001

RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)

Ensayo	Norma MTC	Requerimiento		: CANTERA CHILLICO	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Requerimiento Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	MTC E 107	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION B	CUMPLE
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		22%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		74.0%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx.		NP	CUMPLE
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx.		NP	CUMPLE < 3000msnm
			4% máx.		CUMPLE > 3000msnm
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.		39%	CUMPLE < 3000msnm
			35% mín.		CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0.053%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		2.5%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m ³)	MTC E 115	2.18			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	8.20%	Rango : (6.7% - 9.7%)		

Ensayo para Determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO Lugar : CHILLICO

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA CHILLICO

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : DICIEMBRE DEL 2021

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-LIM Fecha de recepción: 2021-08-07

Lugar de ensayo (área): Laboratorio INGEOTECON área de límites Fecha de ensayo: 2021-08-14

Procedimiento de ensayo: Método para Limite Liquido: A (Multipunto) Método para LP: Aparato de enrollamiento

Temperatura ambiente LL / LP (°C): 17.8/18.7 Humedad relativa del ambiente LL / LP (%): 53/51

DE LA MUESTRA

Descripción tipo y condición de la muestra: Muestra alterada en bolsas MAB

Muestra remitida por cliente: Interno Porcentaje aproximado retenido en la malla No. 40: 77%

Preparación de especímenes de ensayo SECO AL HORNO < 60 °C Remoción de lentes de arena: NO

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

Temperatura de secado: Horno a 110 ± 5 °C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 01	ENSAYO 02	LIMITE PLÁSTICO = NP
MASA DEL SUELO HÚMEDO	g			
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA	g			
MASA SECA DE LA MUESTRA	g			
HUMEDAD	%			

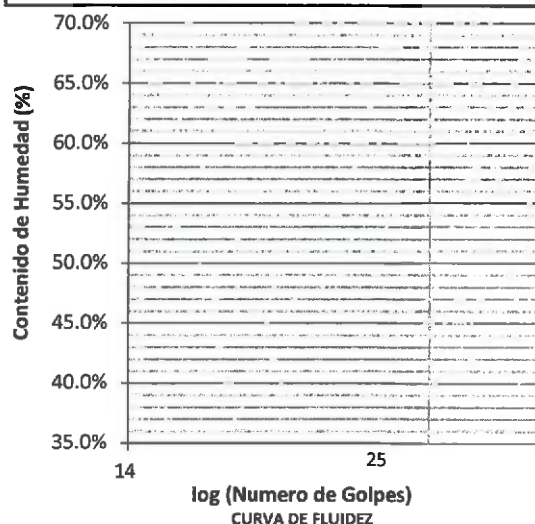
DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO		UNIPUNTO
NUMERO DE GOLPES	golpes			
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA	g			
MASA SECA DE LA MUESTRA	g			
HUMEDAD	%			

LIMITE LIQUIDO = NP

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO

ÍNDICE PLÁSTICO IP = LL-LP = NP




INGEOTECON E.I.R.L.
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 102984

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

Trazabilidad de equipos: Balanza: BLZ-016, Horno de Secado: HSE-001, Dispositivo de Limite Líquido: CCG-001, Aparato de Enrollamiento: ACN-002

 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;"> <small>Ensayo en cumplimiento para Acreditación según la NTP 80416.17-01</small> </div>	Laboratorio	Código: INF-LAB-003
	INFORME	Versión: 00
	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17	Fecha: 2021-02-23
		Página 1 de 2
Ensayo para determinar la Gradación de Partículas de Suelos mediante Análisis del Tamizado		

Proyecto : *CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE *
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO **Lugar** : CHILLICO
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración** : CANTERA CHILLICO
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel** : MATERIAL PRESTAMO
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte** : DICIEMBRE DEL 2021

INFORMACIÓN DEL ENSAYO		
Código del ensayo :	001-Gran	Fecha de recepción: 2021-08-07
Lugar de ensayo (área):	Laboratorio INGEOTECON área de límites	Fecha de ensayo: 2021-08-13
Preparación de especímenes de ensayo:	Seco al Horno	Método de ensayo: A (Reportar al 1%)
Uso de dispersante para lavado:	NO	Uso de equipo Agitador: NO
Temperatura Ambiente / Humedad Relativa Tamizado:	21.6 °C / 50 %	Tipo de Tamizado : Simple

DE LA MUESTRA		
Ensayos previos de la muestra:	NO	Material excluido o zarandeado: NINGUNO
Clasificación visual (Nombre y Símbolo):	GM (GRAVA LIMOSA CON ARENA)	T.M. visual muestra: 1 1/2 in.

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA								
Tipo de Tamizado		Compuesto 1ra sep.	Compuesto 2da sep.	Simple	Control de pérdidas en el lavado (Comp.)			
					1ra Sep.	2da Sep.	Simple	
Tamiz de separación								
Masa húmeda de la fracción retenida (g)		-	-	/	-	-	-	-
Masa húmeda de la fracción pasante (g)		-	-		-	-	-	-
Humedad de la fracción retenida (%)		-	-		Control de pérdidas en el tamizado			
Humedad de la fracción pasante (%)		-	-		-	-	-	-
Masa húmeda espécimen de ensayo (g)		-	-	3,805.7	-	-	-	-
Masa seca del espécimen de ensayo (g)		-	-	3,589.9	Control en el tamizado separador			
Masa seca lavada espécimen ensayo (g)		-	-	3,066.9	-	-	-	-
Masa Total del ensayo (g)				3,589.9	-	-	-	-
Designación Tamiz (E11)	Abertura (mm)	Masas retenidas (g)			Factor de Tamizado	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
		Tamizado FG 1ra Sep.	Tamizado FG 2da Sep.	Tamizado FF / Tamizado				
3 in.	75.00	-	-	-	0.027856	-	-	100
2 in.	50.00	-	-	-	0.027856	-	-	100
1 1/2 in.	37.50	-	-	-	0.027856	-	-	100
1 in.	25.00	-	-	234.6	0.027856	6.5	6.5	93
3/4 in.	19.00	-	-	138.4	0.027856	3.9	10.4	90
3/8 in.	9.50	-	-	752.2	0.027856	21.0	31.3	69
No. 4	4.750	-	-	643.7	0.027856	17.9	49.3	51
No. 10	2.000	-	-	502.0	0.027856	14.0	63.3	36.7
No. 20	0.850	-	-	328.2	0.027856	9.1	72.4	27.6
No. 40	0.425	-	-	173.4	0.027856	4.8	77.2	22.8
No. 60	0.250	-	-	117.6	0.027856	3.3	80.5	19.5
No. 100	0.150	-	-	86.7	0.027856	2.4	82.9	17.1
No. 140	0.106	-	-	28.9	0.027856	0.8	83.7	16.3
No. 200	0.075	-	-	5.0	0.027856	0.1	83.9	16.1
Fondo		-	-	1.2				

OBSERVACIONES


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

Trazabilidad de equipos: Tamiz Serie Fina:--, Tamiz Serie Gruesa:--, Balanza:892-OT, Horno de secado:892-OT, Equipo de Agitación SF:892-OT, Equipo de Agitación SG:892-OT, Tamiz de Lavado:TON 200-003, Equipo de Lavado:--

Ensayo para determinar la Gradacion de Partículas de Suelos mediante Análisis del Tamizado

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO Lugar : CHILLICO

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA CHILLICO

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PRESTAMO

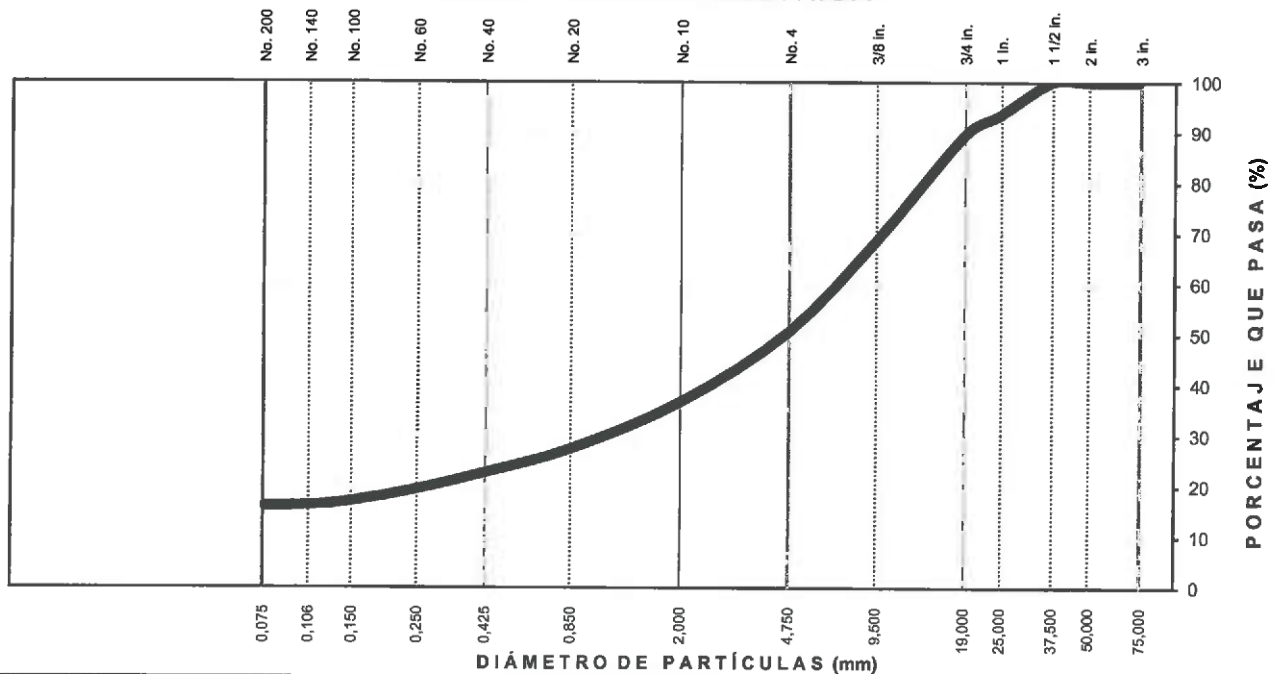
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : DICIEMBRE DEL 2021

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-Gran

GRAFICO DE RESULTADOS

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

VALORES DE RESULTADOS

% Grava = 49.3 $D_{10} = D_{e(mm)} = -.-$

% Grava gruesa = 10.4 $D_{30(mm)} = 1.1519$

% Grava fina = 38.9 $D_{60(mm)} = 7.2068$

% Arena = 34.6 $D_{15(mm)} = -.-$

% Arena gruesa = 14.0 $D_{50(mm)} = 4.6073$

% Arena media = 14.0 $D_{65(mm)} = 16.9100$

% Arena fina = 6.6 $Cu = -.-$

% de Finos = 16.1 $Cc = -.-$





INGEOTECON S.R.L.
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 202995

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

Trazabilidad de equipos: Tamiz Serie Fina:-, Tamiz Serie Gruesa:-, Balanza:892-OT, Horno de secado:892-OT, Equipo de Agitación SF:892-OT, Equipo de Agitación SG:892-OT, Tamiz de Lavado:TON 200-003, Equipo de Lavado:-

 	Laboratorio	Código: INF-LAB-005
	INFORME	Versión: 00
	Standard Practice for Classification of Soil for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes ASTM D3282-15	Fecha: 2021-02-23
		Página 1 de 1
CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS) CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VIAS DE TRANSPORTE (AASHTO)		

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO Lugar : CHILlico
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA CHILlico
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PRESTAMO
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : DICIEMBRE DEL 2021

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

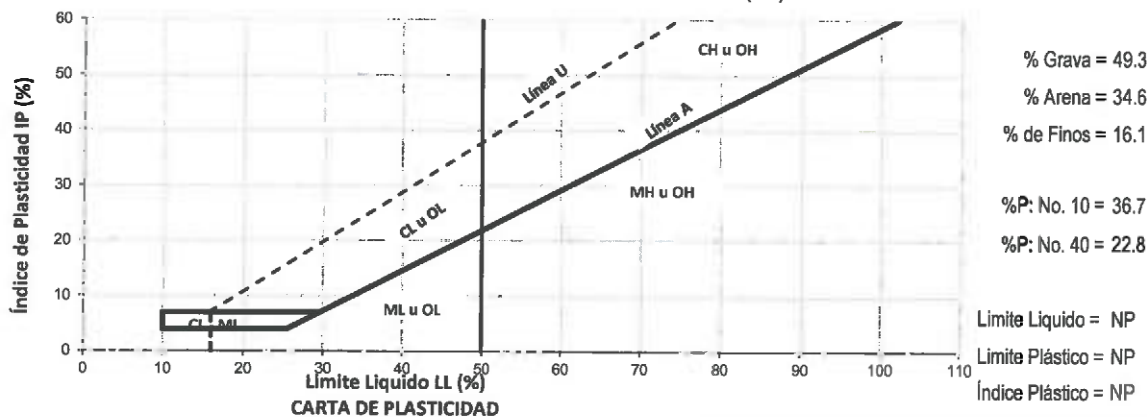
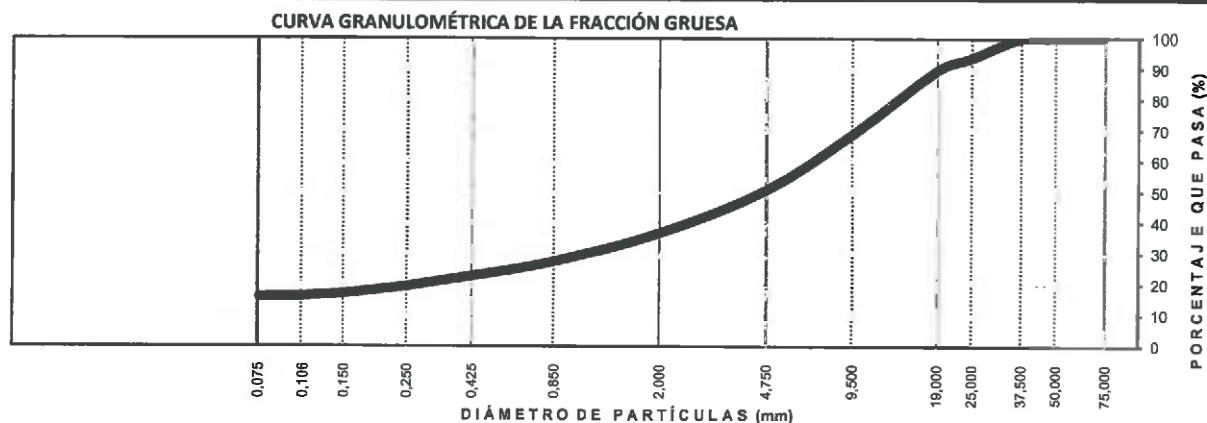
Código de la Practica : 001-Clasif
 Ensayos referencia y códigos: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ASTM D4318-17 - Informe Código: 001-LIM
 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17 - Informe Código: 001-Gran

DE LA MUESTRA

Presenta Boleos (3"-12") y Bloques (>12"), proporción en volumen: Boleos %: No reportado por solicitante
 Bloques %: No reportado por solicitante

Nombre comercial o geológico: --

RESULTADOS DE ENSAYOS PRELIMINARES



CLASIFICACION DE SUELOS DEL MATERIAL PASANTE LA MALLA 3 In.

Clasificación de suelos y mezclas de suelo-agregado para propósitos de construcción de vías (AASHTO) :

A-1-b (0) Fragmentos de Roca, Grava y Arena

Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS) :

GM GRAVA LIMOSA CON ARENA

Condición de frontera: **NO**

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.


INGEOTECON S.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202936



**HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA
MATERIAL DE SUB BASE Y BASE
(MTC EG-2013)**

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

REG-OPE-26.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

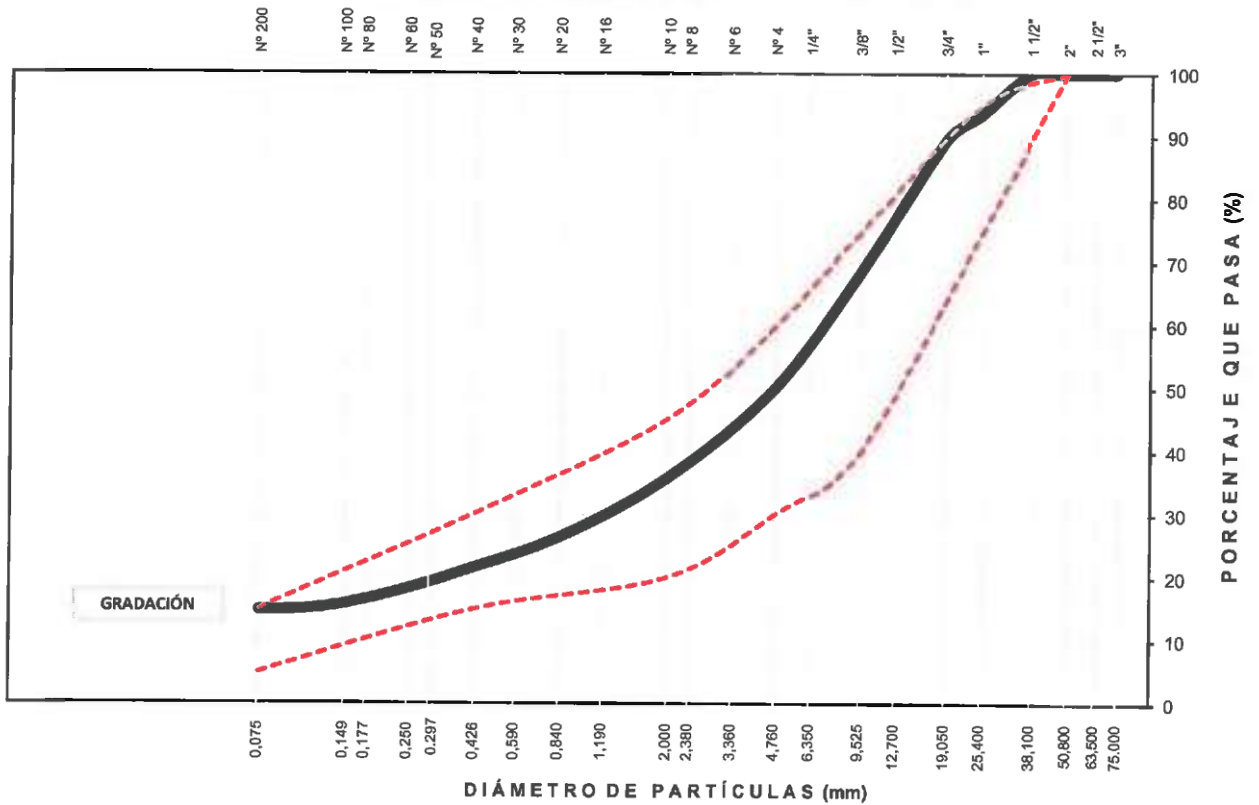
Exploración : CANTERA CHILLICO

Lugar : CHILLICO

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

CURVA GRANULOMÉTRICA Y HUSOS PARA SUB BASE Y BASE




LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS /BLOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

GRADACION MAS CERCANA : **GRADACION B**

D (mm)	D (")	% Pasa	GRADACION A			GRADACION B			GRADACION C			GRADACION D		
			Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.		
50.800	2"	100.00	100	100	OK	100	100	OK	--	--	--	--	--	--
25.400	1"	93.36	--	--	--	75	95	OK	100	100	NO	100	100	NO
9.525	3/8"	68.17	30	65	NO	40	75	OK	50	85	OK	60	100	OK
4.760	N° 4	49.96	25	55	OK	30	60	OK	35	65	OK	50	85	NO
2.000	N° 10	35.76	15	40	OK	20	45	OK	25	50	OK	40	70	NO
0.426	N° 40	21.57	8	20	NO	15	30	OK	15	30	OK	25	45	NO
0.075	N° 200	14.83	2	8	NO	5	15	OK	5	15	OK	8	15	OK

ING. YANET SUZHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202935

	ABRASIÓN LOS ÁNGELES - AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS MENORES A 1 1/2" (MTC E 207)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-52.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA CHILLICO

Lugar : CHILLICO

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO


Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Granulometría de la muestra del agregado para ensayo							
Pasa Tamiz		Retenido Tamiz		A (12 esf) Peso (gr)	B (11 esf) Peso (gr)	C (8 esf) Peso (gr)	D (6 esf) Peso (gr)
1 1/2"	37.5mm	1"	25mm	1251.0			
1"	25mm	3/4"	19mm	1249.0			
3/4"	19mm	1/2"	12.5mm	1248.0			
1/2"	12.5mm	3/8"	9.5mm	1247.0			
3/8"	9.5mm	1/4"	6.3mm				
1/4"	6.3mm	Nº 4	4.75mm				
Nº 4	4.75mm	Nº 8	2.36mm				
TOTAL (gramos)				4,995.00	-	-	-

Muestra después del ensayo (500 revoluciones)	
Peso de la muestra después del ensayo =	3,880.0
% de Desgaste	22


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET SUNCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

 INGEOTECON <small>GEOTECNIA, CONCRETO Y PAVIMENTOS</small>	ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO (MTC E 206, E 113)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-32.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
 Exploración : CANTERA CHILLICO Lugar : CHILLICO
 Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)				
IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	2949.00	2943.00	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2975.00	2973.00	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1854.00	1847.00	
Gravedad Especifica		2.631	2.614	2.622
Gravedad Especifica SSS		2.654	2.640	2.647
Gravedad Especifica Aparente		2.693	2.685	2.689
% de absorción	%	0.882	1.019	0.951

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)				
IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm3	500	500	2.648
Peso de la muestra seca	gr	104.34	102.37	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	718.82	707.65	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	653.76	644.00	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	24	23	
Corrección por temperatura (K)		0.9991	0.9993	
Gravedad especifica de la muestra		2.654	2.642	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	50.0
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	50.0
Gravedad especifica de los sólidos	2.67

 **INGEOTECON E.I.R.L.**

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 302935

	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-35.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

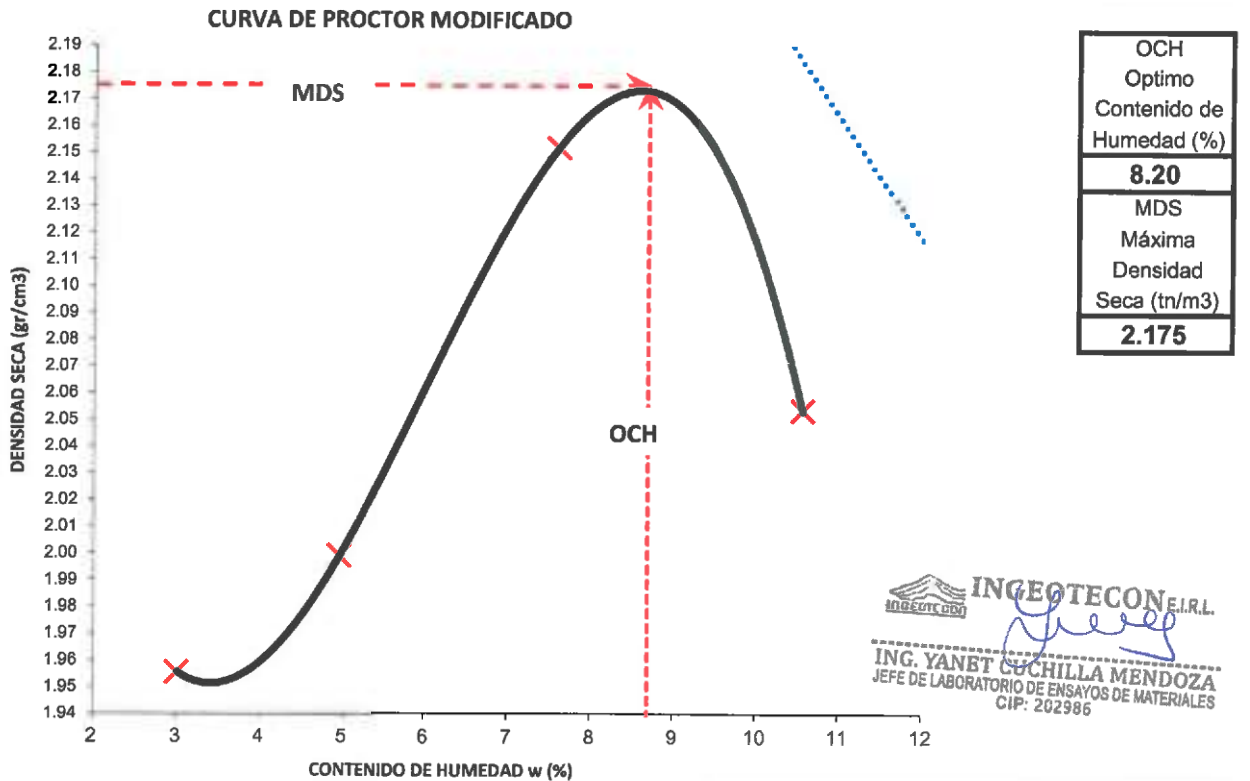
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
 Exploración : CANTERA CHILLICO Lugar : CHILLICO
 Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	METODO C		
Clasificación AASHTO :	Capas : 5.00	Golpes/Capa 56	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	50.0	Material Pasante a usar	PASA 3/4
% Retenido acumulado malla 3/8" :	31.8	Molde (Pulg)	6 Código M2
% Retenido acumulado malla 3/4" :	10.6	Peso Molde (gr) :	6782.00 Volumen : 2117.00

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	11,026	11,203	11,661	11,567
Peso de la muestra compactada	gr	4,244.0	4,421.0	4,879.0	4,785.0
Densidad húmeda	gr/cc	2.00	2.09	2.30	2.26
Densidad seca	gr/cc	1.96	2.00	2.15	2.05

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		34.0	35.0	32.0	33.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	552.60	456.60	486.50	675.60
Peso de tarro + suelo seco	gr	540.60	439.90	458.20	620.06
Peso del tarro	gr	65.500	66.900	60.200	68.400
Peso del agua	gr	12.00	16.70	28.30	55.54
Peso del suelo seco	gr	475.10	373.00	398.00	551.66
Contenido de humedad	%	2.53	4.48	7.11	10.07



Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Pro : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA CHILLICO

Lugar : CHILLICO

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	3			13			47			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	12,582			12,597			12,084			
PESO DEL MOLDE gr	7,621.00			7,714.00			7,595.00			
PESO SUELO HÚM. gr	4,961.00			4,883.00			4,489.00			
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,106.69			2,123.20			2,120.47			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2.35			2.30			2.12			
DENSIDAD SECA gr/cm3	2.177			2.126			1.957			
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO N°	Nro.	106	23	21	106	23	22	106	23	14
TARRO+SUELO HÚM. gr		626.6	613.6	659.0	627	614	681.2	627	614	685.6
TARRO+SUELO SECO gr		584.0	572.2	612.8	584	572	630.4	584	572	634.0
PESO DEL TARRO gr		63.90	66.10	64.58	63.90	66.10	62.15	63.90	66.10	65.96
% DE HUMEDAD %		8.19	8.18	8.43	8.19	8.18	8.95	8.19	8.18	9.10
HUMEDAD %		8.19		8.43	8.19		8.95	8.19		9.10
ABSORCIÓN %		0.25			0.77			0.91		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib (kN)	Esfuerz (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		0.58	0.58	0.30	0.36	0.36	0.18	0.26	0.26	0.14
1.270	0.050		2.27	2.27	1.18	0.93	0.93	0.48	0.48	0.48	0.25
1.900	0.075		4.57	4.57	2.36	1.79	1.79	0.92	0.92	0.92	0.48
2.540	0.100	6.9	7.25	7.25	3.75	3.14	3.14	1.62	1.54	1.54	0.79
3.170	0.125		10.01	10.01	5.17	4.79	4.79	2.48	2.33	2.33	1.20
3.810	0.150		12.86	12.86	6.65	6.87	6.87	3.55	3.33	3.33	1.72
4.445	0.175		15.64	15.64	8.08	9.36	9.36	4.84	4.55	4.55	2.35
5.080	0.200	10.35	18.31	18.31	9.46	12.21	12.21	6.31	6.04	6.04	3.12
7.620	0.300		28.15	28.15	14.55	24.66	24.66	12.74	13.82	13.82	7.14

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA CHILICO

Lugar : CHILICO

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

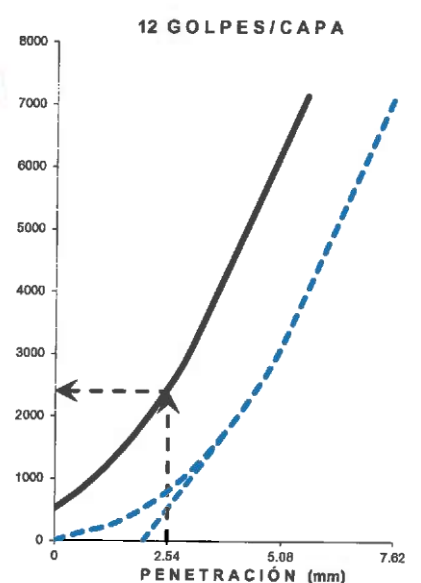
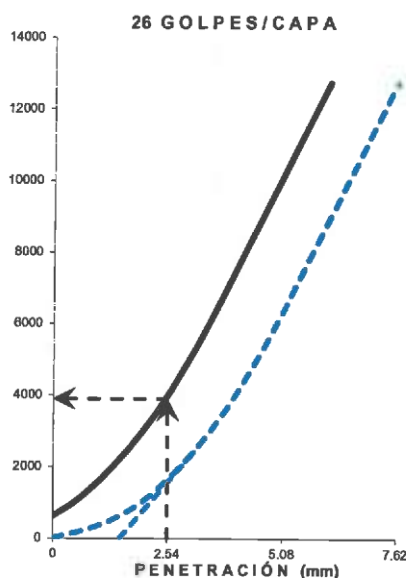
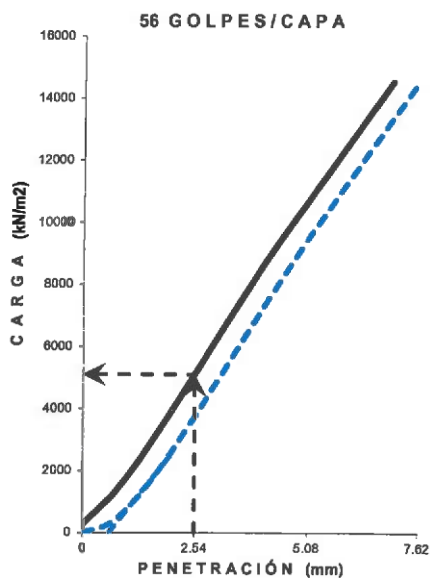
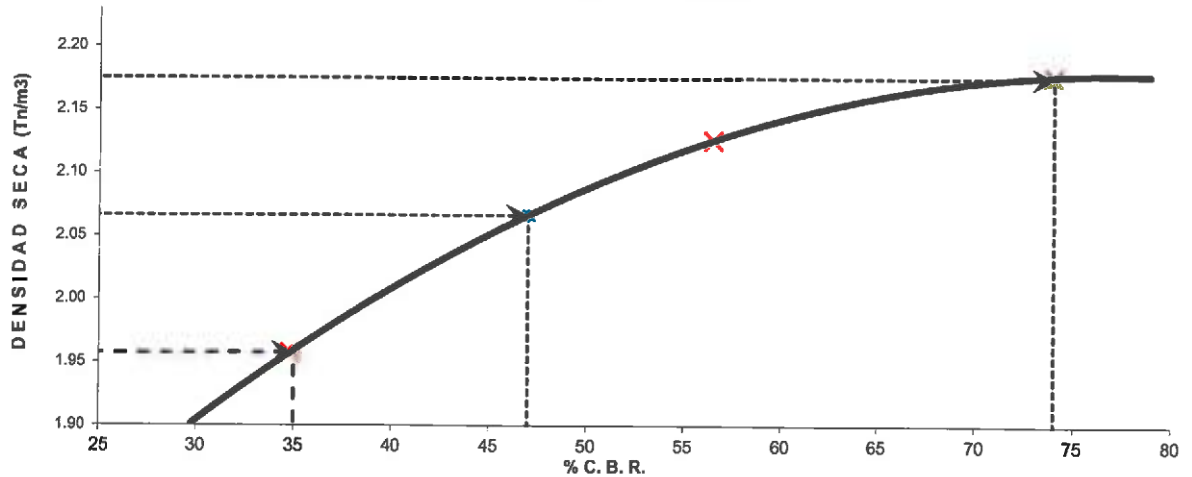
DATOS DEL ENSAYO

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	2.18	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	8.20
% Grava =	50.0	% Arena =	35.1
		% Finos =	14.8
Expansión % =	0.00%	Embebido (días) =	4.0

RESULTADOS DEL ENSAYO (01* DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 74.0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 47.0	CBR AL 90% MDS = 35.0
---	---	------------------------------

GRÁFICO DE CBR




INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202386



ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELOS

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento:

REG-OPE-41.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Exploración : CANTERA CHILLICO

Distrito : AYACUCHO

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Lugar : CHILLICO

MUESTRA	ELEMENTOS			
	SALES SOLUBLES TOTALES (ppm)	CLORUROS (ppm)	SULFATOS (ppm)	PH
: CANTERA CHILLICO : MATERIAL PRESTAMO	530.00	265.00	244.00	7.80
GRADO DE AFECTACION PARA EL CONCRETO	No perjudicial	No perjudicial	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	Básico



INGEOTECON E.I.R.L.


ING. YANET SUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986



**EQUIVALENTE DE ARENA DE
SUELOS Y AGREGADOS FINOS
(MTC E 114)**

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

REG-OPE-51.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA CHILLICO

Lugar : CHILLICO

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO


Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Descripción		Ensayo N° 1	Ensayo N° 2
Nivel superior de la muestra total	mm	180.0	175.0
Nivel del disco en el dispositivo de lecturas	mm	325.0	325.0
Altura del disco en el dispositivo de lecturas	mm	256.45	256.45
Nivel superior de la arena	mm	68.55	68.55
Equivalente de arena	%	38	39
EQUIVALENTE DE ARENA	EA %		39



INGEOTECON E.I.R.L.

[Firma manuscrita]
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS (MTC E 223)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento FOR-OPE-56.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Reg/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
 Exploración : CANTERA CHILLICO Lugar : CHILLICO
 Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Fracción			Planas				Alargadas			
			Relación: 1 a 3				Relación: 1 a 3			
Pasa	Retiene	Gradación original (%)	Peso Total de la fracción ensayada (gr)	Peso de partículas Planas (gr)	% Partículas Planas	% Partículas Planas Corregida	Peso Total de la fracción ensayada (gr)	Peso de partículas Alargadas (gr)	% Partículas Alargadas	% Partículas Alargadas Corregida
2 1/2"	2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2"	1 1/2"	0.0	709.3	0.0	0.0	0.0	709.3	0.0	0.0	0.0
1 1/2"	1"	13.3	1,578.0	99.3	6.3	0.8	1578.0	3.3	0.2	0.0
1"	3/4"	7.8	794.8	45.2	5.7	0.4	794.8	2.5	0.3	0.0
3/4"	3/8"	42.5	1,004.0	13.2	1.3	0.6	1004.0	1.5	0.1	0.0
3/8"	N° 4	36.4	503.6	7.0	1.4	0.5	503.6	0.6	0.1	0.0
Sub Total:		100	2.3				0.1			


Porcentaje de Planas y Alargadas

2.5 %


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 302986

RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma MTC	Requerimiento		: CANTERA MOLLEPATA	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Requerimiento Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	MTC E 107	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION D	CUMPLE
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		22%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % min. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		90.0%	CUMPLE
		40 % min. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % min. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % min. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx.		17.2%	CUMPLE
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx.		2.6%	CUMPLE < 3000msnm
			4% máx.		CUMPLE > 3000msnm
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% min.		34%	CUMPLE < 3000msnm
			35% min.		NO CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0.029%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		2.1%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m ³)	MTC E 115	2.08			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	9.10%	Rango : (7.6% - 10.6%)		

 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block; color: red; font-size: small;"> Ensayo en implementación para Acreditación según la NTP ISO/IEC 17025 </div>	Laboratorio	Código: INF-LAB-002
	INFORME	Versión: 00
	Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ASTM D4318-17	Fecha: 2021-02-23
		Página 1 de 1
Ensayo para Determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos		

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO **Lugar** : MOLLEPATA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración** : CANTERA MOLLEPATA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel** : MATERIAL PRESTAMO
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte** : FEBRERO DEL 2022

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-LIM **Fecha de recepción**: 2021-08-07
Lugar de ensayo (área): Laboratorio INGEOTECON área de límites **Fecha de ensayo**: 2022-02-01
Procedimiento de ensayo: Método para Límite Líquido: A (Múltipunto) **Método para LP** : Aparato de enrollamiento
Temperatura ambiente LL / LP (°C): 17.8/18.7 **Humedad relativa del ambiente LL / LP (%)**: 53/51

DE LA MUESTRA

Descripción tipo y condición de la muestra: Muestra alterada en bolsas MAB
Muestra remitida por cliente: Interno **Porcentaje aproximado retenido en la malla No. 40**: 59%
Preparación de especímenes de ensayo SECO AL HORNO < 60 °C **Remoción de lentes de arena**: NO

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

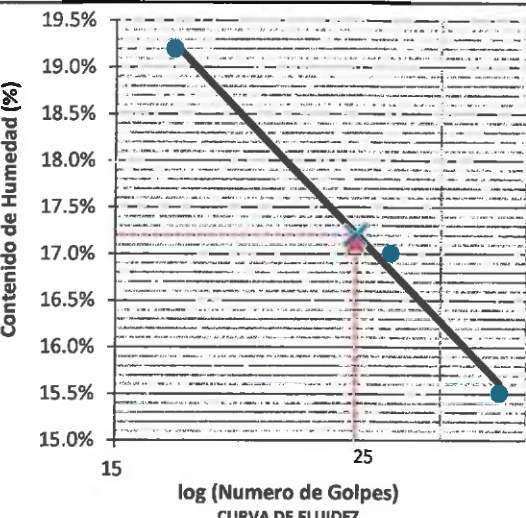
Temperatura de secado: Horno a 110 ± 5 °C

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 01	ENSAYO 02	LIMITE PLÁSTICO = 14.6%
MASA DEL SUELO HÚMEDO	g	6.11	6.10	
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	0.77	0.78	
MASA SECA DE LA MUESTRA	g	5.34	5.32	
HUMEDAD	%	14.4%	14.7%	

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
NUMERO DE GOLPES	golpes	34	27	17	
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA	g	1.560	1.460	1.790	
MASA SECA DE LA MUESTRA	g	10.040	8.610	9.320	
HUMEDAD	%	15.5%	17.0%	19.2%	

LIMITE LIQUIDO = 17.2%





DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO

ÍNDICE PLÁSTICO IP = LL-LP = 2.6%


INGEOTECON E.A.R.L.

ING. YANFT CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202936

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

 INGEOTECON <small>INGENIERÍA CONSULTORA Y AMBIENTAL</small>	 <small>Ensayo en implementación para Acreditación según la ASTM D6913M-17</small>	Laboratorio	Código: INF-LAB-003
		INFORME	Versión: 00
		Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17	Fecha: 2021-02-23
			Página 1 de 2
Ensayo para determinar la Gradación de Partículas de Suelos mediante Análisis del Tamizado			

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO Lugar : MOLLEPATA
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA MOLLEPATA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PRESTAMO
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : FEBRERO DEL 2022

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-Gran Fecha de recepción: 2021-08-07
 Lugar de ensayo (área): Laboratorio INGEOTECON área de límites Fecha de ensayo: 2021-08-13
 Preparación de especímenes de ensayo: Seco al Horno Método de ensayo: A (Reportar al 1%)
 Uso de dispersante para lavado: NO Uso de equipo Agitador: NO
 Temperatura Ambiente / Humedad Relativa Tamizado: 21.6 °C / 50 % Tipo de Tamizado : Simple

DE LA MUESTRA

Ensayos previos de la muestra: NO Material excluido o zarandeado: NINGUNO
 Clasificación visual (Nombre y Símbolo): SM (ARENA LIMOSA CON GRAVA) T.M. visual muestra: 1 in.

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA

Tipo de Tamizado	Compuesto 1ra sep.	Compuesto 2da sep.	Simple	Control de pérdidas en el lavado (Comp.)				
				1ra Sep.	2da Sep.	Simple		
Tamiz de separación								
Masa húmeda de la fracción retenida (g)	-	-	/	-	-	-		
Masa húmeda de la fracción pasante (g)	-	-		-	-	-		
Humedad de la fracción retenida (%)	-	-		Control de pérdidas en el tamizado				
Humedad de la fracción pasante (%)	-	-		-	-	0.00		
Masa húmeda espécimen de ensayo (g)	-	-	3,021.0	-	-	OK		
Masa seca del espécimen de ensayo (g)	-	-	2,860.0	Control en el tamizado separador				
Masa seca lavada espécimen ensayo (g)	-	-	2,451.8	-	-	-		
Masa Total del ensayo (g)			2,860.0	-	-	-		
Designación Tamiz (E11)	Abertura (mm)	Masas retenidas (g)			Factor de Tamizado	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
		Tamizado FG 1ra Sep.	Tamizado FG 2da Sep.	Tamizado FF / Tamizado				
3 in.	75.00	-	-	-	0.034965	-	-	100
2 in.	50.00	-	-	-	0.034965	-	-	100
1 1/2 in.	37.50	-	-	-	0.034965	-	-	100
1 in.	25.00	-	-	-	0.034965	-	-	100
3/4 in.	19.00	-	-	236.4	0.034965	8.3	8.3	92
3/8 in.	9.50	-	-	282.8	0.034965	9.9	18.2	82
No. 4	4.750	-	-	292.0	0.034965	10.2	28.4	72
No. 10	2.000	-	-	367.1	0.034965	12.8	41.2	58.8
No. 20	0.850	-	-	252.6	0.034965	8.8	50.0	50.0
No. 40	0.425	-	-	265.8	0.034965	9.3	59.3	40.7
No. 60	0.250	-	-	297.4	0.034965	10.4	69.7	30.3
No. 100	0.150	-	-	279.1	0.034965	9.8	79.5	20.5
No. 140	0.106	-	-	82.0	0.034965	2.9	82.3	17.7
No. 200	0.075	-	-	95.6	0.034965	3.3	85.7	14.3
Fondo		-	-	1.0				

OBSERVACIONES


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

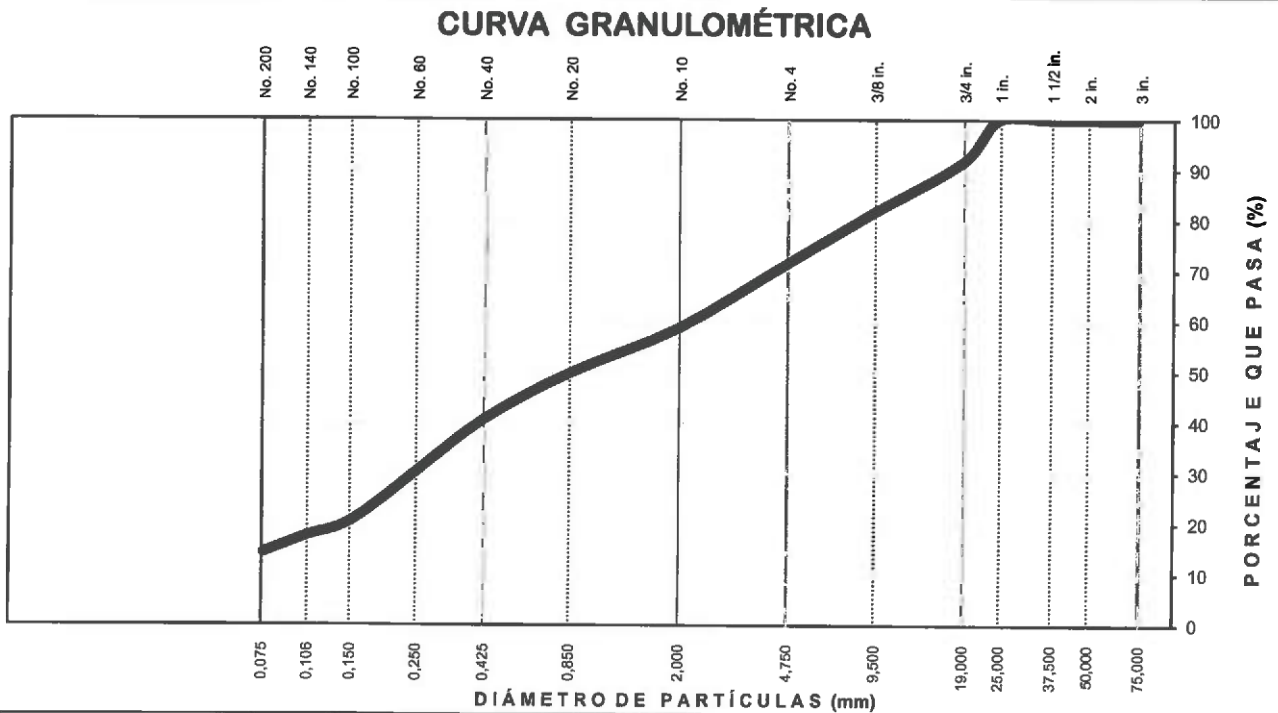
Trazabilidad de equipos: Tamiz Serie Fina:-, Tamiz Serie Gruesa:-, Balanza:892-OT, Horno de secado:892-OT, Equipo de Agitación SF:892-OT, Equipo de Agitación SG:892-OT, Tamiz de Lavado:TON 2003, Equipo de Lavado:-

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO **Lugar** : MOLLEPATA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración** : CANTERA MOLLEPATA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel** : MATERIAL PRESTAMO
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte** : FEBRERO DEL 2022

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-Gran



GRAFICO DE RESULTADOS



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

VALORES DE RESULTADOS



% Grava = 28.4	$D_{10} = D_{e(mm)} = \text{--}$
% Grava gruesa = 8.3	$D_{30(mm)} = 0.2472$
% Grava fina = 20.1	$D_{60(mm)} = 2.2569$
% Arena = 57.3	$D_{15(mm)} = 0.0814$
% Arena gruesa = 12.8	$D_{50(mm)} = 0.8541$
% Arena media = 18.1	$D_{85(mm)} = 12.5301$
% Arena fina = 26.4	$Cu = \text{--}$
% de Finos = 14.3	$Cc = \text{--}$


INGEOTECON I.R.L.

ING. YANET CUCULLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202906

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

Trazabilidad de equipos: Tamiz Serie Fina:--; Tamiz Serie Gruesa:--; Balanza:892-OT, Horno de secado:892-OT, Equipo de Agitación SF:892-OT, Equipo de Agitación SG:892-OT, Tamiz de Lavado:TON 200-003, Equipo de Lavado:--

 	Laboratorio	Código: INF-LAB-005
	INFORME	Versión: 00
	Standard Practice for Classification of Soil for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) ASTM D2487-17	Fecha: 2021-02-23
	Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes ASTM D3282-15	Página 1 de 1
CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS)		
CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VIAS DE TRANSPORTE (AASHTO)		

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO Lugar : MOLLEPATA
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA MOLLEPATA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PRESTAMO
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : FEBRERO DEL 2022

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

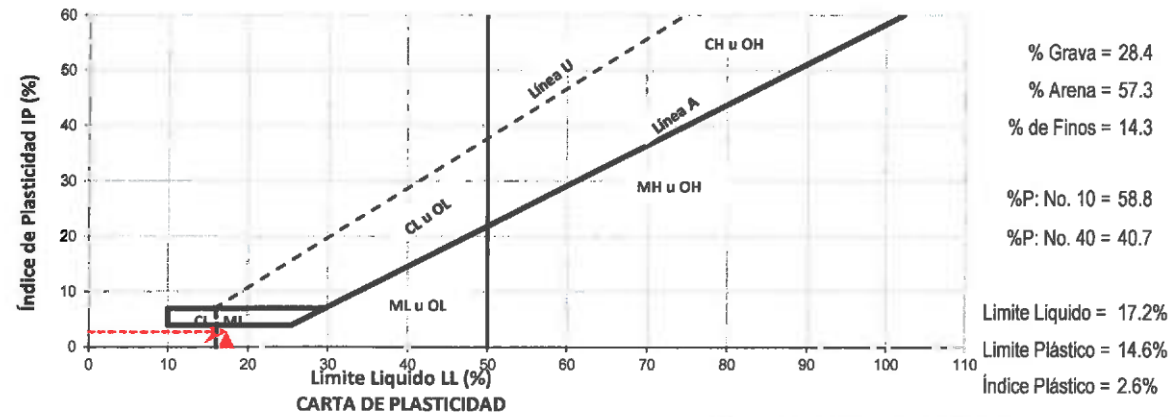
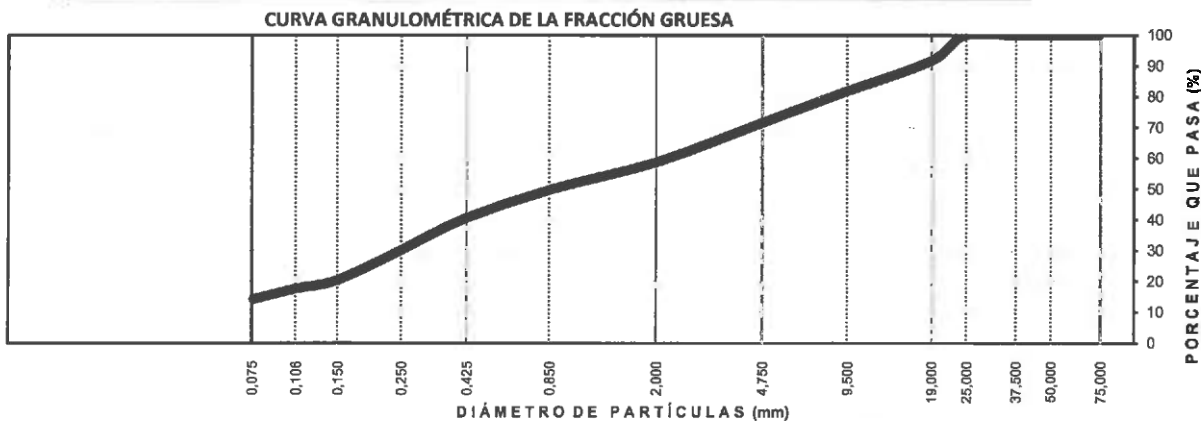
Código de la Practica : 001-Clasif
 Ensayos referencia y códigos: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ASTM D4318-17 - Informe Código: 001-LIM
 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17 - Informe Código: 001-Gran

DE LA MUESTRA

Presenta Boleos (3"-12") y Bloques (>12"), proporción en volumen: Boleos %: No reportado por solicitante
 Bloques %: No reportado por solicitante

Nombre comercial o geológico: -

RESULTADOS DE ENSAYOS PRELIMINARES



CLASIFICACION DE SUELOS DEL MATERIAL PASANTE LA MALLA 3 In.

Clasificación de suelos y mezclas de suelo-agregado para propósitos de construcción de vías (AASHTO) :

A-1-b (0) Fragmentos de Roca, Grava y Arena

Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS) :

SM ARENA LIMOSA CON GRAVA

Condición de frontera: **NO**

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. VANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986



HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MATERIAL DE SUB BASE Y BASE (MTC EG-2013)

Código formato base:
FOR-SIG-01.00
Código del documento
REG-OPE-26.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

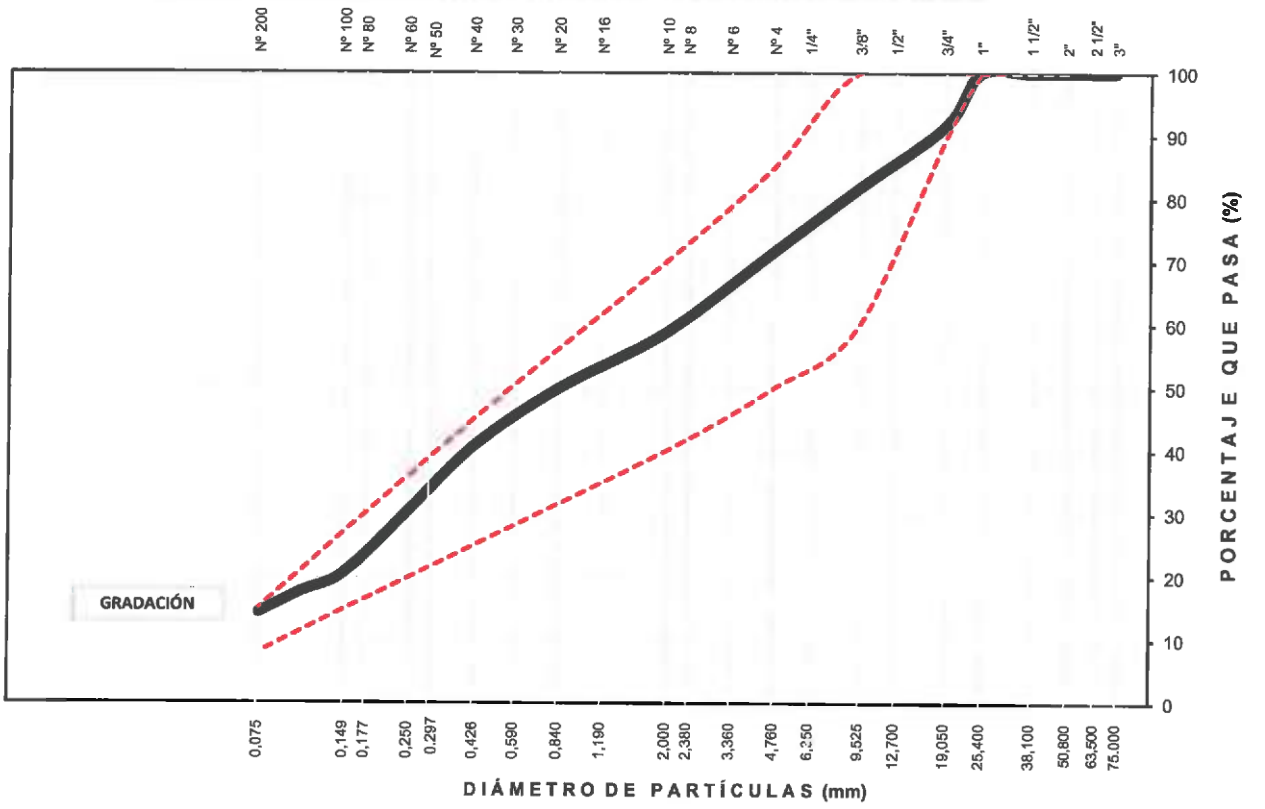
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : FEBRERO DEL 2022

CURVA GRANULOMÉTRICA Y HUSOS PARA SUB BASE Y BASE




LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS /BLOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

GRADACION MAS CERCANA : **GRADACION D**

D (mm)	D (")	% Pasa	GRADACION A			GRADACION B			GRADACION C			GRADACION D		
			Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.				
50.800	2"	100.00	100	100	OK	100	100	OK	--	--	--	--	--	--
25.400	1"	100.00	--	--	--	75	95	NO	100	100	OK	100	100	OK
9.525	3/8"	81.85	30	65	NO	40	75	NO	50	85	OK	60	100	OK
4.760	N° 4	71.64	25	55	NO	30	60	NO	35	65	NO	50	85	OK
2.000	N° 10	58.80	15	40	NO	20	45	NO	25	50	NO	40	70	OK
0.426	N° 40	40.67	8	20	NO	15	30	NO	15	30	NO	25	45	OK
0.075	N° 200	14.31	2	8	NO	5	15	OK	5	15	OK	8	15	OK

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202386

	ABRASIÓN LOS ÁNGELES - AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS MENORES A 1 1/2" (MTC E 207)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-52.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : FEBRERO DEL 2022

Granulometría de la muestra del agregado para ensayo							
Pasa Tamiz		Retenido Tamiz		A (12 esf) Peso (gr)	B (11 esf) Peso (gr)	C (8 esf) Peso (gr)	D (6 esf) Peso (gr)
1 1/2"	37.5mm	1"	25mm				
1"	25mm	3/4"	19mm				
3/4"	19mm	1/2"	12.5mm		2501.2		
1/2"	12.5mm	3/8"	9.5mm		2500.4		
3/8"	9.5mm	1/4"	6.3mm				
1/4"	6.3mm	Nº 4	4.75mm				
Nº 4	4.75mm	Nº 8	2.36mm				
TOTAL (gramos)				-	5,001.60	-	-

Muestra después del ensayo (500 revoluciones)	
Peso de la muestra después del ensayo =	3,880.0
% de Desgaste	22



ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202936

	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-35.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
 Exploración : CANTERA MOLLEPATA Lugar : MOLLEPATA
 Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : FEBRERO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

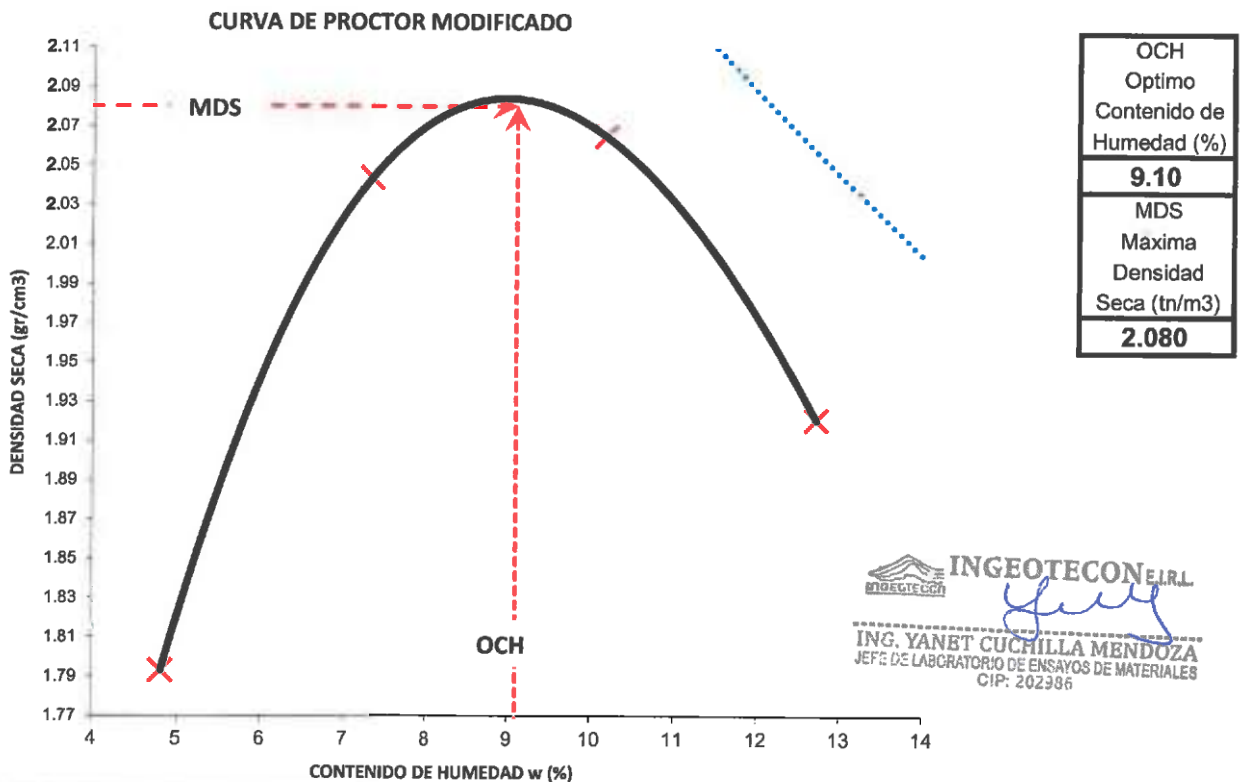
Clasificación SUCS :	METODO B		
Clasificación AASHTO :	Capas : 5.00	Golpes/Capa 25	
% Retenido acumulado malla N° 4 :	28.4	Material Pasante a usar PASA 3/8	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	18.2	Molde (Pulg) 4	Código M6
% Retenido acumulado malla 3/4" :	8.3	Peso Molde (gr) : 4103.00	Volumen : 2125.13

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°	01	02	03	04
Peso del molde y muestra gr	8,097	8,765	8,938	8,704
Peso de la muestra compactada gr	3,994.0	4,662.0	4,835.0	4,601.0
Densidad húmeda gr/cc	1.88	2.19	2.28	2.17
Densidad seca gr/cc	1.79	2.04	2.06	1.92

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	107.0	335.0	129.0	192.0
Peso tarro + suelo húmedo gr	567.30	667.70	885.20	660.70
Peso de tarro + suelo seco gr	547.16	630.98	812.30	600.95
Peso del tarro gr	129.700	131.300	96.100	131.400
Peso del agua gr	20.14	36.72	72.90	59.75
Peso del suelo seco gr	417.46	499.68	716.20	469.55
Contenido de humedad %	4.82	7.35	10.18	12.72




INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202386

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Pro : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : FEBRERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE N°	7			33			70		
CAPAS N°	5			5			5		
GOLPES POR CAPA	56			26			12		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	12,575			12,218			12,759		
PESO DEL MOLDE gr	7,753.00			7,639.00			8,403.00		
PESO SUELO HÚM. gr	4,822.00			4,579.00			4,356.00		
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,118.53			2,131.87			2,120.47		
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2.28			2.15			2.05		
DENSIDAD SECA gr/cm3	2.087			1.969			1.883		
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO N° Nro.	11	104	314	11	104	129	11	104	87
TARRO+SUELO HÚM. gr	746.1	733.8	679.5	746	734	827.7	746	734	1,083.4
TARRO+SUELO SECO gr	689.3	678.3	622.9	689	678	759.0	689	678	982.8
PESO DEL TARRO gr	65.30	66.10	75.51	65.30	66.10	96.07	65.30	66.10	21.00
% DE HUMEDAD %	9.10	9.07	10.33	9.10	9.07	10.36	9.10	9.07	10.46
HUMEDAD %	9.08		10.33	9.08		10.36	9.08		10.46
ABSORCIÓN %	1.25			1.28			1.38		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		1.24	1.24	0.64	1.67	1.67	0.86	1.11	1.11	0.57
1.270	0.050		4.89	4.89	2.53	3.40	3.40	1.76	1.75	1.75	0.91
1.900	0.075		8.30	8.30	4.29	4.66	4.66	2.41	2.73	2.73	1.41
2.540	0.100	6.9	11.46	11.46	5.92	5.83	5.83	3.01	3.45	3.45	1.78
3.170	0.125		14.06	14.06	7.27	6.83	6.83	3.53	4.07	4.07	2.10
3.810	0.150		16.09	16.09	8.32	7.71	7.71	3.98	4.59	4.59	2.37
4.445	0.175		18.43	18.43	9.52	8.43	8.43	4.35	5.16	5.16	2.67
5.080	0.200	10.35	20.35	20.35	10.52	9.18	9.18	4.74	5.60	5.60	2.89
7.620	0.300		26.46	26.46	13.67	12.56	12.56	6.49	6.11	6.11	3.16

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : FEBRERO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m³) : 2.08 Optimo Contenido de Humedad OCH % = 9.10

% Grava = 28.4 % Arena = 57.3 % Finos = 14.3

Expansión % = 0.00% Embebido (días) = 4.0

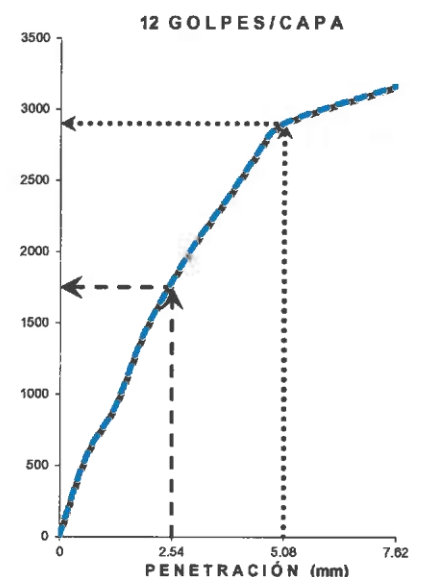
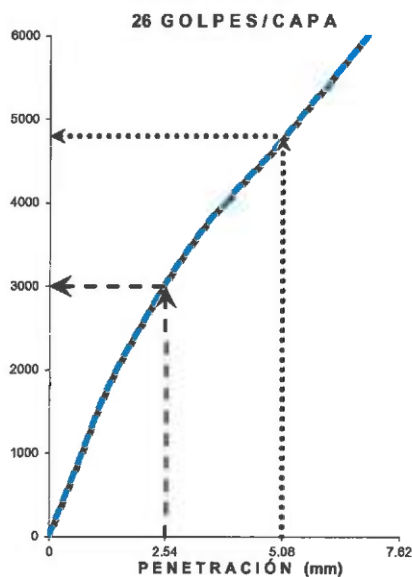
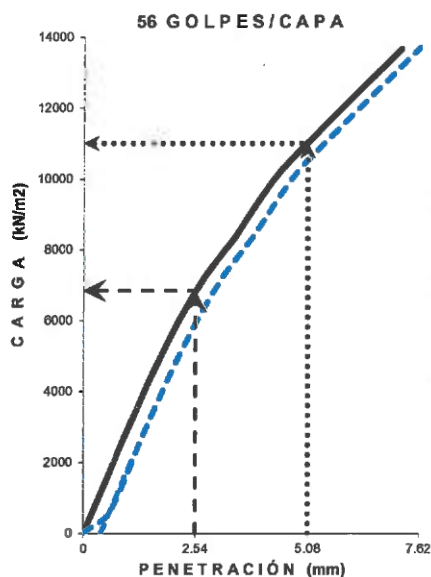
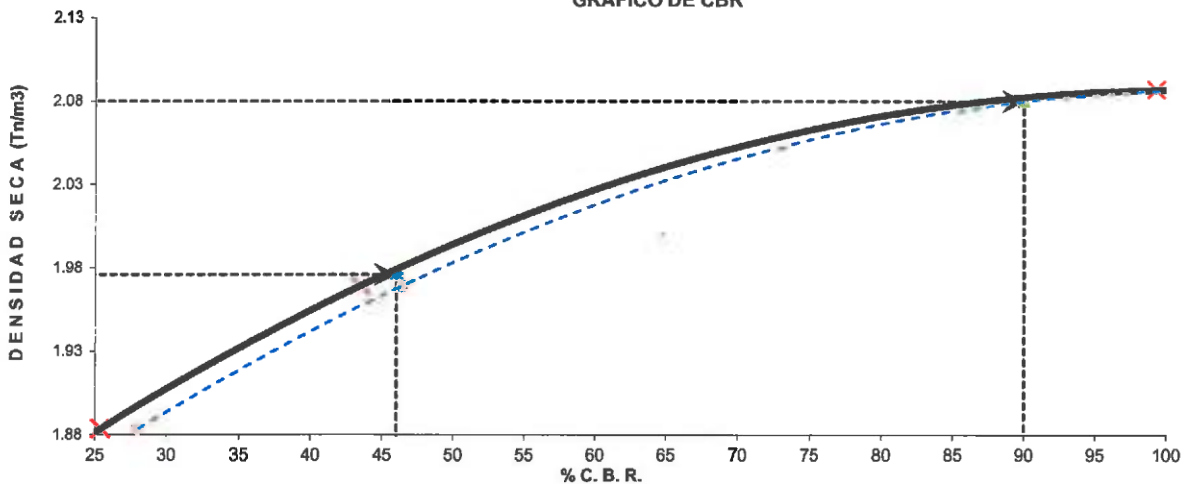
RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 90.0

CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 46.0

CBR AL 90% MDS = --

GRÁFICO DE CBR



INGEOTECON E.I.R.L.
ING. YANET CUCILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELOS

Código formato base:
FOR-SIG-01.00
Código del documento
REG-OPE-41.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Fecha : FEBRERO DEL 2022

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Distrito : AYACUCHO

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Lugar : MOLLEPATA

MUESTRA	ELEMENTOS			
	SALES SOLUBLES TOTALES (ppm)	CLORUROS (ppm)	SULFATOS (ppm)	PH
: CANTERA MOLLEPATA : MATERIAL PRESTAMO	292.00			
GRADO DE AFECTACION PARA EL CONCRETO	No perjudicial	No perjudicial	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	Muy Acido


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 302904



EQUIVALENTE DE ARENA DE
SUELOS Y AGREGADOS FINOS
(MTC E 114)

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

REG-OPE-51.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : FEBRERO DEL 2022

Descripción		Ensayo N° 1	Ensayo N° 2
Nivel superior de la muestra total	mm	280.0	294.0
Nivel del disco en el dispositivo de lecturas	mm	352.0	355.0
Altura del disco en el dispositivo de lecturas	mm	256.45	256.45
Nivel superior de la arena	mm	95.55	98.55
Equivalente de arena	%	34	34
EQUIVALENTE DE ARENA		EA %	34



INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 102986

	PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS (MTC E 223)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento FOR-OPE-56.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Reg/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
 Exploración : CANTERA MOLLEPATA Lugar : MOLLEPATA
 Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : FEBRERO DEL 2022

Fracción			Planas				Alargadas			
			Relación: 1 a 3				Relación: 1 a 3			
Pasa	Retiene	Gradación original (%)	Peso Total de la fracción ensayada (gr)	Peso de partículas Planas (gr)	% Partículas Planas	% Partículas Planas Corregida	Peso Total de la fracción ensayada (gr)	Peso de partículas Alargadas (gr)	% Partículas Alargadas	% Partículas Alargadas Corregida
2 1/2"	2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2"	1 1/2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 1/2"	1"	0.0	2,214.0	93.3	4.2	0.0	2214.0	0.0	0.0	0.0
1"	3/4"	29.1	2,440.0	88.2	3.6	1.0	2440.0	21.4	0.9	0.3
3/4"	3/8"	34.9	3,201.0	22.0	0.7	0.2	3201.0	41.3	1.3	0.5
3/8"	N° 4	36.0	839.0	0.7	0.1	0.0	839.0	1.2	0.1	0.0
Sub Total:		100				1.3				0.8


Porcentaje de Planas y Alargadas

2.1 %


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE TRIENOS DE MATERIALES
 CIP: 202966

RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma MTC	Requerimiento		: CANTERA SANCHEZPAMPA	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Requerimiento Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	MTC E 107	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION A	CUMPLE
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		34%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		78.0%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx.		NP	CUMPLE
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx.		NP	CUMPLE < 3000msnm
			4% máx.		CUMPLE > 3000msnm
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.		37%	CUMPLE < 3000msnm
			35% mín.		CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0.054%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		3.6%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m ³)	MTC E 115	2.06			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	8.50%	Rango :	(7.0% - 10.0%)	

 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block; color: red; font-size: small;"> Ensayo en implementación para Acreditación según la NTP ISO/IEC 17025 </div>	Laboratorio	Código: INF-LAB-002
	INFORME Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ASTM D4318-17	Versión: 00
		Fecha: 2021-02-23
		Página 1 de 1

Ensayo para Determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO **Lugar** : SANCHEZPAMPA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración** : CANTERA SANCHEZPAMPA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel** : MATERIAL PRESTAMO
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte** : DICIEMBRE DEL 2021

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-LIM **Fecha de recepción**: 2021-08-07
Lugar de ensayo (área): Laboratorio INGEOTECON área de límites **Fecha de ensayo**: 2021-12-30
Procedimiento de ensayo: Método para Límite Líquido: A (Múltipunto) **Método para LP** : Aparato de enrollamiento
Temperatura ambiente LL / LP (°C): 17.8/18.7 **Humedad relativa del ambiente LL / LP (%)**: 53/51

DE LA MUESTRA

Descripción tipo y condición de la muestra: Muestra alterada en bolsas MAB
Muestra remitida por cliente: Interno **Porcentaje aproximado retenido en la malla No. 40**: 82%
Preparación de especímenes de ensayo: SECO AL HORNO < 60 °C **Remoción de lentes de arena**: NO

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

Temperatura de secado: *Horno a 110 ± 5 °C*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	ENSAYO 01	ENSAYO 02	LIMITE PLÁSTICO = NP
MASA DEL SUELO HÚMEDO	g			
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA	g			
MASA SECA DE LA MUESTRA	g			
HUMEDAD	%			

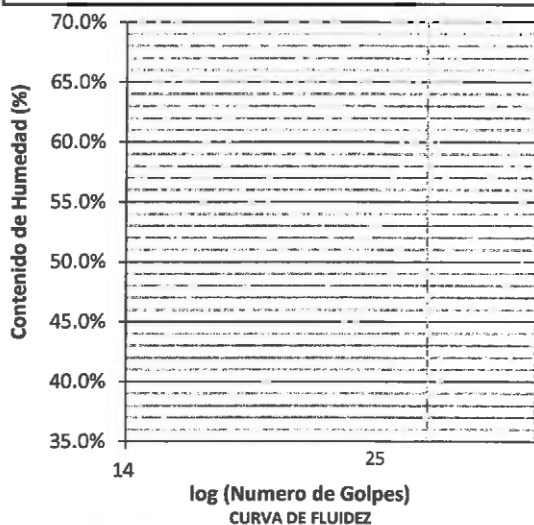
DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO		UNIPUNTO
NUMERO DE GOLPES	golpes			
MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA	g			
MASA SECA DE LA MUESTRA	g			
HUMEDAD	%			

LIMITE LIQUIDO = NP

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE PLÁSTICO

ÍNDICE PLÁSTICO IP = LL-LP = NP






INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 160991

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

Trazabilidad de equipos: Balanza: BLZ-016, Horno de Secado: HSE-001, Dispositivo de Límite Líquido: CCG-001, Aparato de Enrollamiento: ACN-002

 INGEOTECON <small>GEOTECNIA, CONSULTORIO Y PAVIMENTOS</small>	 <small>Entidad no gubernamental para la Promoción de los NTD (NORMAS ECUATORIAS)</small>	Laboratorio	Código: INF-LAB-003
		INFORME	Versión: 00
		Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17	Fecha: 2021-02-23
			Página 1 de 2
Ensayo para determinar la Gradación de Partículas de Suelos mediante Análisis del Tamizado			

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO Lugar : SANCHEZPAMPA
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PRESTAMO
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : DICIEMBRE DEL 2021

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-Gran Fecha de recepción: 2021-08-07
 Lugar de ensayo (área): Laboratorio INGEOTECON área de límites Fecha de ensayo: 2021-08-13
 Preparación de especímenes de ensayo: Seco al Horno Método de ensayo: A (Reportar al 1%)
 Uso de dispersante para lavado: NO Uso de equipo Agitador: NO
 Temperatura Ambiente / Humedad Relativa Tamizado: 21.6 °C / 50 % Tipo de Tamizado : Simple

DE LA MUESTRA

Ensayos previos de la muestra: NO Material excluido o zarandeado: NINGUNO
 Clasificación visual (Nombre y Símbolo): GW (GRAVA BIEN GRADUADA CON ARENA) T.M. visual muestra: 2 in.

DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA


Tipo de Tamizado	Compuesto 1ra sep.	Compuesto 2da sep.	Simple	Control de pérdidas en el lavado (Comp.)				
				1ra Sep.	2da Sep.	Simple		
Tamiz de separación								
Masa húmeda de la fracción retenida (g)	-	-	/	-	-	-		
Masa húmeda de la fracción pasante (g)	-	-		-	-	-		
Humedad de la fracción retenida (%)	-	-		Control de pérdidas en el tamizado				
Humedad de la fracción pasante (%)	-	-		-	-	-		
Masa húmeda espécimen de ensayo (g)	-	-	2,988.8	-	-	-		
Masa seca del espécimen de ensayo (g)	-	-	2,938.6	Control en el tamizado separador				
Masa seca lavada espécimen ensayo (g)	-	-	2,802.5	-	-	-		
Masa Total del ensayo (g)			2,938.6	-	-	-		
Designación Tamiz (E11)	Abertura (mm)	Masas retenidas (g)			Factor de Tamizado	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
		Tamizado FG 1ra Sep.	Tamizado FG 2da Sep.	Tamizado FF / Tamizado				
3 in.	75.00	-	-	-	0.034030	-	-	100
2 in.	50.00	-	-	-	0.034030	-	-	100
1 1/2 in.	37.50	-	-	271.2	0.034030	9.2	9.2	91
1 in.	25.00	-	-	445.3	0.034030	15.2	24.4	76
3/4 in.	19.00	-	-	456.3	0.034030	15.5	39.9	60
3/8 in.	9.50	-	-	341.0	0.034030	11.6	51.5	48
No. 4	4.750	-	-	363.1	0.034030	12.4	63.9	36
No. 10	2.000	-	-	271.0	0.034030	9.2	73.1	26.9
No. 20	0.850	-	-	126.8	0.034030	4.3	77.4	22.6
No. 40	0.425	-	-	141.2	0.034030	4.8	82.2	17.8
No. 60	0.250	-	-	155.1	0.034030	5.3	87.5	12.5
No. 100	0.150	-	-	134.5	0.034030	4.6	92.1	7.9
No. 140	0.106	-	-	75.1	0.034030	2.6	94.6	5.4
No. 200	0.075	-	-	20.7	0.034030	0.7	95.3	4.7
Fondo		-	-	1.2				

OBSERVACIONES



ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

Trazabilidad de equipos: Tamiz Serie Fina:--, Tamiz Serie Gruesa:--, Balanza:892-OT, Horno de secado:892-OT, Equipo de Agitación SF:892-OT, Equipo de Agitación SG:892-OT, Tamiz de Lavado:TON 200-003, Equipo de Lavado:--

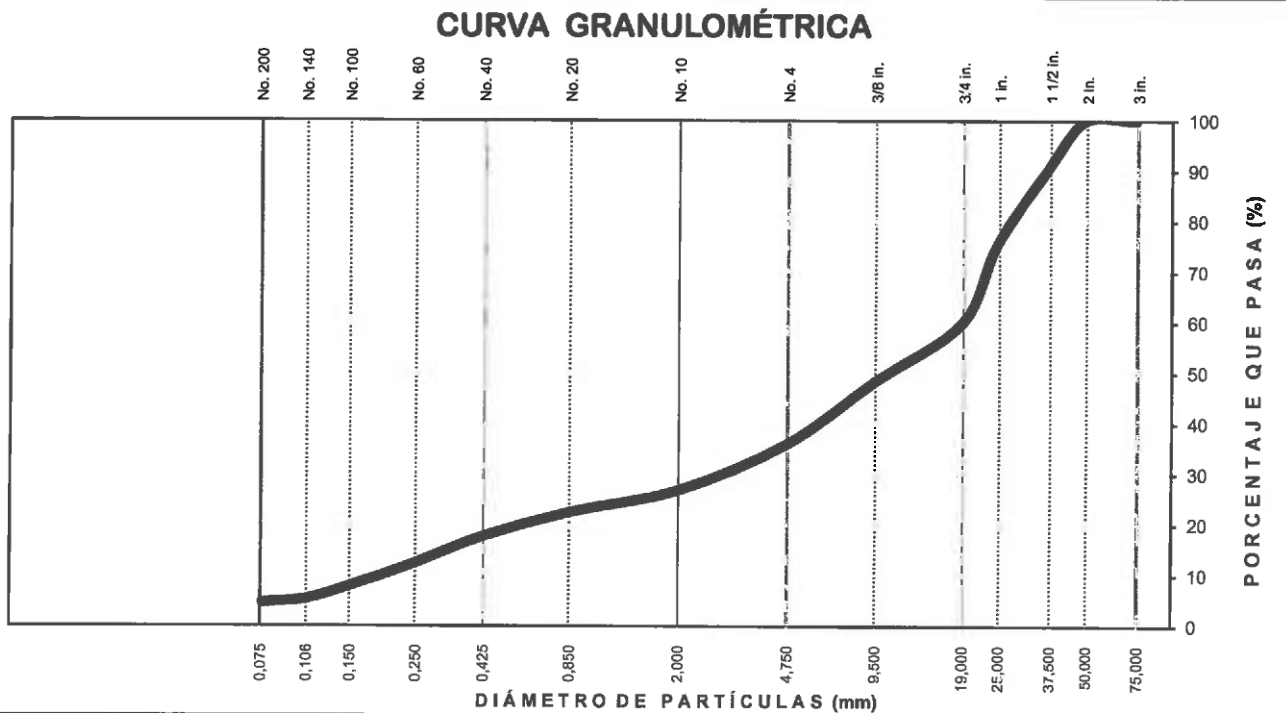
 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; font-size: 8px; color: red; text-align: center;"> Ensayos en conformidad con Acreditación según NTA 1907/02 17025 </div>	Laboratorio	Código: INF-LAB-003
	INFORME	Versión: 00
	Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17	Fecha: 2021-02-23
		Pagina 2 de 2
Ensayo para determinar la Gradacion de Partículas de Suelos mediante Análisis del Tamizado		

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO **Lugar** : SANCHEZPAMPA
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 **Exploración** : CANTERA SANCHEZPAMPA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Estrato / Nivel** : MATERIAL PRESTAMO
Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE **Fecha Reporte** : DICIEMBRE DEL 2021

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código del ensayo : 001-Gran

GRAFICO DE RESULTADOS



LIMO Y ARCILLA		ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
		FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

VALORES DE RESULTADOS

% Grava = 63.9	$D_{10} = D_{e(mm)} = 0.1952$
% Grava gruesa = 39.9	$D_{30(mm)} = 2.9222$
% Grava fina = 24.0	$D_{60(mm)} = 18.9265$
% Arena = 31.5	$D_{15(mm)} = 0.3326$
% Arena gruesa = 9.2	$D_{50(mm)} = 10.7397$
% Arena media = 9.1	$D_{25(mm)} = 32.7394$
% Arena fina = 13.1	$C_u = 96.97$
% de Finos = 4.7	$C_c = 2.31$




INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCULLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 106900

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados de los ensayos no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.

Trazabilidad de equipos: Tamiz Serie Fina:--, Tamiz Serie Gruesa:--, Balanza:892-OT, Horno de secado:892-OT, Equipo de Agitación SF:892-OT, Equipo de Agitación SG:892-OT, Tamiz de Lavado:TON 200-003, Equipo de Lavado:--

 	Laboratorio	Código: INF-LAB-005
	INFORME	Versión: 00
	Standard Practice for Classification of Soil for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System) ASTM D2487-17 Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes ASTM D3282-15	Fecha: 2021-02-23
		Página 1 de 1
CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPOSITOS DE INGENIERÍA (SUCS) CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VIAS DE TRANSPORTE (AASHTO)		

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA / AYACUCHO Lugar : SANCHEZPAMPA
 Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Estrato / Nivel : MATERIAL PRESTAMO
 Atención : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Fecha Reporte : DICIEMBRE DEL 2021

INFORMACIÓN DEL ENSAYO

Código de la Practica : 001-Clasif
 Ensayos referencia y códigos: Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils ASTM D4318-17 - Informe Código: 001-LIM
 Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis ASTM D6913M-17 - Informe Código: 001-Gran

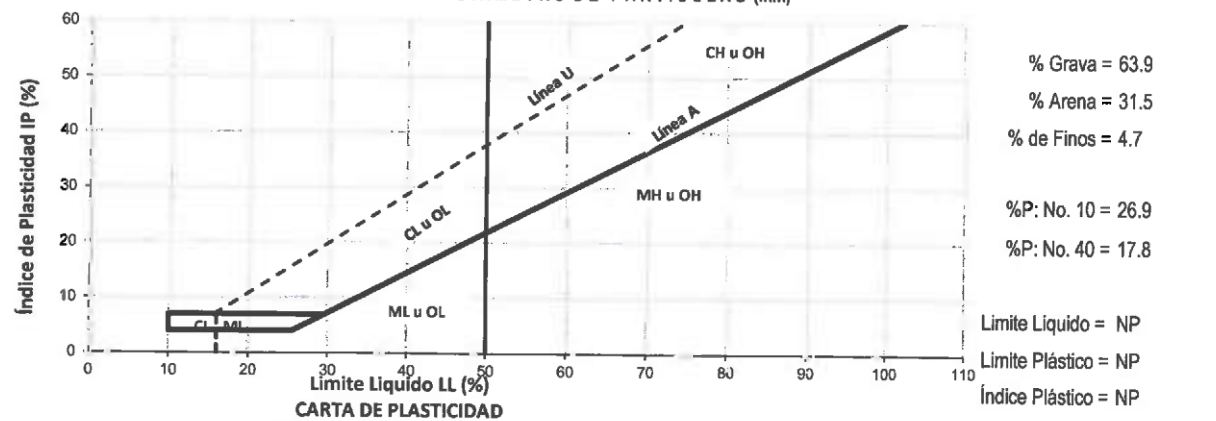
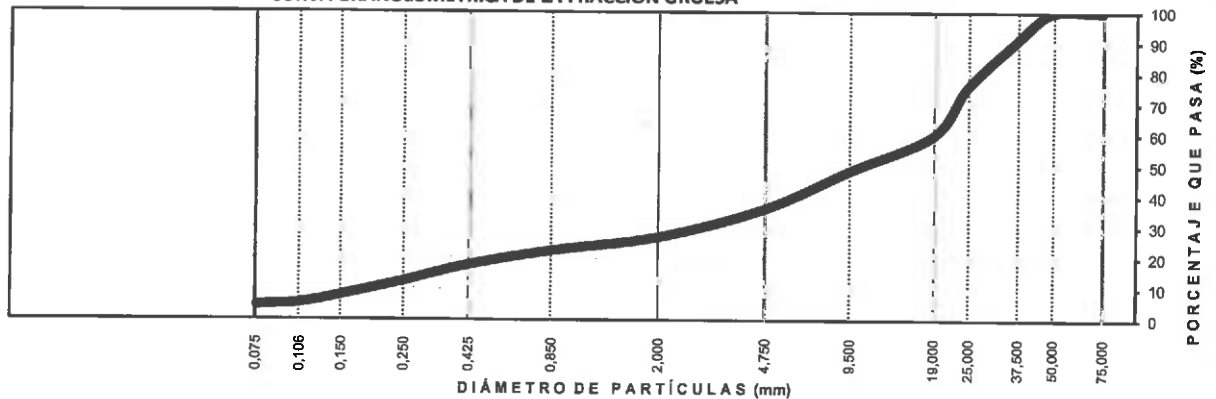
DE LA MUESTRA

Presenta Boleos (3"-12") y Bloques (>12"), proporción en volumen: Boleos %: No reportado por solicitante
 Bloques %: No reportado por solicitante

Nombre comercial o geológico:

RESULTADOS DE ENSAYOS PRELIMINARES

CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA FRACCIÓN GRUESA



CLASIFICACION DE SUELOS DEL MATERIAL PASANTE LA MALLA 3 In.

Clasificación de suelos y mezclas de suelo-agregado para propósitos de construcción de vías (AASHTO) :

A-1-a (0) Fragmentos de Roca, Grava y Arena



Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS) :

GW GRAVA BIEN GRADUADA CON ARENA

Condición de frontera: **NO**

OBSERVACIONES

- Los datos proporcionados por el cliente son los siguientes: proyecto, ubicación, solicitante, atención, lugar, exploración, estrato/nivel
- Los resultados no deben ser usados como una certificación de conformidad con normas o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Los resultados corresponden a ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio INGEOTECON.
- El informe de ensayo no podrá reproducirse en forma parcial, solo en su totalidad.


INGEOTECON S.R.L.

ING. Y. N. T. CUCULLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 C/P: 262986



HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MATERIAL DE SUB BASE Y BASE (MTC EG-2013)

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

REG-OPE-26.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

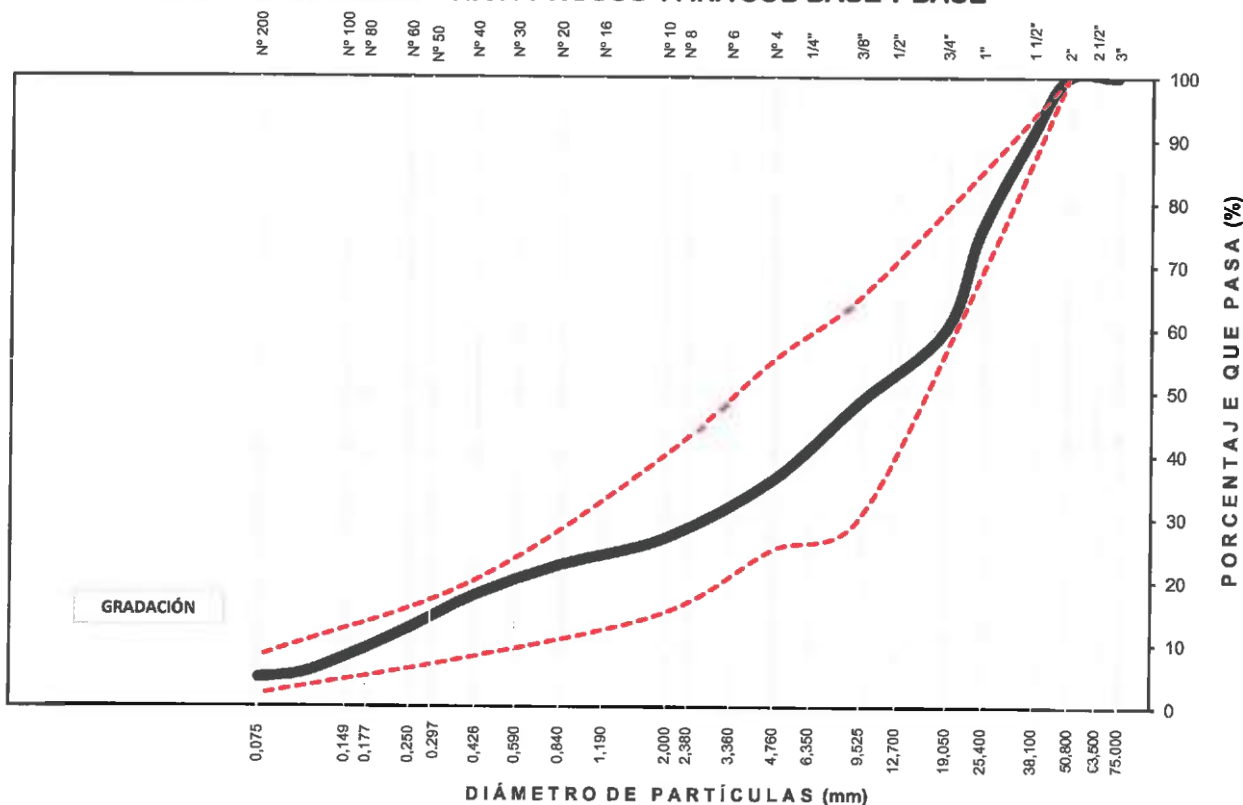
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA Lugar : SANCHEZPAMPA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

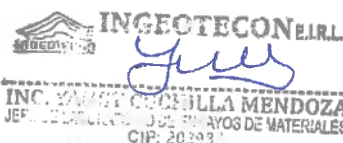
CURVA GRANULOMÉTRICA Y HUSOS PARA SUB BASE Y BASE



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS /BLOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

GRADACION MAS CERCANA : GRADACION A

D (mm)	D (")	% Pasa	GRADACION A			GRADACION B			GRADACION C			GRADACION D		
			Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.				
50.800	2"	100.00	100	100	OK	100	100	OK	--	--	--	--	--	--
25.400	1"	75.62	--	--	--	75	95	OK	100	100	NO	100	100	NO
9.525	3/8"	48.49	30	65	OK	40	75	OK	50	85	NO	60	100	NO
4.760	N° 4	36.13	25	55	OK	30	60	OK	35	65	OK	50	85	NO
2.000	N° 10	26.91	15	40	OK	20	45	OK	25	50	OK	40	70	NO
0.426	N° 40	17.79	8	20	OK	15	30	OK	15	30	OK	25	45	NO
0.075	N° 200	4.67	2	8	OK	5	15	NO	5	15	NO	8	15	NO





**ABRASIÓN LOS ÁNGELES - AL DESGASTE DE
LOS AGREGADOS MENORES A 1 1/2"
(MTC E 207)**

Código formato base:
FOR-SIG-01.00
Código del documento
REG-OPE-52.00


Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA Lugar : SANCHEZPAMPA
Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Granulometría de la muestra del agregado para ensayo							
Pasa Tamiz		Retenido Tamiz		A (12 esf) Peso (gr)	B (11 esf) Peso (gr)	C (8 esf) Peso (gr)	D (6 esf) Peso (gr)
1 1/2"	37.5mm	1"	25mm	1252.2			
1"	25mm	3/4"	19mm	1248.5			
3/4"	19mm	1/2"	12.5mm	1250.0			
1/2"	12.5mm	3/8"	9.5mm	1251.1			
3/8"	9.5mm	1/4"	6.3mm				
1/4"	6.3mm	Nº 4	4.75mm				
Nº 4	4.75mm	Nº 8	2.36mm				
TOTAL (gramos)				5,001.80	-	-	-

Muestra después del ensayo (500 revoluciones)	
Peso de la muestra después del ensayo =	3,286.0
% de Desgaste	34

ING. YANET CUCULLIA RUIFDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENsayOS DE MATERIALES
 CIP: 262934

	ENSAYO DE LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SOLIDOS DEL SUELO 206, E 113)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-32.00


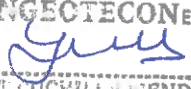
Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
 Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA Lugar : SANCHEZPAMPA
 Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)				
IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	1962.13	1965.44	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	2004.97	2008.43	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	1229.28	1223.20	
Gravedad Especifica		2.530	2.503	2.516
Gravedad Especifica SSS		2.585	2.558	2.571
Gravedad Especifica Aparente		2.677	2.648	2.663
% de absorción	%	2.183	2.187	2.185

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)				
IDENTIFICACION		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm ³	500	500	2.640
Peso de la muestra seca	gr	105.04	105.67	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	730.47	736.38	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	665.38	670.52	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	23.6	23.6	
Corrección por temperatura (K)		0.9992	0.9992	
Gravedad especifica de la muestra		2.627	2.652	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	36.1
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	63.9
Gravedad especifica de los sólidos	2.65


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. DANIEL GUICHILLAS BENDOZA
 JEFE DE LA SUBDIRECCION DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-35.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

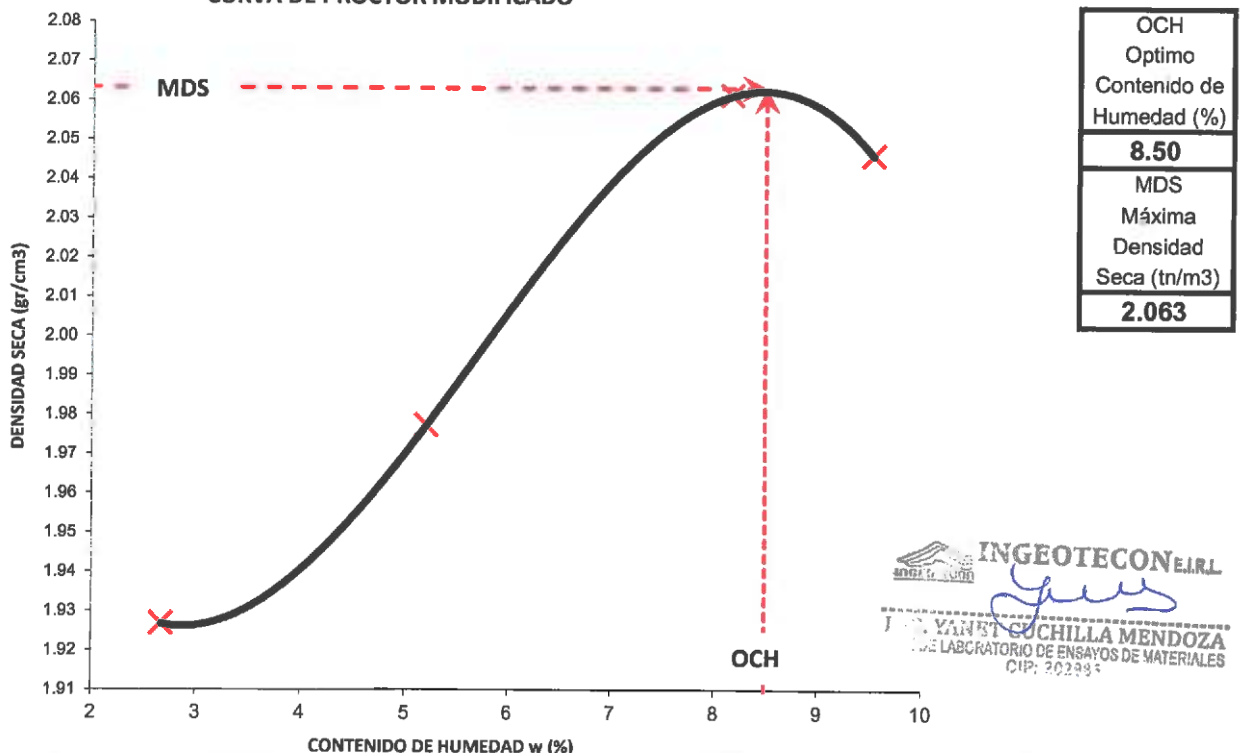
Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
 Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA Lugar : SANCHEZPAMPA
 Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO			
Clasificación SUCS :	GW GRAVA BIEN GRADUADA CON ARENA	METODO C	
Clasificación AASHTO :	A-1-a (0)	Capas : 5.00	Golpes/Capa 56
% Retenido acumulado malla N° 4 :	63.9	Material Pasante a usar PASA 3/4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	51.5	Molde (Pulg) 6	Código M5
% Retenido acumulado malla 3/4" :	39.9	Peso Molde (gr) : 6233.00	Volumen : 2144.32

ENSAYO DE COMPACTACIÓN					
Determinación N°		01	02	03	04
Peso del molde y muestra	gr	10,475	10,694	11,014	11,038
Peso de la muestra compactada	gr	4,242.0	4,461.0	4,781.0	4,805.0
Densidad húmeda	gr/cc	1.98	2.08	2.23	2.24
Densidad seca	gr/cc	1.93	1.98	2.06	2.05

CONTENIDO DE HUMEDAD					
Tarro N°		190.0	18.0	20.0	125.0
Peso tarro + suelo húmedo	gr	548.60	587.50	594.90	583.30
Peso de tarro + suelo seco	gr	535.94	561.38	554.90	538.30
Peso del tarro	gr	63.300	60.100	65.300	65.900
Peso del agua	gr	12.66	26.12	40.00	45.00
Peso del suelo seco	gr	472.64	501.28	489.60	472.40
Contenido de humedad	%	2.68	5.21	8.17	9.53

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO



INGEOTECON E.I.R.L.
 J. YANET CUCHILLA MENDOZA
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 302335

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Pro : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA

Lugar : SANCHEZPAMPA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE N°	1			7			10				
CAPAS N°	5			5			5				
GOLPES POR CAPA	56			26			12				
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO				
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	12,875			12,364			12,132				
PESO DEL MOLDE gr	8,179.00			7,753.00			7,871.00				
PESO SUELO HÚM. gr	4,696.00			4,611.00			4,261.00				
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2,122.00			2,118.53			2,121.51				
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2.21			2.18			2.01				
DENSIDAD SECA gr/cm3	2.061			2.027			1.871				
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial		final		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final
TARRO N° Nro.	314	49	33	314	49	125	314	49	49		
TARRO+SUELO HÚM. gr	908.8	875.3	567.9	909	875	555.2	909	875	568.8		
TARRO+SUELO SECO gr	852.6	819.0	528.0	853	819	514.6	853	819	525.1		
PESO DEL TARRO gr	75.50	65.87	35.99	75.50	65.87	66.26	75.50	65.87	65.87		
% DE HUMEDAD %	7.23	7.48	8.12	7.23	7.48	9.06	7.23	7.48	9.52		
HUMEDAD %	7.35		8.12	7.35		9.06	7.35		9.52		
ABSORCIÓN %	0.76			1.71			2.16				

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		1.04	1.04	0.54	0.74	0.74	0.38	0.78	0.78	0.41
1.270	0.050		6.43	6.43	3.32	2.38	2.38	1.23	1.59	1.59	0.82
1.900	0.075		10.66	10.66	5.51	4.42	4.42	2.29	2.34	2.34	1.21
2.540	0.100	6.9	13.56	13.56	7.01	6.47	6.47	3.34	3.01	3.01	1.55
3.170	0.125		16.18	16.18	8.36	8.48	8.48	4.38	3.68	3.68	1.90
3.810	0.150		19.42	19.42	10.03	10.40	10.40	5.37	4.23	4.23	2.19
4.445	0.175		22.75	22.75	11.76	14.73	14.73	7.61	5.22	5.22	2.70
5.080	0.200	10.35	26.58	26.58	13.73	17.00	17.00	8.79	6.08	6.08	3.14
7.620	0.300		37.19	37.19	19.22	26.27	26.27	13.58	9.73	9.73	5.03

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA

Lugar : SANCHEZPAMPA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	2.06	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	8.50
% Grava =	63.9	% Arena =	31.5
		% Finos =	4.7
Expansión % =	0.00%	Embebido (días) =	4.0

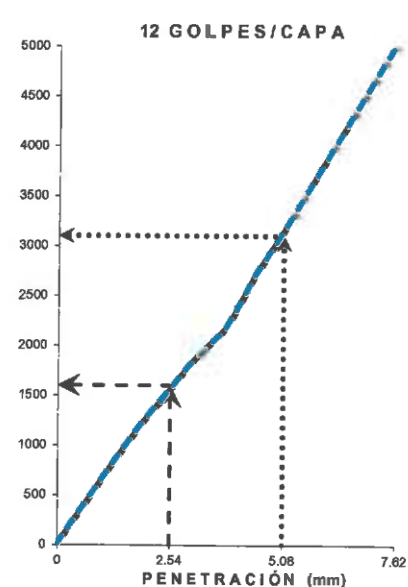
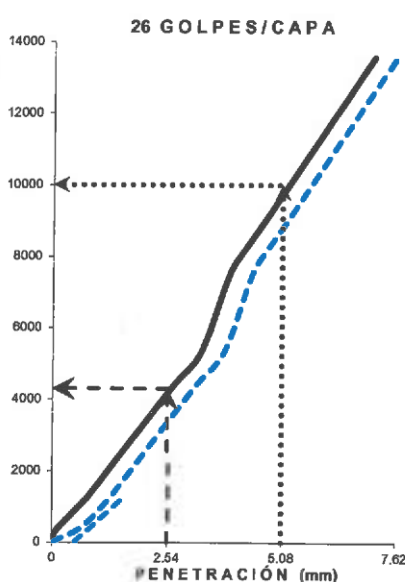
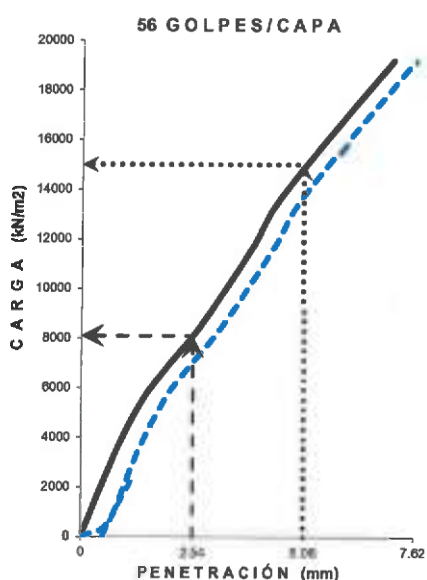
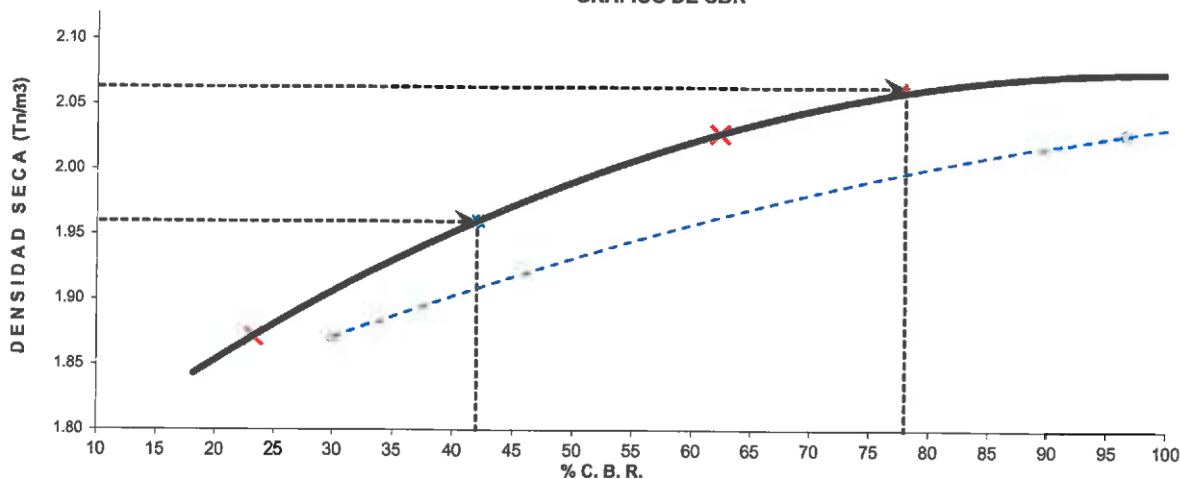
RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

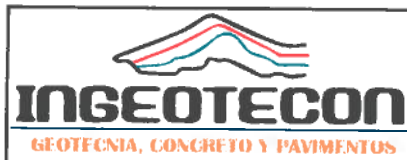
CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 78.0

CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 42.0

CBR AL 90% MDS = -.-

GRÁFICO DE CBR





ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELOS

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

REG-OPE-41.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA

Distrito : AYACUCHO

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO


Lugar : SANCHEZPAMPA

MUESTRA	ELEMENTOS			
	SALES SOLUBLES TOTALES (ppm)	CLORUROS (ppm)	SULFATOS (ppm)	PH
: CANTERA SANCHEZPAMPA : MATERIAL PRESTAMO	542.00	126.00	356.00	7.35
GRADO DE AFECTACION PARA EL CONCRETO	No perjudicial	No perjudicial	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	Neutro



INGEOTECON E.I.R.L.



 ING. YANET CUCHILLA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS
 CIP: 20235

	EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADOS FINOS (MTC E 114)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-51.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : AYACUCHO
Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA Lugar : SANCHEZPAMPA
Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Descripción		Ensayo N° 1	Ensayo N° 2
Nivel superior de la muestra total	mm	204.0	206.0
Nivel del disco en el dispositivo de lecturas	mm	333.0	331.0
Altura del disco en el dispositivo de lecturas	mm	256.45	256.45
Nivel superior de la arena	mm	76.55	74.55
Equivalente de arena	%	38	36
EQUIVALENTE DE ARENA	EA %		37

 **INGOTECON S.R.L.**
[Firma]
ING. YANET CUCUPUMAYAN
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 202376



**PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN
AGREGADOS (MTC E 223)**

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

FOR-OPE-56.00

Proyecto: "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Reg/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA

Lugar : SANCHEZPAMPA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Fracción			Planas				Alargadas			
			Relación: 1 a 3				Relación: 1 a 3			
Pasa	Retiene	Gradación original (%)	Peso Total de la fracción ensayada (gr)	Peso de partículas Planas (gr)	% Partículas Planas	% Partículas Planas Corregida	Peso Total de la fracción ensayada (gr)	Peso de partículas Alargadas (gr)	% Partículas Alargadas	% Partículas Alargadas Corregida
2 1/2"	2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2"	1 1/2"	14.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 1/2"	1"	23.7	955.5	96.9	10.1	2.4	955.5	0.0	0.0	0.0
1"	3/4"	24.3	2,368.9	68.7	2.9	0.7	2368.9	17.4	0.7	0.2
3/4"	3/8"	18.2	11,771.9	50.7	0.4	0.1	#####	64.7	0.5	0.1
3/8"	N° 4	19.3	490.5	2.9	0.6	0.1	490.5	1.7	0.3	0.1
Sub Total:		100				3.3				0.3

Porcentaje de Planas y Alargadas

3.6 %

ING. YANBT CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986



RESUMEN DE REQUISITOS DE CALIDAD PARA MATERIAL DE SUB BASE (EG-2013 TABLA 402-02)					
Ensayo	Norma MTC	Requerimiento		: CANTERA LA MODERNA	Observación
		< 3000 msnm	> 3000 msnm		
Requerimiento Granulométrico (EG-2013 tabla 403-01)	MTC E 107	Huso A,B,C y D	Huso A	GRADACION B	CUMPLE > 3000msnm CUMPLE < 3000msnm
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	50 % máx.		38%	CUMPLE
CBR (Referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de Carga de 0.1")	MTC E 132	30 % mín. para Pavimentos Rígidos zonas urbanas		70.0%	CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico < 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		60 % mín. para Pavimentos Rígidos en carreteras (Tráfico > 15x10 ⁶ EE)			CUMPLE
		40 % mín. para Pavimentos Flexibles (urbanas y carreteras)			CUMPLE
Límite Líquido	MTC E 110	25% máx.		14.9%	CUMPLE
Índice de Plasticidad	MTC E 111	6% máx.		4.4%	CUMPLE < 3000msnm
			4% máx.		NO CUMPLE > 3000msnm
Equivalente de Arena	MTC E 114	25% mín.		36%	CUMPLE < 3000msnm
			35% mín.		CUMPLE > 3000msnm
Sales Solubles	MTC E 219	1% máx.		0.079%	CUMPLE
Partículas Chatas y Alargadas (Relación 1:3)	MTC E 211	20% máx.		2.6%	CUMPLE
PARA CONTROL DE COMPACTACIÓN					
Máxima Densidad Seca Proctor Modificado MDS (tn/m ³)	MTC E 115	2.12			
Óptimo Contenido de Humedad Proctor Modificado OCH (%)	MTC E 115	6.50%	Rango : (5.0% - 8.0%)		

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : -.-

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

Estrato / Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS (MTC E 111)

	RECIPIENTE	Nº	127	285		
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	22.052	26.946		
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	21.705	26.593		
3	PESO RECIPIENTE	gr	18.433	23.170		
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	0.35	0.35		
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	3.27	3.42		
6	HUMEDAD	%	10.60%	10.31%		

LIMITE PLÁSTICO

%

10.5%

DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)

	RECIPIENTE	Nº	PROCEDIMIENTO DE MULTIPUNTO			UNIPUNTO
			45	144	45	
1	PESO SUELO HUMEDO+RECIPIENTE	gr	34.410	36.509	35.153	
2	PESO SUELO SECO+RECIPIENTE	gr	32.960	34.731	32.961	
3	PESO RECIPIENTE	gr	21.475	22.075	21.475	
4	PESO AGUA (1)-(2)	gr	1.450	1.778	2.192	
5	PESO SECO (2)-(4)	gr	11.485	12.656	11.486	
6	HUMEDAD	%	12.63%	14.05%	19.08%	
7	NUMERO DE GOLPES	Nº	33	26	16	

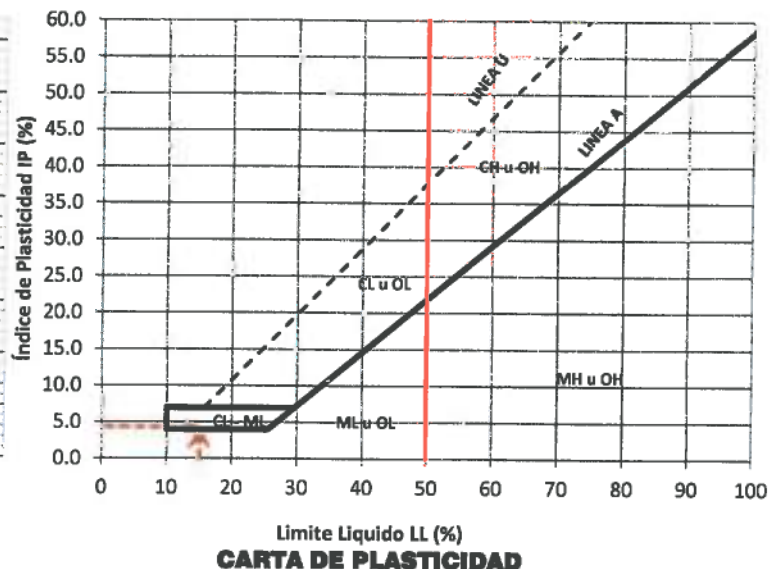
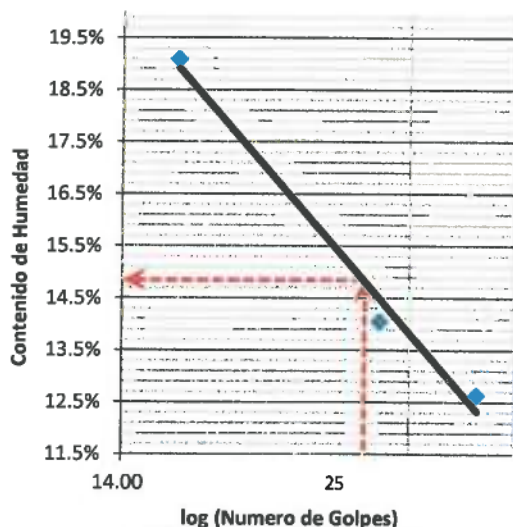
LIMITE LIQUIDO

%

14.9%

ÍNDICE PLÁSTICO (%) IP=LL-LP=

4.4%



INGEOTECON E.L.R.L.
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBELE

Distrito : -.-

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

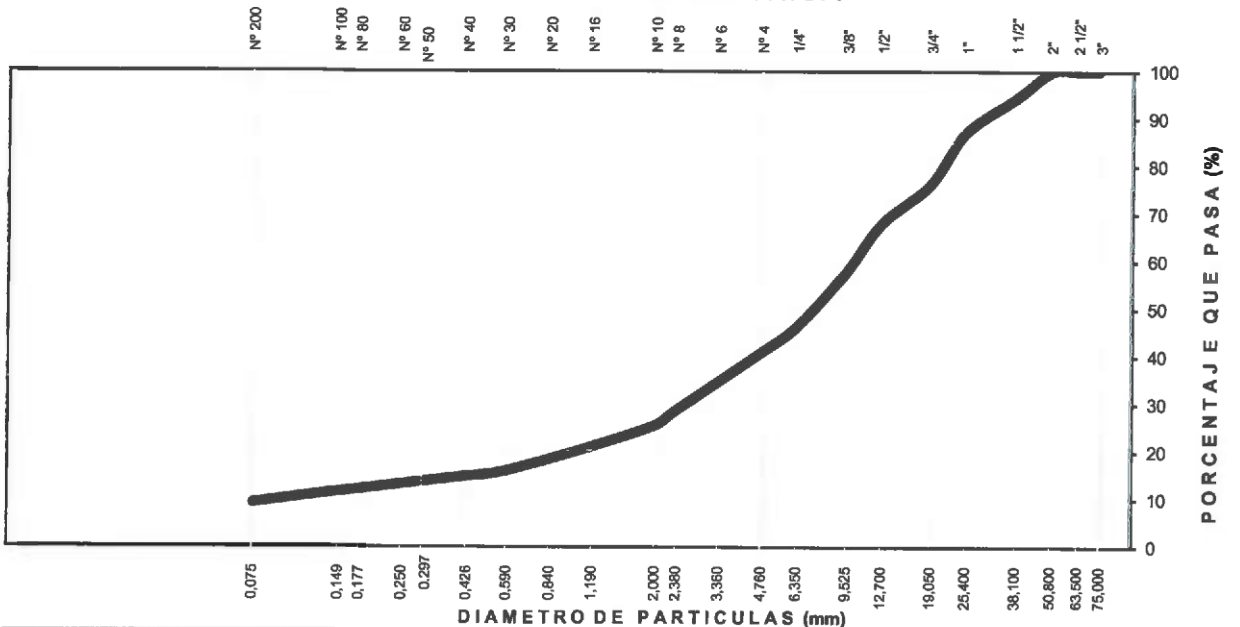
Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

TAMIZ ASTM	Abertura (mm)	PESO (gr) RETENIDO	% RETEN PARCIAL	% RETEN ACUMULADO	% QUE PASA	DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	3"	75.000	-	-	100.00	ENSAYOS ESTÁNDAR		
	2 1/2"	63.500	-	-	100.00	Peso seco inicial (gr)	5252.7	
	2"	50.800	-	-	100.00	Peso seco lavado (gr)	4765.2	
	1 1/2"	38.100	296.00	5.64	94.36	Pérdida por lavado (gr)	487.5	
	1"	25.400	374.20	7.12	87.24	Humedad (%)	2.38	
	3/4"	19.000	576.00	10.97	76.28	% Grava	59.2	
	1/2"	12.700	436.20	8.30	67.97	% Grava gruesa	23.7	
	3/8"	9.500	538.00	10.24	57.73	% Grava fina	35.4	
	1/4"	6.350	605.80	11.53	46.20	% Arena	31.6	
	Nº 4	4.760	281.20	5.35	40.84	% Arena gruesa	15.3	
	Nº 8	2.360	646.60	12.31	28.53	% Arena media	10.7	
	Nº 10	2.000	159.00	3.03	25.50	% Arena fina	5.5	
	Nº 16	1.100	263.20	5.01	20.49	% de Finos	9.3	
	Nº 30	0.590	235.80	4.49	16.01	D ₁₀ = D _{60(mm)} =	0.0976	
	Nº 40	0.425	63.00	1.20	14.81	D _{30(mm)} =	2.6462	
	Nº 50	0.297	53.80	1.02	13.78	D _{60(mm)} =	10.2097	
	Nº 100	0.149	113.00	2.15	11.63	Cu =	104.55	
	Nº 200	0.075	123.40	2.35	9.28	Cc =	7.02	
	Lavado		487.5	9.28	100.00			
	TOTAL		5252.7	100.0			CLASIFICACIÓN	
						AASHTO	A-1-a (0)	
						Clasificación SUCS	GP-G(C-M)	

GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA

CURVA GRANULOMÉTRICA



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLON. /BLOQ.
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	



HUSOS GRANULOMÉTRICOS PARA MATERIAL DE SUB BASE Y BASE (MTC EG-2013)

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

REG-OPE-26.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCVELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : --

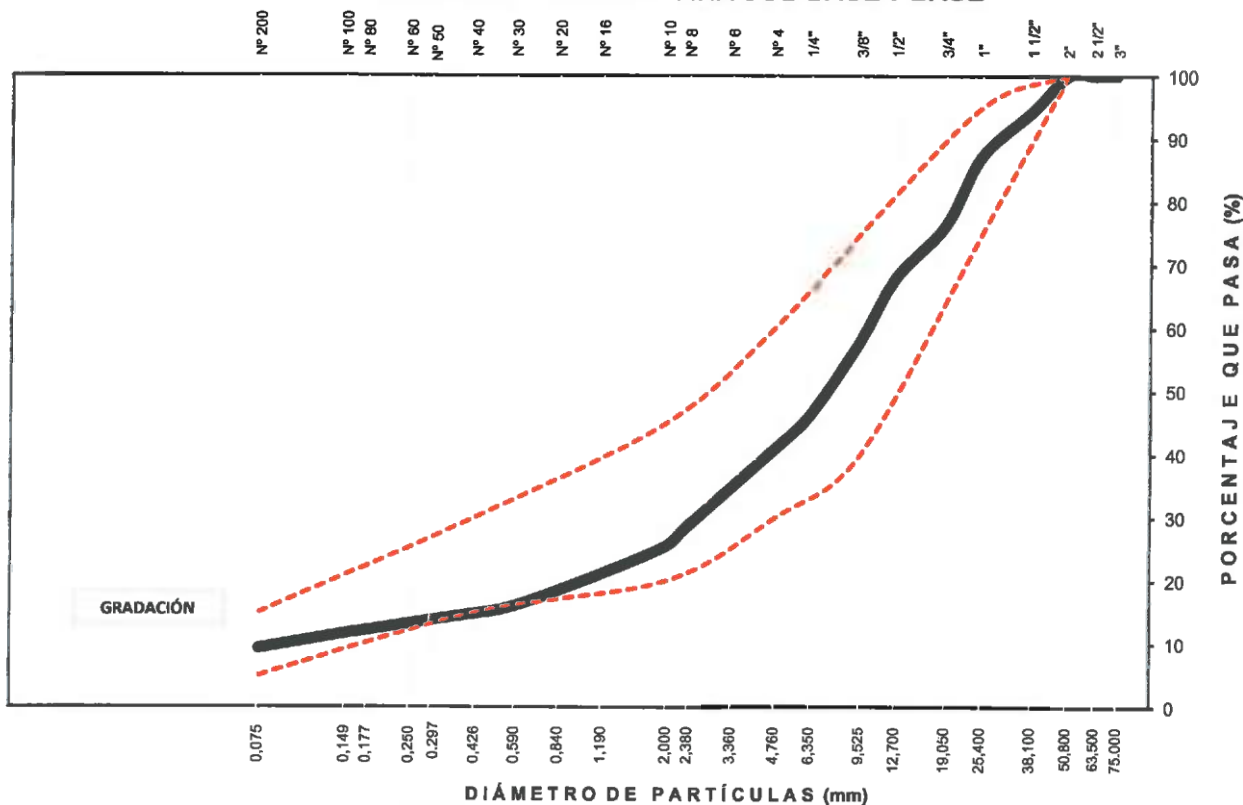
Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

CURVA GRANULOMÉTRICA Y HUSOS PARA SUB BASE Y BASE



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA		BOLEOS /BLOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA	FINA	GRUESA	

GRADACION MAS CERCANA : **GRADACION B**

D (mm)	D (")	% Pasa	GRADACION A			GRADACION B			GRADACION C			GRADACION D		
			Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.	Limites %Pasa	Cond.		
50.800	2"	100.00	100	100	OK	100	100	OK	--	--	--	--	--	--
25.400	1"	87.24	--	--	--	75	95	OK	100	100	NO	100	100	NO
9.525	3/8"	57.73	30	65	OK	40	75	OK	50	85	OK	60	100	NO
4.760	N° 4	40.84	25	55	OK	30	60	OK	35	65	OK	50	85	NO
2.000	N° 10	25.50	15	40	OK	20	45	OK	25	50	OK	40	70	NO
0.426	N° 40	14.81	8	20	OK	15	30	NO	15	30	NO	25	45	NO
0.075	N° 200	9.28	2	8	NO	5	15	OK	5	15	OK	8	15	OK

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



**ENSAYO DE LA
GRAVEDAD ESPECIFICA
DE LOS SOLIDOS DEL
SUELO
(MTC E 206, E 113)**

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

REG-OPE-32.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : --

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

MATERIAL RETENIDO EN LA MALLA N°4 (MTC E 206)

IDENTIFICACION		ENSAYO N°01	ENSAYO N°02	PROMEDIO
Peso en el aire de la muestra seca	gr	221.08	221.58	
Peso en el aire de la muestra SSS	gr	220.74	221.30	
Peso sumergido en agua de la muestra SSS (gr)	gr	136.68	137.40	
Gravedad Especifica		2.630	2.641	2.636
Gravedad Especifica SSS		2.626	2.638	2.632
Gravedad Especifica Aparente		2.619	2.632	2.626
% de absorción	%	-0.153	-0.128	-0.140

MATERIAL PASANTE LA MALLA N°4 (MTC E 113)

IDENTIFICACIÓN		MUESTRA 01	MUESTRA 02	PROMEDIO
Capacidad de Picnómetro	cm ³	500	500	2.631
Peso de la muestra seca	gr	100.01	100.10	
Peso de Picnómetro con la muestra y agua	gr	726.54	732.10	
Peso de Picnómetro aforado lleno de agua	gr	664.36	670.15	
Temperatura del agua en el ensayo	°C	25	25	
Corrección por temperatura (K)		0.9988	0.9988	
Gravedad especifica de la muestra		2.641	2.621	

Porcentaje Retenido en la Malla N°4 (%)	59.2
Porcentaje que pasa la Malla N°4 (%)	40.8
Gravedad especifica de los sólidos	2.628


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

	COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (MTC E 115)	Código formato base:
		FOR-SIG-01.00
		Código del documento
		REG-OPE-35.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002 Región/Provinc. : HUANCVELICA
 Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE Distrito : --
 Exploración : CANTERA LA MODERNA Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY
 Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GP-G(C-M) GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA LIMO!	METODO C
Clasificación AASHTO :	A-1-a (0) Capas : 5.00	Golpes/Capa 56
% Retenido acumulado malla N° 4 :	59.2 Material Pasante a usar PASA 3/4	"
% Retenido acumulado malla 3/8" :	42.3 Molde (Pulg) 6	Código MI
% Retenido acumulado malla 3/4" :	23.7 Peso Molde (gr) : 5989.00	Volumen : 2125.13

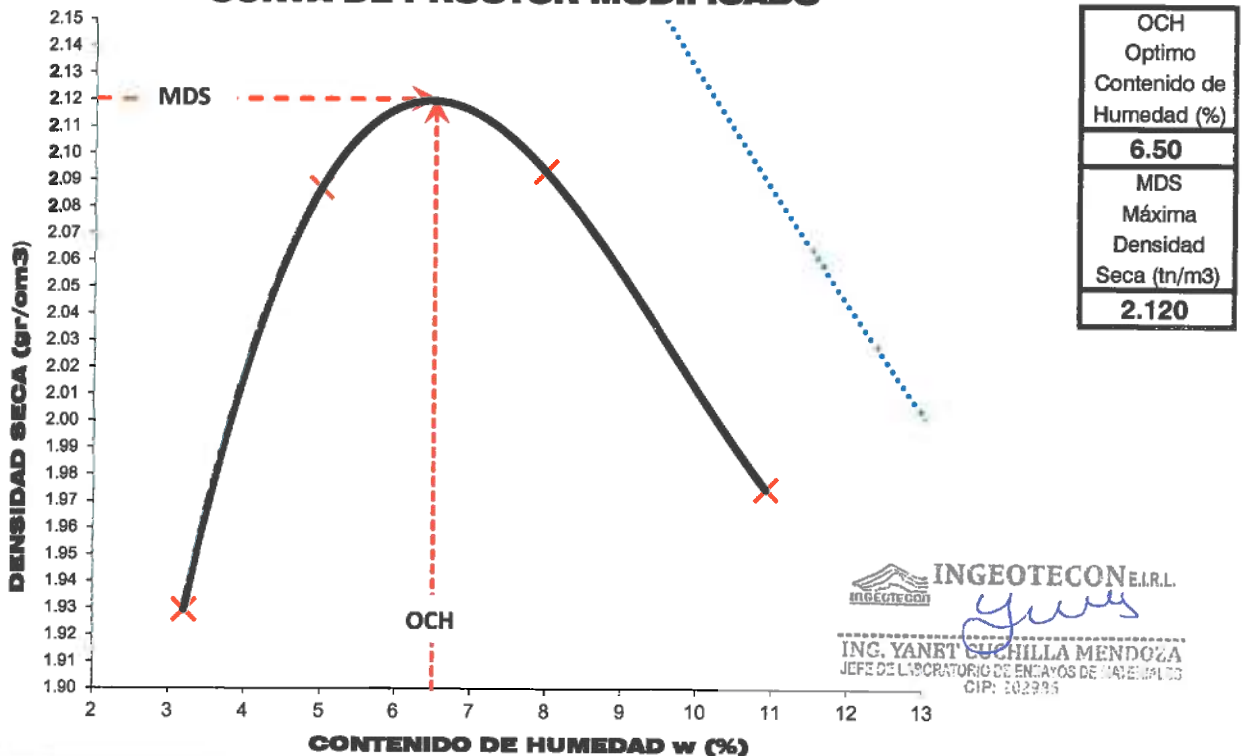
ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Determinación N°	01	02	03	04
Peso del molde y muestra gr	10,220	10,645	10,792	10,643
Peso de la muestra compactada gr	4,231.0	4,656.0	4,803.0	4,654.0
Densidad húmeda gr/cc	1.99	2.19	2.26	2.19
Densidad seca gr/cc	1.93	2.09	2.09	1.97

CONTENIDO DE HUMEDAD

Tarro N°	114.0	230.0	354.0	43.0
Peso tarro + suelo húmedo gr	509.50	508.40	481.30	575.80
Peso de tarro + suelo seco gr	496.40	488.40	452.30	526.10
Peso del tarro gr	88.440	88.690	88.800	70.988
Peso del agua gr	13.10	20.00	29.00	49.70
Peso del suelo seco gr	407.96	399.71	363.50	455.11
Contenido de humedad %	3.21	5.00	7.98	10.92

CURVA DE PROCTOR MODIFICADO




INGEOTECON E.I.R.L.
Yanet
ING. YANET SUCILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 302395

TRAZABILIDAD: HORNO MARCA PINZLAR PG190 SERIE 298 CALIBRACION CERT. T-3015, BALANZA OHAUS R21PEAZH SERIE 8336290394 CALIBRACION CERT. M-6536 ISO 17025 / BALANZA MARCA OHAUS PAJAJ102 SERIE B640110613 CALIBRACION CERT. M-6538 ISO 17025, BALANZA OHAUS 3082018 SERIE B644227517 CERT. N° 063-2019 GLM / BALANZA ELECTRONIC /ING-021 CERT. N° 063-2019 GLM

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Pro : HUANCAYELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : --

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE Nº	7			12			14			
CAPAS Nº	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12,643			12,490			12,636		
PESO DEL MOLDE	gr	7,763.00			7,829.00			8,085.00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4,880.00			4,661.00			4,551.00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2,127.50			2,121.38			2,127.84		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2.29			2.20			2.14		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2.13			2.04			1.98		
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº	Nro.	14	106	356	14	106	356	14	106	356
TARRO+SUELO HÚM.	gr	252.1	252.2	731.3	252.1	252.2	731.3	252.1	252.2	731.3
TARRO+SUELO SECO	gr	237.9	237.6	684.3	237.9	237.6	684.3	237.9	237.6	684.3
PESO DEL TARRO	gr	60.47	48.35	87.97	60.47	48.35	87.97	60.47	48.35	87.97
% DE HUMEDAD	%	8.00	7.71	7.88	8.00	7.71	7.88	8.00	7.71	7.88
HUMEDAD	%	7.86		7.88	7.86		7.88	7.86		7.88
ABSORCIÓN	%	0.01			0.01			0.01		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%
4	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%	0.00	127.00	0.00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0.000	0.000		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.630	0.025		1.41	1.41	0.73	1.52	1.52	0.79	1.29	1.29	0.67
1.270	0.050		3.97	3.97	2.05	3.46	3.46	1.79	2.88	2.88	1.49
1.900	0.075		6.83	6.83	3.53	5.28	5.28	2.73	4.23	4.23	2.19
2.540	0.100	6.9	9.70	9.70	5.01	7.05	7.05	3.64	5.38	5.38	2.78
3.170	0.125		12.42	12.42	6.42	8.79	8.79	4.54	6.38	6.38	3.30
3.810	0.150		15.31	15.31	7.91	10.53	10.53	5.44	7.23	7.23	3.74
4.445	0.175		18.41	18.41	9.51	12.16	12.16	6.28	7.95	7.95	4.11
5.080	0.200	10.35	21.50	21.50	11.11	13.65	13.65	7.05	8.64	8.64	4.47
7.620	0.300		32.44	32.44	16.76	18.51	18.51	9.57	10.68	10.68	5.52


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUEBILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : -.-

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS : GP-G(C-M) GRAVA MAL GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA AASHTO : A-1-a (0)

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) : 2.12 Optimo Contenido de Humedad OCH % = 6.50

% Grava = 59.2 % Arena = 31.6 % Finos = 9.3 LL % = 14.9% LP % = 10.5%

Expansión % = 0.00% Embebido (días) = 4.0 IP % = 4.4%

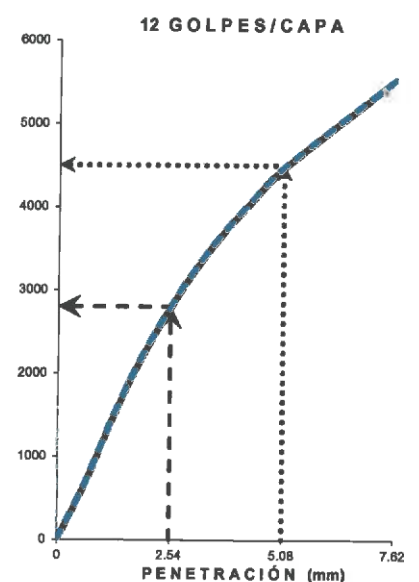
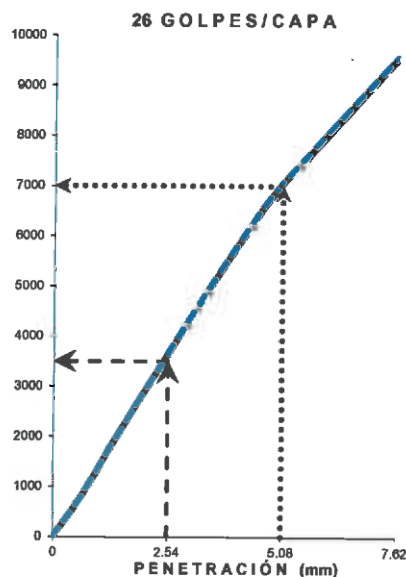
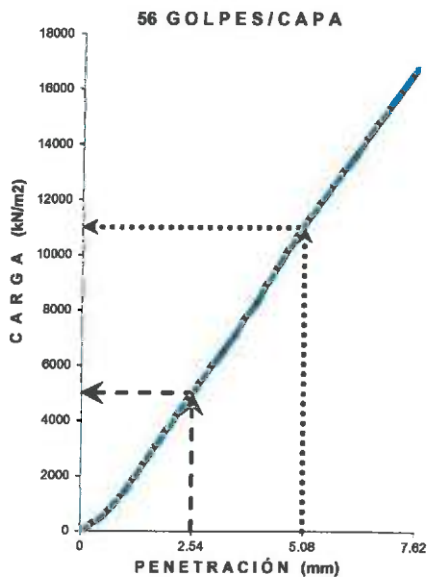
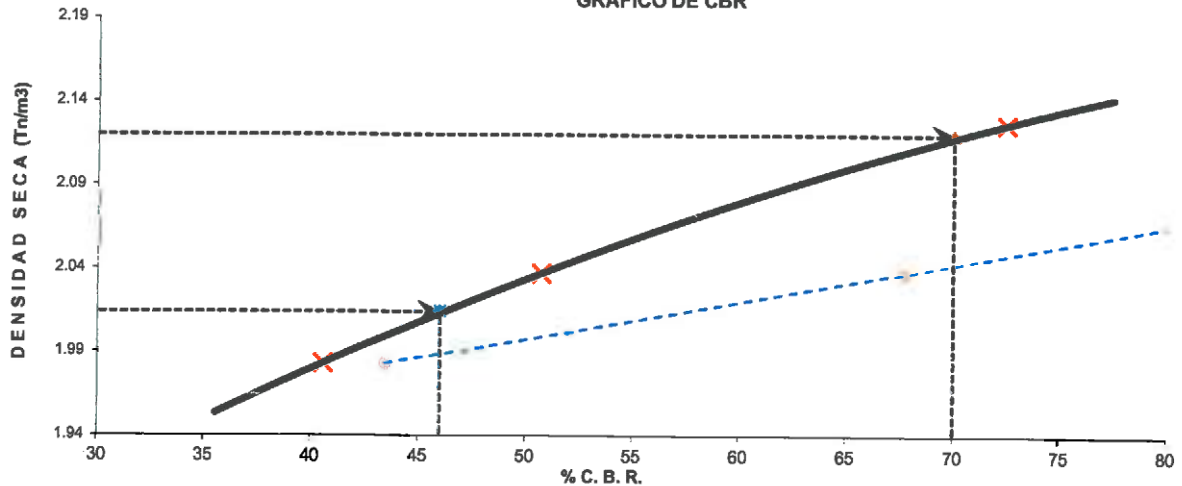
RESULTADOS DEL ENSAYO (0.1' DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 70.0

CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 46.0

CBR AL 90% MDS = -.-

GRÁFICO DE CBR



INGEOTECON E.I.R.L.
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAJOS DE MATERIALES



ANÁLISIS QUÍMICO EN SUELOS

Código formato base:

FOR-SIG-01.00

Código del documento

REG-OPE-41.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Región/Provinc. : HUANCAVELICA

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Distrito : -.-


Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

MUESTRA	ELEMENTOS			
	SALES SOLUBLES TOTALES (ppm)	CLORUROS (ppm)	SULFATOS (ppm)	PH
: CANTERA LA MODERNA : MATERIAL DE CANTERA	789.80	524.30	264.60	8.75
GRADO DE AFECTACION PARA EL CONCRETO	No perjudicial	No perjudicial	Exposicion a sulfatos insignificante - Despreciable	Muy Alcalino
				No tomar medidas de protección


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

	ABRASIÓN LOS ÁNGELES - AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS MENORES A 1 1/2" (MTC E 207)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento: REG-OPE-52.00

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : -.-

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Granulometría de la muestra del agregado para ensayo

Pasa Tamiz		Retenido Tamiz		A (12 esf) Peso (gr)	B (11 esf) Peso (gr)	C (8 esf) Peso (gr)	D (6 esf) Peso (gr)
1 1/2"	37.5mm	1"	25mm	1 250.0			
1"	25mm	3/4"	19mm	1 250.0			
3/4"	19mm	1/2"	12.5mm	1 250.0			
1/2"	12.5mm	3/8"	9.5mm	1 250.0			
3/8"	9.5mm	1/4"	6.3mm				
1/4"	6.3mm	Nº 4	4.75mm				
Nº 4	4.75mm	Nº 8	2.36mm				
TOTAL (gramos)				5,000.00	-	-	-

Muestra después del ensayo (500 revoluciones)

Peso de la muestra después del ensayo =	3,110.0
% de Desgaste	38


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202936

Proyecto: "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Reg/Prov. : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : --

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS - TINTAY

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

Fracción			Planas				Alargadas			
			Relación: 1 a 3				Relación: 1 a 3			
Pasa	Retiene	Gradación original (%)	Peso Total de la fracción ensayada (gr)	Peso de partículas Planas (gr)	% Partículas Planas	% Partículas Planas Corregida	Peso Total de la fracción ensayada (gr)	Peso de partículas Alargadas (gr)	% Partículas Alargadas	% Partículas Alargadas Corregida
2 1/2"	2"	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2"	1 1/2"	10.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1 1/2"	1"	13.2	828.6	0.0	0.0	0.0	828.6	0.0	0.0	0.0
1"	3/4"	20.4	809.2	0.0	0.0	0.0	809.2	0.0	0.0	0.0
3/4"	1/2"	15.4	454.9	22.0	4.8	0.7	454.9	25.5	5.6	0.9
1/2"	3/8"	19.0	580.1	12.9	2.2	0.4	580.1	3.3	0.6	0.1
3/8"	1/4"	21.4	500.0	7.0	1.4	0.3	500.0	3.3	0.7	0.2
Sub Total:		100				1.5				1.1

Porcentaje de Planas y Alargadas

2.6 %


ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 302986

Anexo 03. Ensayos de investigación en laboratorio

Anexo 03.1. Ensayos con el Equipo de Deflectómetro de Impacto Liviano

LWD



Consultorías y Ensayos de Campo

INFORME
GRADO DE COMPACTACIÓN CON DEFLECTOMETRO DE IMPACTO LIGERO - LWD, MODULO DE RIGIDEZ Y RADIO DE CURVATURA.
(M.M.M.P. 1.16/20)

Código:	INF-CEC-001
Versión:	01
Fecha:	2021-05-01
Número de páginas:	2

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRAN
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : ATHELIN CAHUANA CHUMBILE
Lugar : CANTERA PALLCCA
Fecha de Reporte : ene-22

Coefficiente de Poisson ν : 0,35

Diámetro plato ensayo (mm): 150
Factor de distribución esfuerzos A : 2,67

Nro.	DÍA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Óptimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 01	CBR 47	11,50	11,30	56,0	8,079	8315	470,5	1,225	18,29	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,497			0,847			
						8,369			1,029			
						8,486			0,385			
						8,414			0,946			
8,494		0,875										
2		CBR 65	11,65	11,30	26,0	8,18	8423	476,6	1,079	26,72	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,464			0,797			
						8,624			0,637			
						8,577			0,691			
						8,596			0,664			
8,604		0,618										
3		CBR 71	13,06	11,30	12,0	8,146	8353	472,7	1,337	44,30	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,408			0,648			
						8,504			0,669			
	8,590					0,713						
	8,518					0,727						
8,344	0,711											
1	DIA 02	CBR 27	11,62	11,30	56,0	8,009	8292	469,3	1,883	63,40	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,401			0,793			
						8,467			0,599			
						8,599			0,541			
						8,505			0,579			
8,349		0,607										
2		CBR 43	11,54	11,30	26,0	8,152	8391	474,9	1,035	34,66	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,483			0,66			
						8,539			0,54			
						8,459			0,739			
						8,420			0,741			
8,366		0,702										
3		CBR 45	14,32	11,30	12,0	8,142	8236	466,0	2,659	56,61	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,329			0,938			
									1,256			
	8,440					0,386						
	8,415					0,345						
8,538	0,731											
	8,382		479,0	1,299								

INGEOTECON S.R.L.
CALLE YANET CARRIL RUMERINOZA 0,8050
DEF. DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 302980



Consultorías y Ensayos de Campo

INFORME
GRADO DE COMPACTACIÓN CON DEFLECTOMETRO DE IMPACTO LIGERO - LWD, MODULO DE RIGIDEZ Y RADIO DE CURVATURA.
(M.MMP.1.16/20)

Código:	INF-CEC-001
Versión:	01
Fecha:	2021-05-01
Número de páginas:	2

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRAN
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA Lugar : CANTERA PALLCCA
Solicitante : ATHELIN CAHUANA CHUMBILE Fecha de Reporte ene-22


Diámetro plato ensayo (mm): 150

Coefficiente de Poisson ν : 0,35

Factor de distribución esfuerzos A : 2,67

Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión Individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 03	CBR 37	11,67	11,30	56,0	8,382	8496	480,8	1,299	54,20	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,543			0,57			
						8,563			0,529			
						8,559			0,651			
						8,584			0,629			
8,582		0,617										
2		CBR 12	13,25	11,30	26,0	8,363	8325	471,1	0,517	23,87	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,287			0,786			
						8,369			0,831			
						8,374			0,755			
						8,461			0,764			
3		CBR 50	14,32	11,30	12,0	8,257	8224	465,4	2,901	63,02	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,291			0,977			
						8,123			1,168			
						8,322			0,811			
	8,450					0,863						
8,176	0,838											
1	DIA 04	CBR 13	11,82	11,30	56,0	8,456	8313	470,4	1,699	27,28	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,202			1,089			
						8,281			1,088			
						8,514			0,729			
						8,354			0,692			
8,506		0,689										
2		CBR 66	11,91	11,30	26,0	7,88	8146	461,0	1,449	87,54	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,39			0,747			
						8,168			0,106			
						8,594			0,774			
						8,222			0,833			
8,559		0,779										
3		CBR 70	14,54	11,30	12,0	8,372	8451	478,2	1,873	63,71	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,483			0,702			
						8,499			0,663			
	8,302					0,933						
	8,260					0,953						
8,357	0,9322											

INGEOTECON S.R.L.
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
DIRECCIÓN DE ENSAYOS DE MATERIALES

	Consultorías y Ensayos de Campo	Código: INF-CEC-001
	INFORME	Versión: 01
	GRADO DE COMPACTACIÓN CON DEFLECTOMETRO DE IMPACTO LIGERO -LWD, MODULO DE RIGIDEZ Y RADIO DE CURVATURA. (M.M.P.1.18/20)	Fecha: 2021-05-01
		Número de páginas: 2

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRAN
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA
Solicitante : ATHELIN CAHUANA CHUMBILE


Lugar : CANTERA LA MODERNA
Fecha de Reporte : ene-22

Coeficiente de Poisson ν : 0,35

Factor de distribución esfuerzos A : 2,67

Diámetro plato ensayo (mm): 150


Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Óptimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)				
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)	
1	DIA 01	CBR 60	6,55	6,50	56,0	8,707	8693	491,9	0,989	27,58	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
						8,701			0,561				
						8,67			0,778				
						8,568			0,515				
						8,537			0,512				
2		CBR 33	6,89	6,50	26,0	8,739	8747	495,0	1,174	28,25	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
						8,733			0,962				
						8,769			0,652				
						8,638			0,515				
						8,698			0,525				
3		DIA 02	CBR 38	6,94	6,50	12,0	8,59	8593	486,3	0,175	62,36	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
							8,587			0,855			
							8,602			0,845			
							8,811			0,542			
							8,810			0,535			
1	CBR 03		6,79	6,50	56,0	8,767	8743	494,8	0,942	69,05	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
						8,745			0,153				
						8,718			0,632				
						8,738			0,539				
						8,661			0,535				
2	CBR 13		6,87	6,50	26,0	8,832	8815	498,8	0,889	27,81	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
						8,831			0,955				
						8,781			0,543				
						8,750			0,548				
						8,635			0,530				
3	CBR 47	6,93	6,50	12,0	8,657	8657	489,9	0,475	6,42	Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo		
					8,698			0,47					
					8,616			0,422					
					8,718			0,547					
					8,713			0,542					

	Condiciones y Ensayos de Campo INFORME GRADO DE COMPACTACIÓN CON DEFLECTOMETRO DE IMPACTO LIGERO - LWD, MÓDULO DE RIGIDEZ Y RADIO DE CURVATURA. (MAMP 1.1620)		Código: INE-000-001
			Versión: 01
			Fecha: 2021-05-21
			Número de páginas: 2

Proyecto: / CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTOMETRO DE IMPACTO LIGERO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE ESFUERZOS DE CALIFORNIA (CBR) PARA MUELOS 98M
 Ubicación: / ATACUCHO / HUAMBRA
 Substrato: / ATOLÓN CASERNA DUMBLE
 Lugar: / CANTERA LA MODERNA
 Fecha de Reporte: / 09-22

Coeficiente de Poisson ν : 0,25 Diámetro plato ensayo (mm): 150
 Factor de distribución de esfuerzos A: 2,57

Nro.	DÍA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Óptimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Deflexión S (Central)			
									Deflexión Individual S_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio S_v (mm)
1	DIA 03	CBR 34	6,34	6,50	94,0	8,956	8907	905,1	0,135	67,92	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,952			0,080			
						8,872			0,632			
						8,733	8779	434,8	0,540	0,28	Cumple	0,888
						8,528			0,540			
8,718	0,533											
2	DIA 03	CBR 38	7,49	6,50	26,9	8,600	8628	885,4	1,547	42,12	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,574			1,943			
						8,55			0,788			
						8,588	8670	431,1	0,348	1,27	Cumple	0,8910
						8,870			0,348			
8,877	0,213											
3	DIA 03	CBR 25	7,57	6,50	12,0	8,816	8878	908,4	0,938	28,35	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,819			0,735			
						8,879			0,523			
						8,737	8725	435,7	0,331	1,39	Cumple	0,8990
						8,718			0,340			
8,718	0,337											
4	DIA 04	CBR 36	7,06	6,50	56,0	8,805	8884	907,1	1,498	33,36	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,79			0,886			
						8,757			0,78			
						8,811	8881	902,9	0,380	4,40	Cumple	0,8746
						8,867			0,378			
8,888	0,547											
5	DIA 04	CBR 37	7,53	6,50	26,0	8,864	8910	904,7	0,820	27,18	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,849			0,544			
						8,943			0,517			
						8,819	8817	888,0	0,379	6,09	Cumple	0,8937
						8,889			0,548			
8,884	0,594											
6	DIA 04	CBR 31	7,62	6,50	12,0	8,854	8930	911,7	1,486	43,16	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,833			0,748			
						8,801			0,748			
						8,911	8964	907,3	0,632	1,27	Cumple	0,8983
						8,974			0,337			
8,983	0,603											

	Consultorías y Ensayos de Campo	Código: INF-CEC-001
	INFORME	Versión: 01
	GRADO DE COMPACTACIÓN CON DEFLECTOMETRO DE IMPACTO LIGERO - LWD, MODULO DE RIGIDEZ Y RADIO DE CURVATURA. (M.MMP.1.16/20)	Fecha: 2021-05-01
		Número de páginas: 2

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELO

Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA

Lugar : CANTERA CHILLICO

Solicitante : ATHELIN CAHUANA CHUMBILE

Fecha de Reporte


CEC-22

Diámetro plato ensayo (mm): 150

Coefficiente de Poisson ν : 0,35

Factor de distribución esfuerzos A : 2,67

Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión Individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 01	CBR 07	8,21	8,20	56,0	8,656	8172	462,4	1,941	23,55	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,139			1,229			
						7,72			1,89			
						8,441			0,598			
						8,267			0,598			
2		CBR 04	8,20	8,20	48,0	8,349	8330	471,4	0,663	0,86	Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,31			0,655			
						8,124			0,623			
						8,837			0,623			
						8,528			0,618			
3	DIA 04	CBR 034	8,21	8,20	20,0	7,941	8291	469,2	1,618	52,69	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,621			0,725			
						8,312			0,676			
						8,379			0,666			
						9,072			0,604			
1		CBR 065	8,48	8,20	Cumple	8,125	8470	479,3	1,422	45,33	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,621			0,715			
						8,664			0,665			
						8,613			0,637			
						8,572			0,649			
2	CBR 045	8,72	8,20	Cumple	8,227	8480	479,9	1,243	31,31	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo	
					8,616			0,823				
					8,598			0,692				
					8,650			0,668				
					8,680			0,717				
3	DIA 04	CBR 012	10,03	8,20	Cumple	8,243	8495	480,7	0,633	11,90	No Cumple	Datos de estabilización de base de ensayo
						8,61			0,789			
						8,631			0,779			
						8,609			0,717			
						8,682			0,660			
						8,618	8636	488,7	0,660	7,91	Cumple	

	Consultorías y Ensayos de Campo		Código: INF-CEC-001
	INFORME		Versión: 01
	GRADO DE COMPACTACIÓN CON DEFLECTOMETRO DE IMPACTO LIGERO - LWD, MODULO DE RIGIDEZ Y RADIO DE CURVATURA. (M.MMP.1.16/20)		Fecha: 2021-05-01
			Número de paginas: 2


Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUE
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA Lugar : CANTERA SANCHEZPAMPA
Solicitante : ATHELIN CAHUANA CHUMBILE Fecha de Reporte : EIC-22

Diámetro plato ensayo (mm): 150

Coefficiente de Poisson ν : 0,35

Factor de distribución esfuerzos A: 2,67

Nro.	DIA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)			
									Deflexión Individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)
1	DIA 01	CBR 46	8,46	8,50	56,0	8,276	7593	429,7	1,898	70,17	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,538			0,698			
						5,966			0,556			
						3,527			0,698			
						8,522			0,634			
2		CBR 66	8,46	8,50	40,0	8,298	8423	476,7	1,758	52,89	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,489			0,779			
						8,483			0,738			
						3,881			0,684			
						8,612			0,695			
3	DIA 04	CBR 65	8,46	8,50	10,0	8,103	8103	458,5	1,518	61,15	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
						8,103			1,318			
						8,103			0,318			
						3,821			0,723			
						8,486			0,705			
1		CBR 4	8,50	56,0	7,999	8421	476,5	1,435	56,36	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
					8,631			0,633				
					8,634			0,544				
					8,631			0,708				
					8,617			0,719				
2	CBR 7	8,50	40,0	8,065	8320	470,8	0,607	53,86	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo		
				8,269			1,235					
				8,627			0,457					
				8,603			0,725					
				8,624			0,712					
3	CBR 70	8,50	10,0	8,06	8350	472,5	1,036	19,48	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo		
				8,213			0,704					
				8,777			0,835					
				8,703			0,731					
				8,664			0,782					
							0,778					


	Consultorías y Ensayos de Campo		Código: INF-CEC-001
	INFORME		Versión: 01
	GRADO DE COMPACTACIÓN CON DEFLECTOMETRO DE IMPACTO LIGERO - LWD, MODULO DE RIGIDEZ Y RADIO DE CURVATURA. (M.MMP.1.16/20)		Fecha: 2021-05-01
			Número de páginas: 2

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUE
Ubicación : AYACUCHO / HUAMANGA Lugar : CANTERA MOLLEPATA
Solicitante : ATHELIN CAHUANA CHUMBILE Fecha de Reporte ene-22

Coeficiente de Poisson ν : 0,35Diámetro plato ensayo (mm): 150
Factor de distribución esfuerzos A : 2,67

Nro.	DÍA DE ANALISIS	Descripción del ensayo	Humedad de Probeta (%)	Optimo Contenido de Humedad OCH (%)	Golpes por capa	Fuerza (kN)	Fuerza Promedio F (N)	Presión (kPa)	Geófono 0 (Central)				
									Deflexión individual δ_0 (mm)	Coef. de Variación C.V. (%)	Cumple CV<10%	Deflexión Promedio δ_0 (mm)	
1	DIA 01	CBR 12	9,10	9,10	56,0	8,653	8542	483,4	0,858	12,98	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo	
						8,491			0,664				
						8,482			0,739				
						8,508	8466	479,1	0,550	1,51	Cumple	0,6547	
						8,408			0,648				
8,482		0,666											
2		DIA 01	CBR 45	9,10	9,10	30,0	8,253	8383	474,4	1,036	19,48	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
							8,489			0,704			
							8,406			0,835			
							8,495	8521	482,2	0,644	0,79	Cumple	0,6497
	8,534						0,654						
8,535	0,651												
3	DIA 01		CBR 48	9,10	9,10	15,0	8,584	8570	484,9	0,997	24,09	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
							8,6			0,697			
							8,525			0,65			
							8,505	8558	484,3	0,694	2,46	Cumple	0,6763
		8,584					0,674						
8,588		0,661											
1		DIA 02	CBR 7	9,47	9,10	Cumple	8,207	8213	464,8	1,675	17,39	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
							8,21			1,299			
							8,222			1,22			
							8,200	8300	469,7	0,734	2,36	Cumple	0,7283
	8,423						0,709						
8,271	0,742												
2	DIA 02		CBR 48	10,07	9,10	Cumple	8,16	8284	468,8	1,921	27,41	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
							8,311			1,355			
							8,38			1,14			
							8,396	8366	473,4	0,741	4,42	Cumple	0,7535
		8,400					0,728						
8,303		0,793											
3		DIA 02	CBR 66	10,51	9,10	Cumple	8,298	8177	462,7	1,871	28,44	No Cumple	Datos de estabilizacion de base de ensayo
							8,193			1,254			
							8,04			1,116			
							8,338	8212	464,7	0,819	3,59	Cumple	0,8354
	8,259						0,817						
8,039	0,870												

**CUENCO DE DELEXIONES REGISTRADOS CON EL EQUIPO DE
DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO TERRATEST 9000**

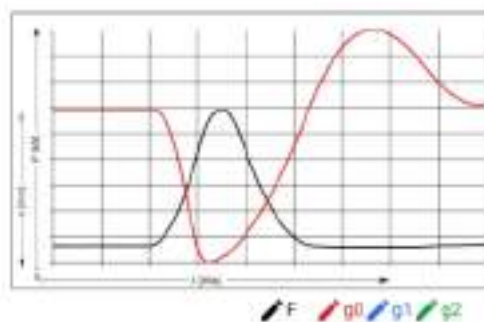
LEYENDA	DESCRIPCIÓN
	ENSAYOS DE ESTABILIDAD
	TOMA DE DATOS REAL

CANTERA PALLCCA

Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.078	457.1	19.3

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

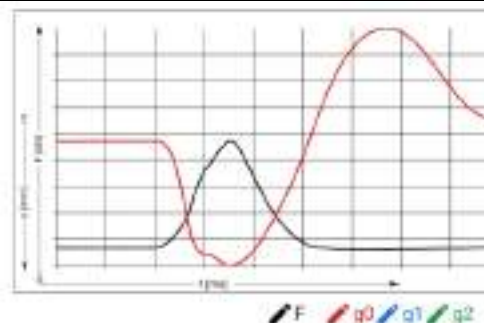
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.225	41.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.427	480.8	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

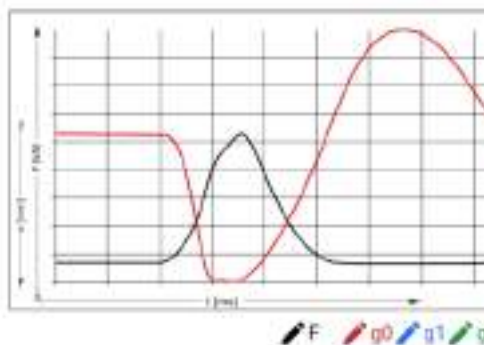
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.847	63.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.369	473.6	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

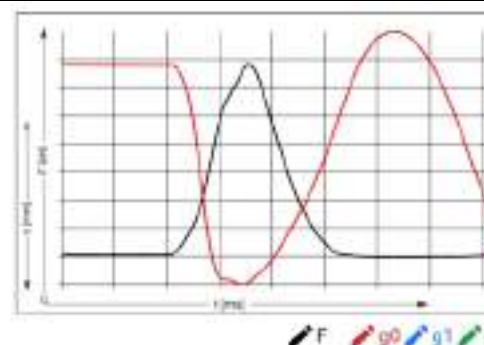
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.029	51.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.466	479.1	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

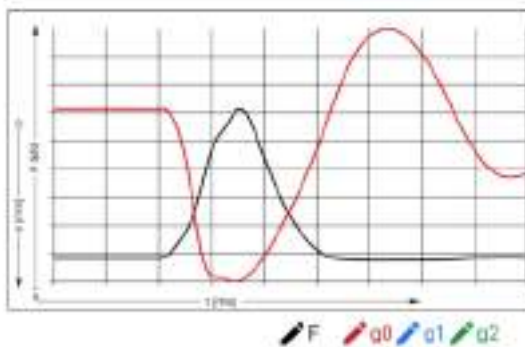
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.985	54.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.414	476.1	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

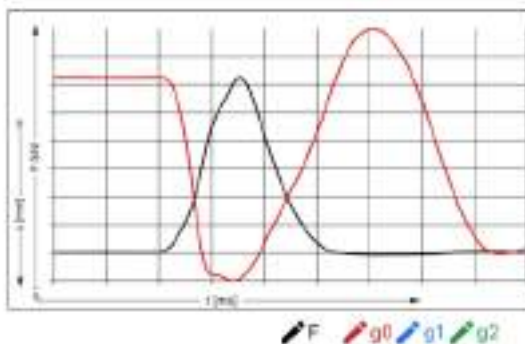
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.946	56.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.494	480.6	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

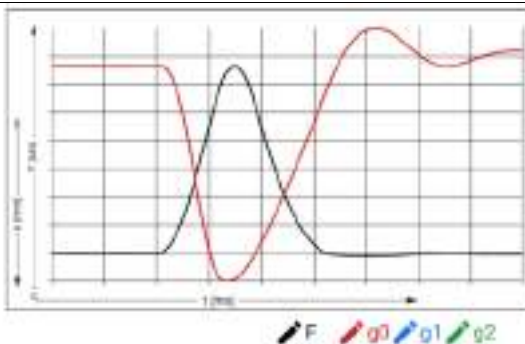
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.875	61.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.150	462.9	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

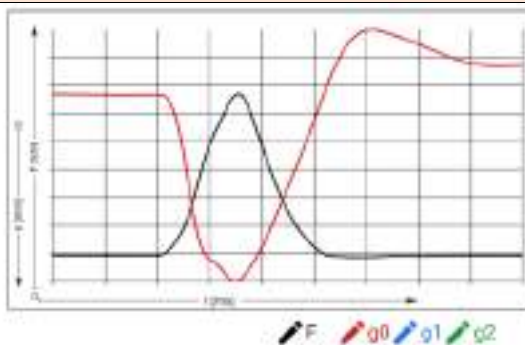
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.079	48.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.454	476.9	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

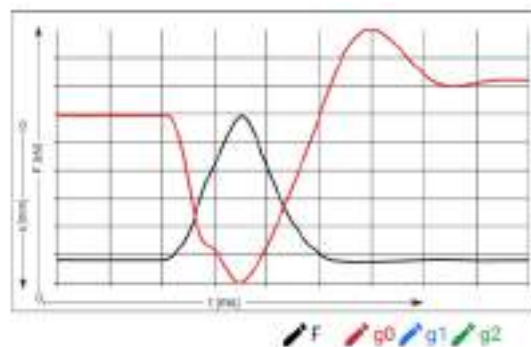
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.797	67.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.624	489.0	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

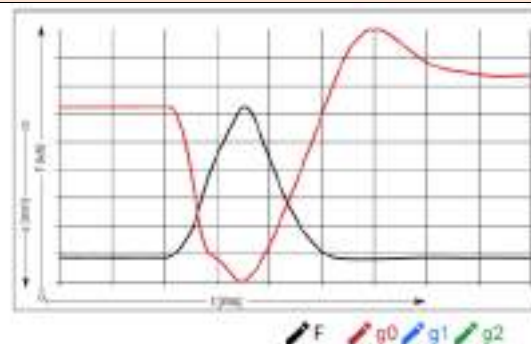
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.637	86.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.577	485.3	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

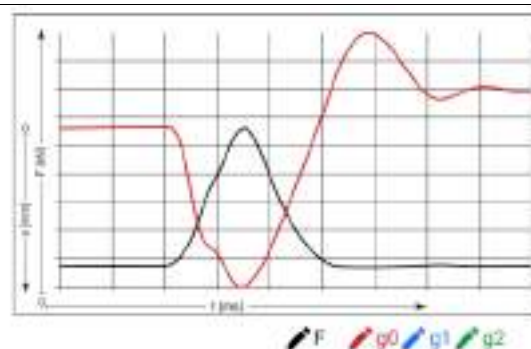
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.691	78.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.596	486.4	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

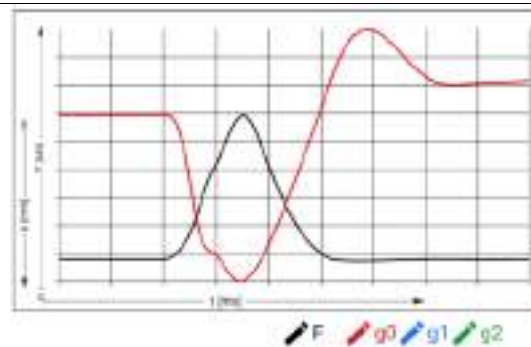
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.664	96.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.604	488.9	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

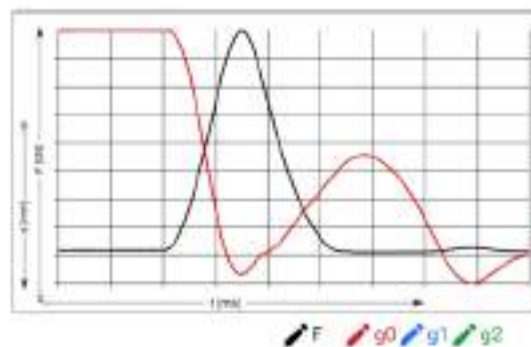
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.618	93.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.146	461.0	18.3

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

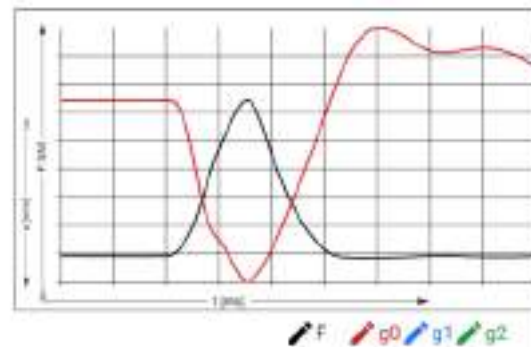
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.337	38.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.408	475.8	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

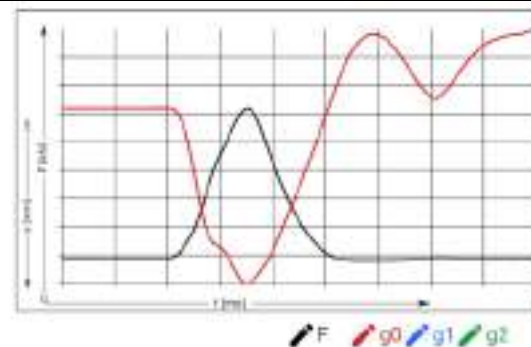
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.548	68.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.504	481.2	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

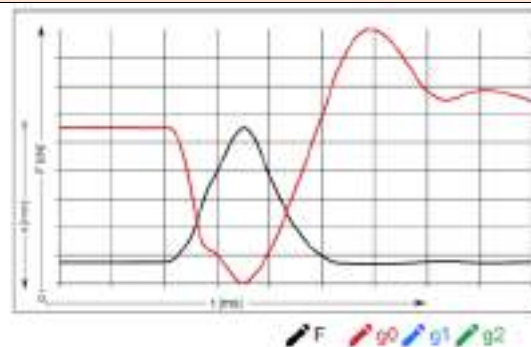
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.593	60.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.593	466.1	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

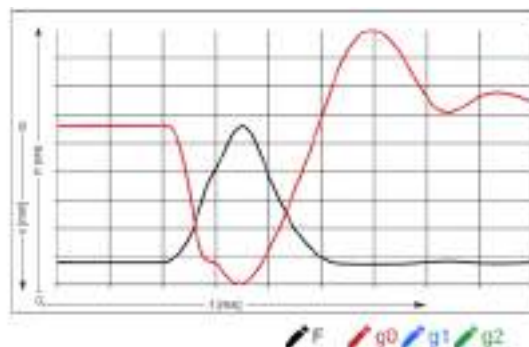
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.713	68.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.518	483.0	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

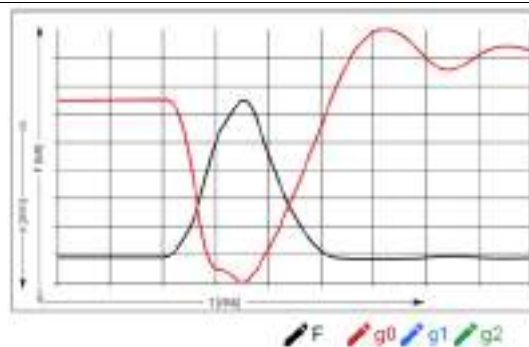
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.727	65.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.344	472.1	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

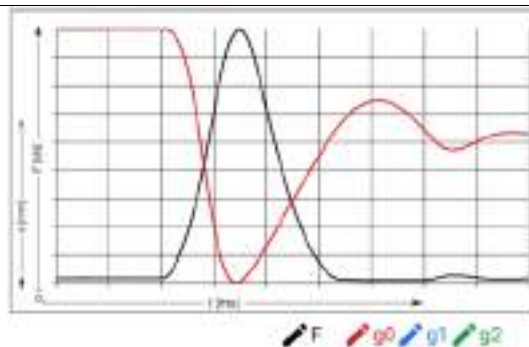
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.711	60.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.009	453.2	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

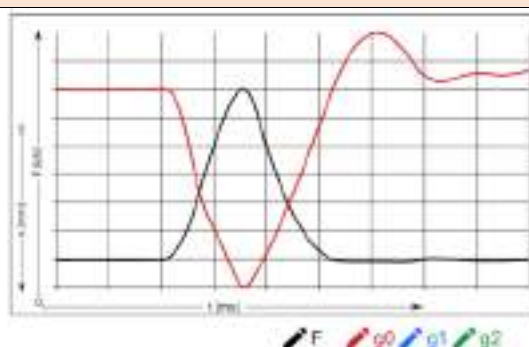
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.563	27.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.401	475.4	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

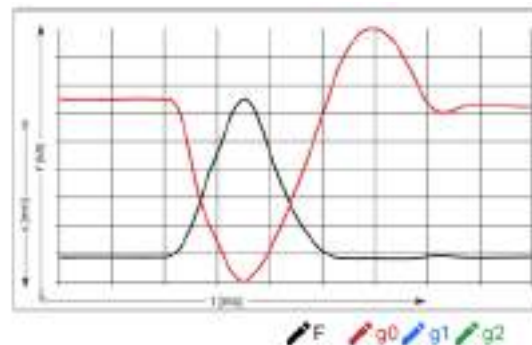
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.793	67.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.467	479.1	16.7

Plate Diameter (mm)	
150	

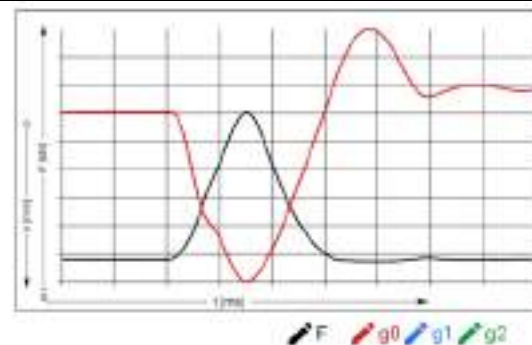
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.599	89.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.599	483.4	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

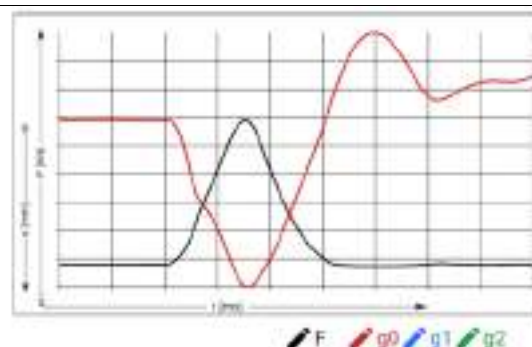
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.641	100.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.505	481.3	16.6

Plate Diameter (mm)	
150	

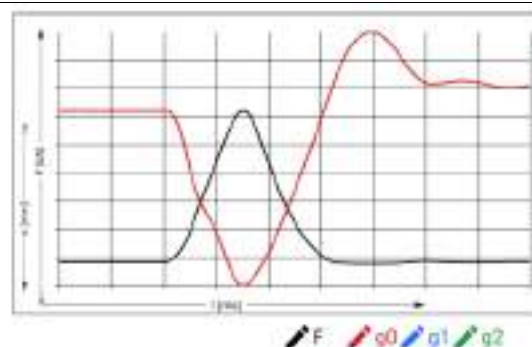
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.579	93.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.549	483.8	16.6

Plate Diameter (mm)	
150	

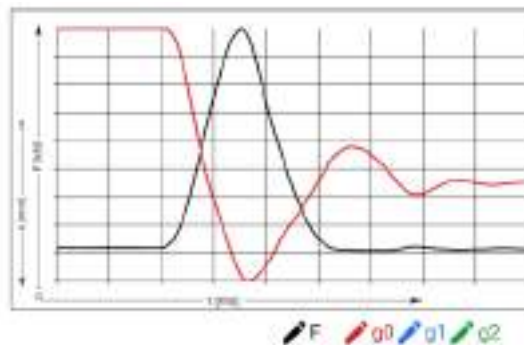
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.607	89.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.152	461.3	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

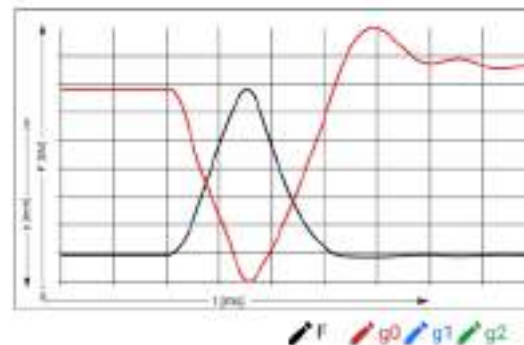
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.035	50.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.483	480.0	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

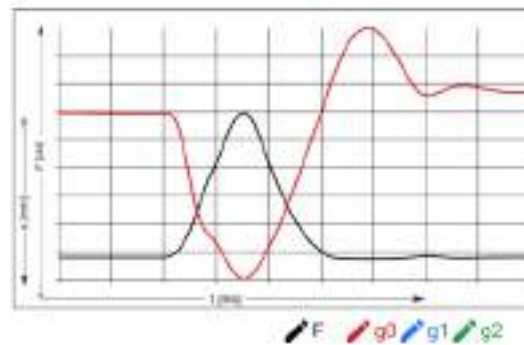
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.660	81.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.539	483.2	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

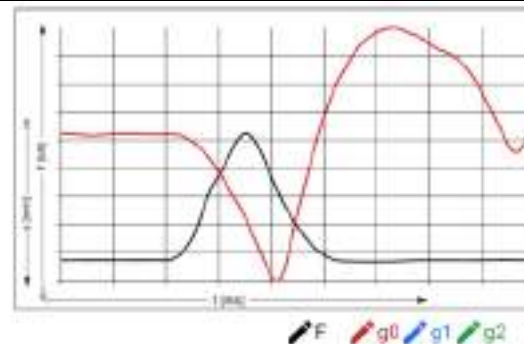
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.540	100.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.458	460.0	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

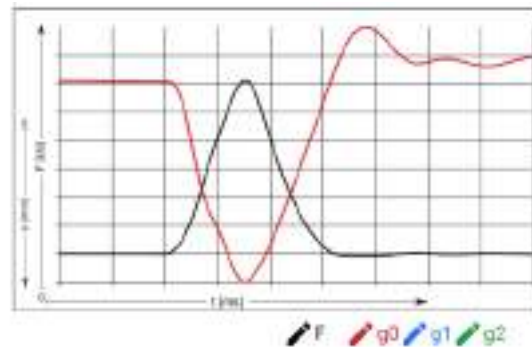
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.739	73.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.420	478.4	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

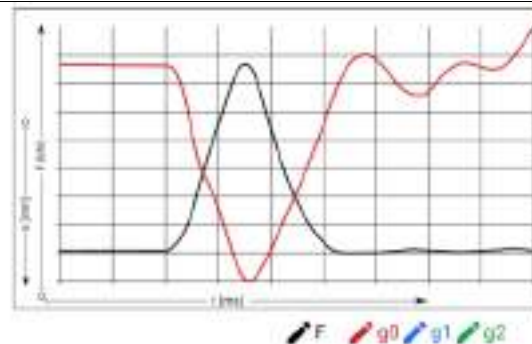
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.741	79.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.365	473.4	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

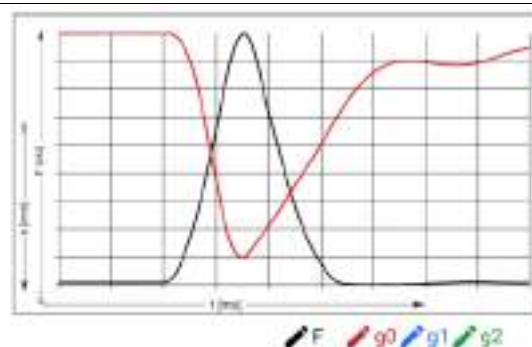
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.702	73.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.142	480.7	19.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	2.659	19.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.325	471.3	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

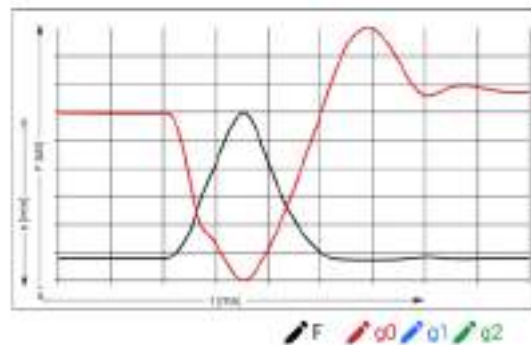
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	3.639	58.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.539	483.2	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

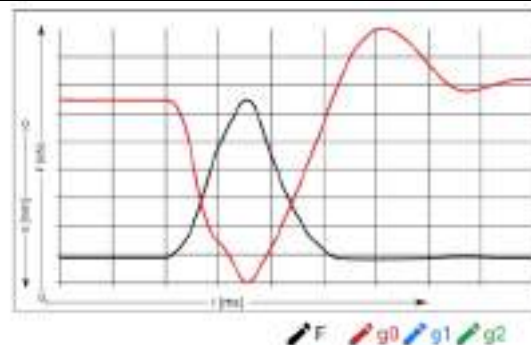
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.256	100.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.440	477.5	15.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

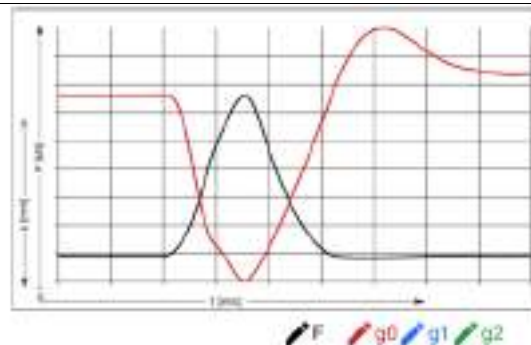
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.836	64.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.415	476.2	19.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

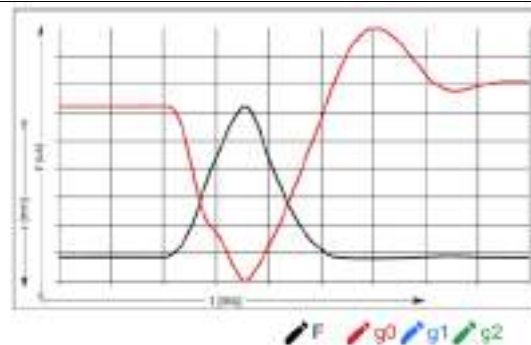
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.545	53.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.538	483.1	15.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

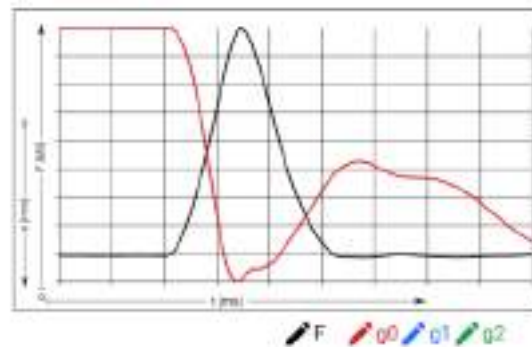
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.731	74.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.382	474.3	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

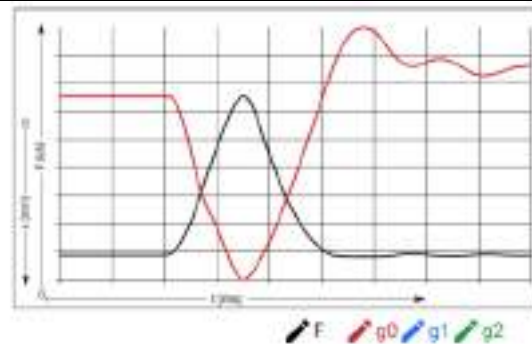
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.298	41.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.543	483.4	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

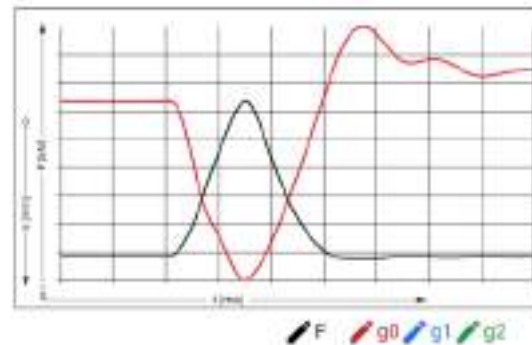
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.573	94.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.563	484.5	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

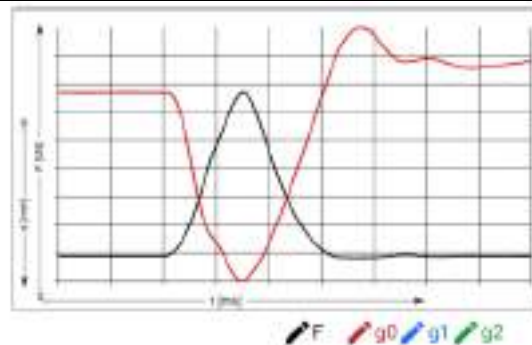
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.529	102.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.559	484.3	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

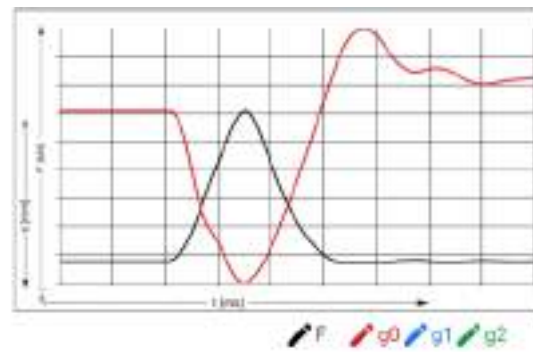
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.651	96.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.584	485.7	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

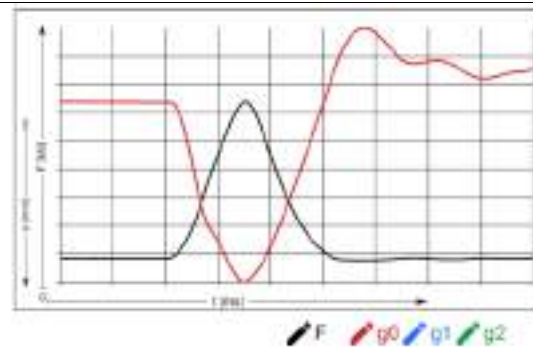
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.629	111.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.543	453.4	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

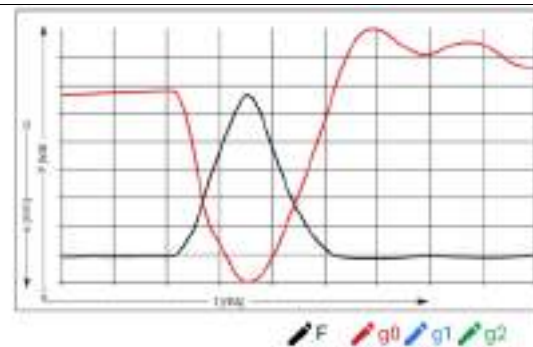
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.617	105.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.506	481.3	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

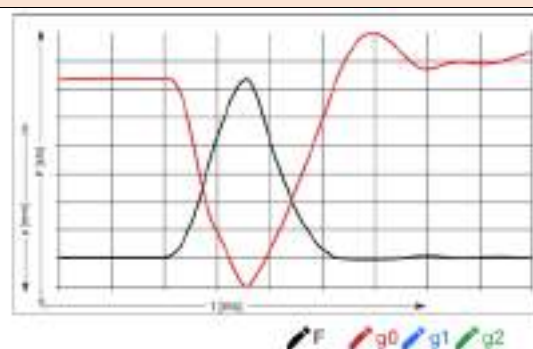
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.517	94.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.363	473.2	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

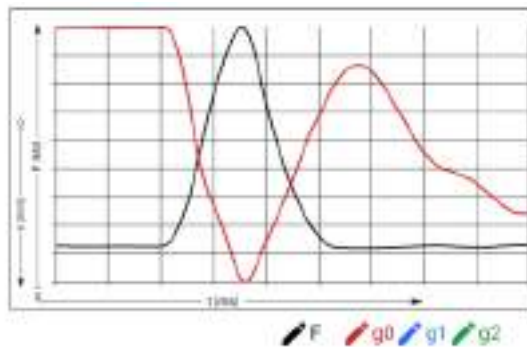
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	6.786	67.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.267	466.5	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

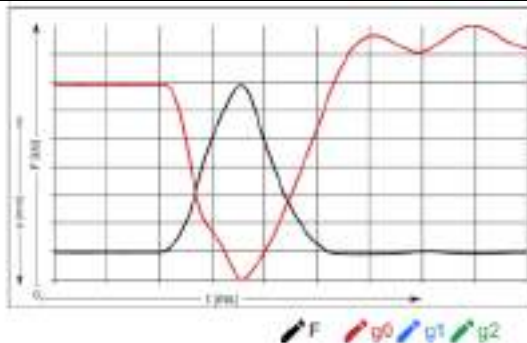
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.831	63.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.363	473.6	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

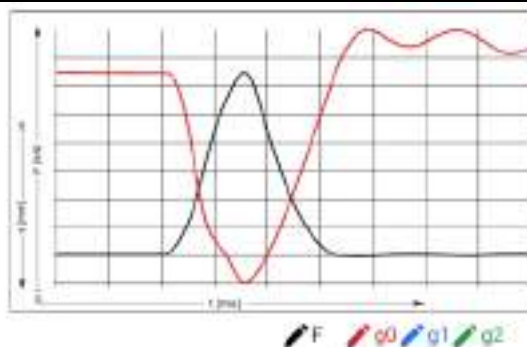
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.755	65.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.374	473.8	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

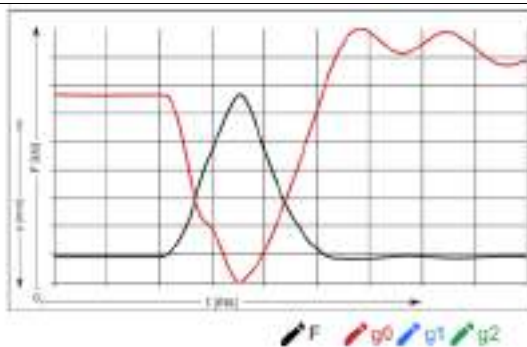
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.764	69.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.461	484.4	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

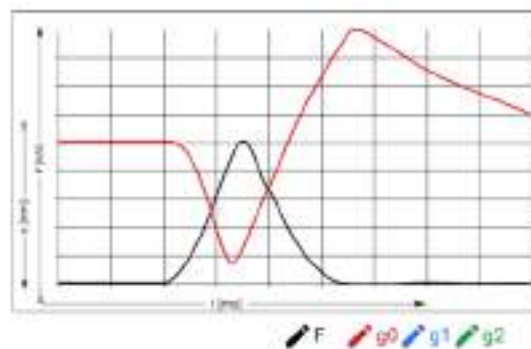
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.728	86.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.297	467.2	19.3

Plate Diameter (mm)	
	150

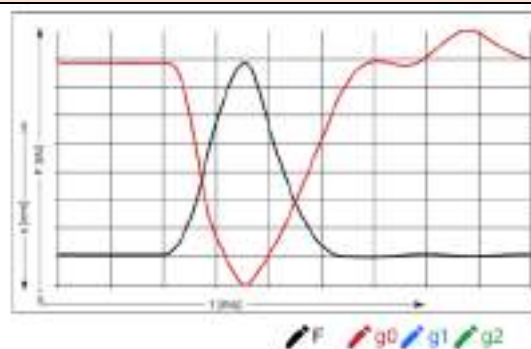
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	2.901	18.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.291	469.2	18.7

Plate Diameter (mm)	
	150

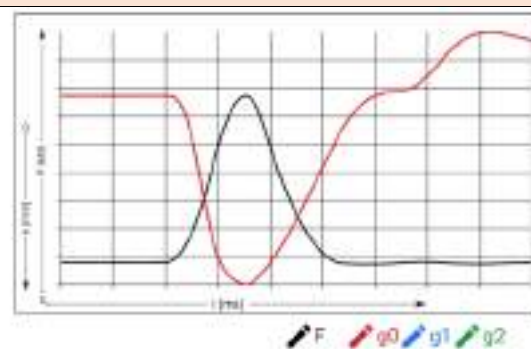
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	6.977	54.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.121	459.5	19.0

Plate Diameter (mm)	
	150

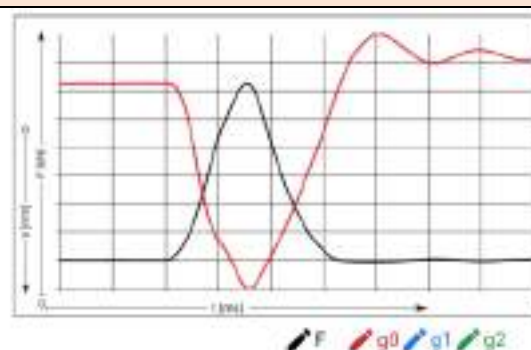
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.165	44.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.332	471.5	19.0

Plate Diameter (mm)	
	150

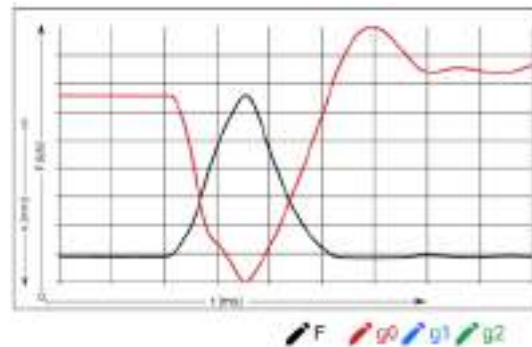
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.611	69.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.450	470.1	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

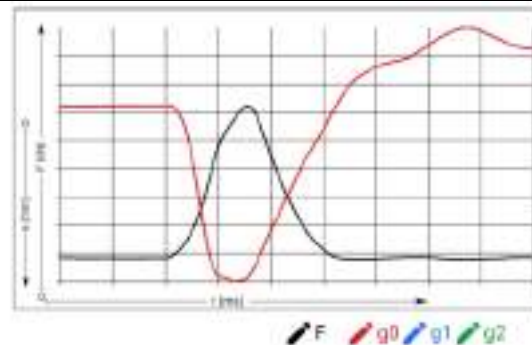
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.663	81.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.175	462.6	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

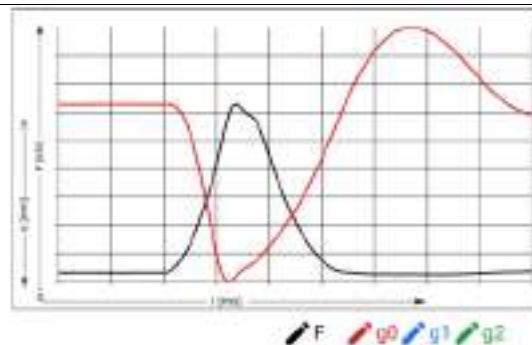
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.638	57.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.456	478.5	19.3

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

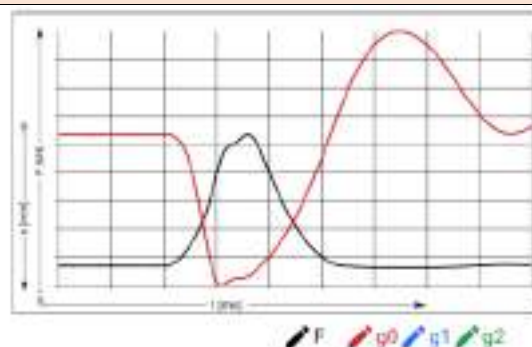
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.099	31.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.202	464.1	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

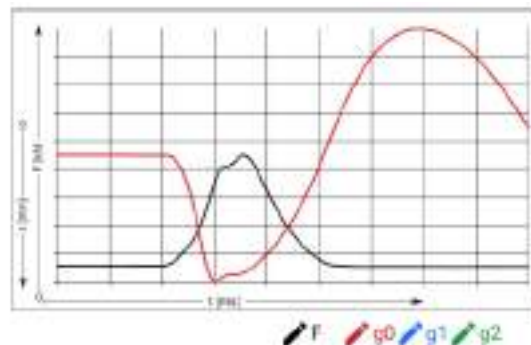
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.069	47.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.251	455.6	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

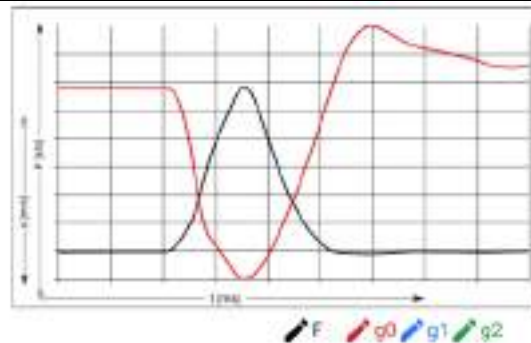
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.088	48.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.514	481.8	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

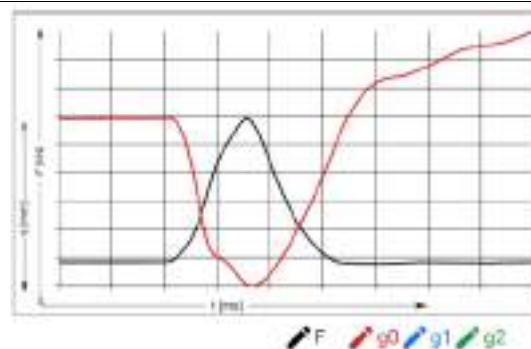
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.729	77.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.334	471.6	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

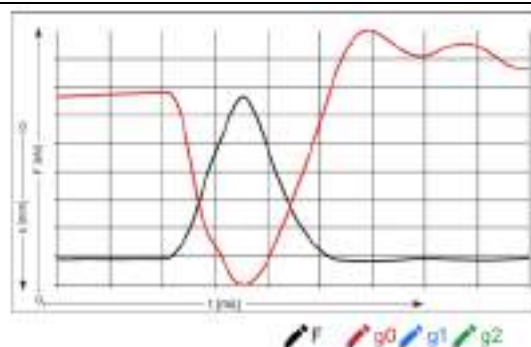
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.692	62.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.506	481.3	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

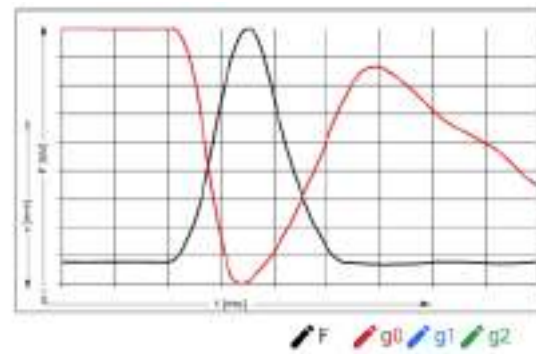
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.689	94.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
7.800	445.9	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

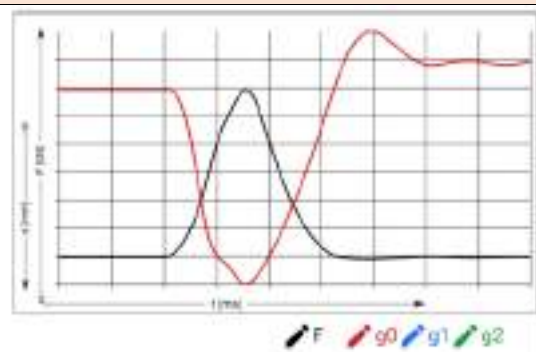
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.449	34.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.390	474.6	19.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

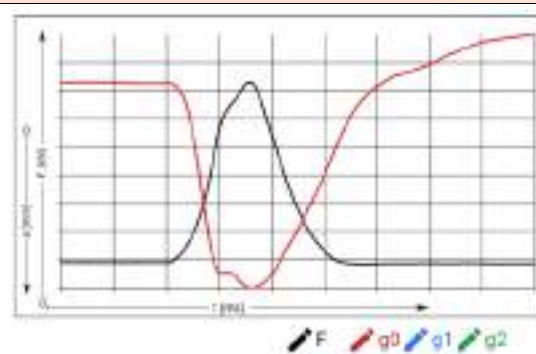
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.147	71.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.168	462.2	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

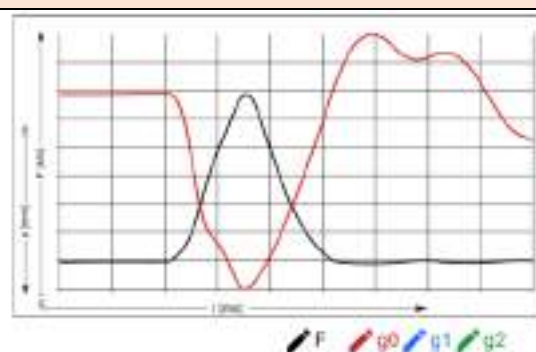
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.106	46.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.594	488.3	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

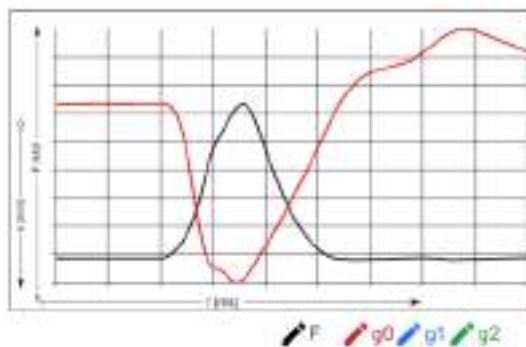
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.774	81.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.222	463.2	15.2

Plate Diameter (mm)	
150	

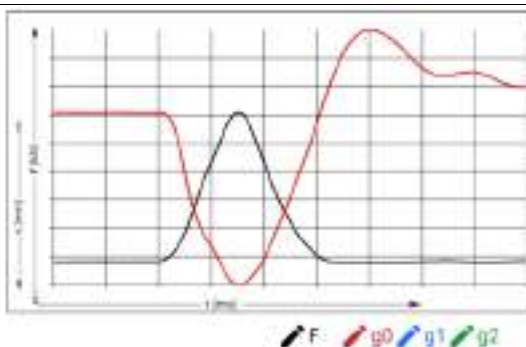
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.833	56.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.553	484.3	15.7

Plate Diameter (mm)	
150	

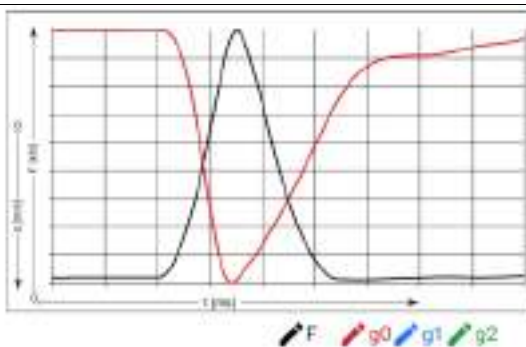
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.775	54.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.372	473.7	15.3

Plate Diameter (mm)	
150	

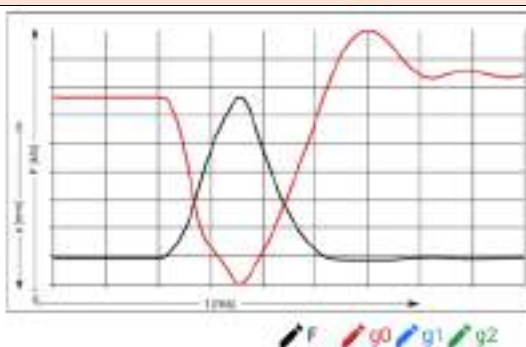
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.079	28.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



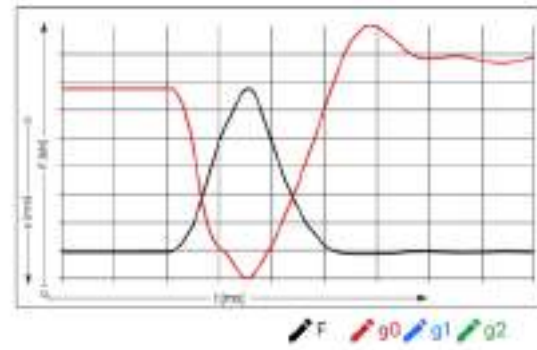
Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.483	480.0	15.0

Plate Diameter (mm)	
150	

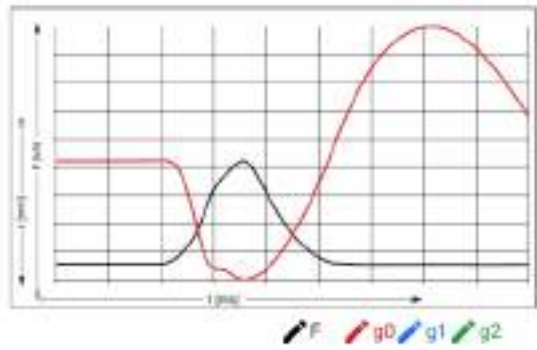
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.702	76.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



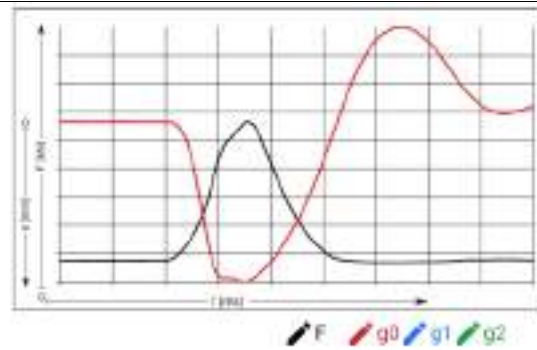
Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.489	480.9	18.8
Plate Diameter (mm) 150		
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.663	61.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



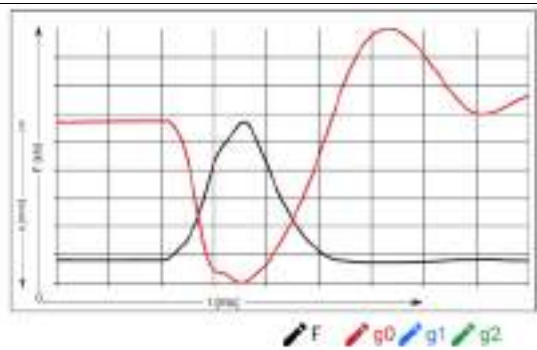
Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.302	469.6	19.2
Plate Diameter (mm) 150		
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.535	56.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.290	467.4	19.2
Plate Diameter (mm) 150		
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.653	51.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
6.357	472.8	19.3
Plate Diameter (mm) 150		
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.909	58.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0

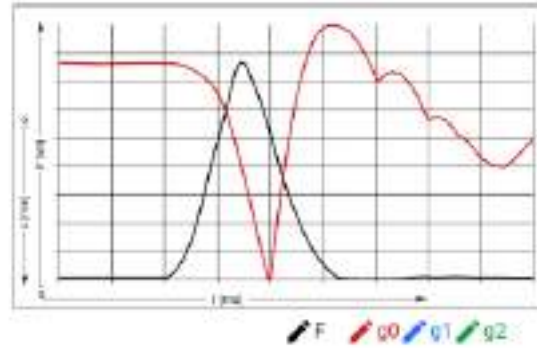


CANTERA CHILLICO

Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.656	489.8	19.0

Plate Diameter (mm)	100
---------------------	-----

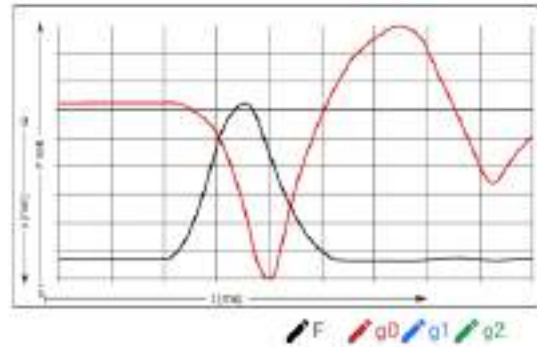
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.241	28.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.139	460.5	19.0

Plate Diameter (mm)	100
---------------------	-----

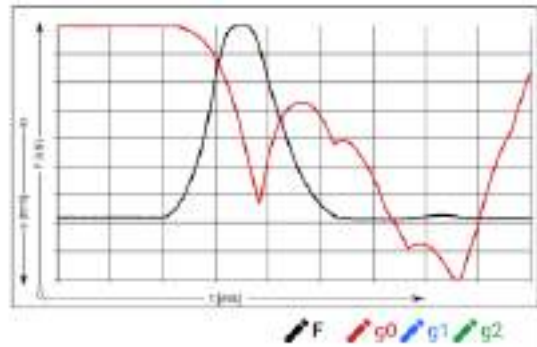
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.229	42.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
7.720	498.8	19.3

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

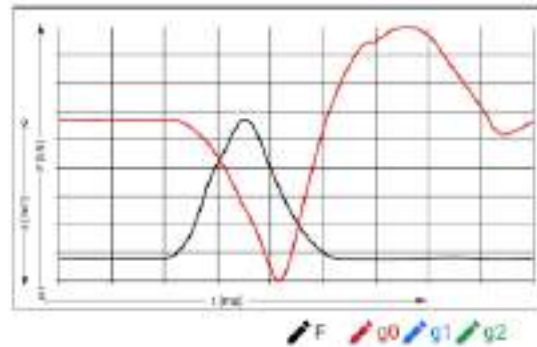
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.890	25.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.441	477.8	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

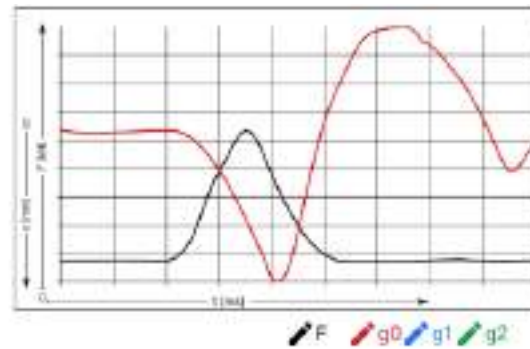
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.598	67.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.267	467.8	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

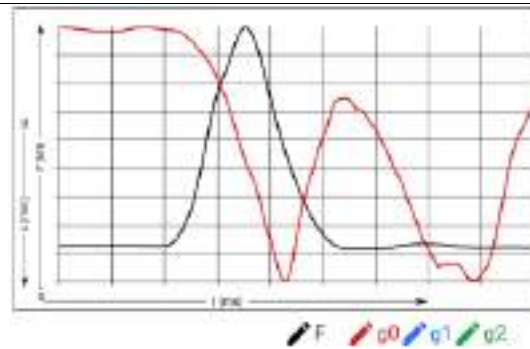
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.598	80.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.267	464.4	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

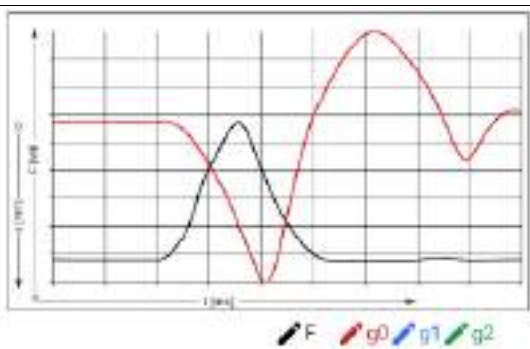
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.580	83.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
9.072	513.4	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

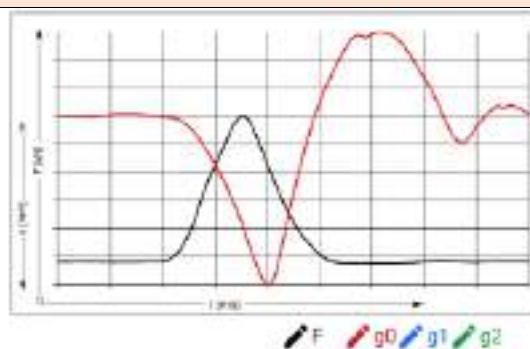
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.952	81.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.349	472.4	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

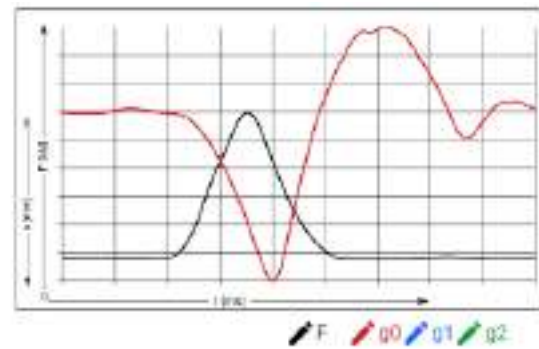
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.663	80.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.31	472.4	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

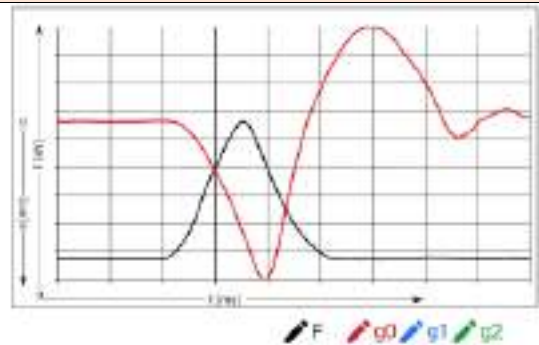
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.535	80.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.124	505.7	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

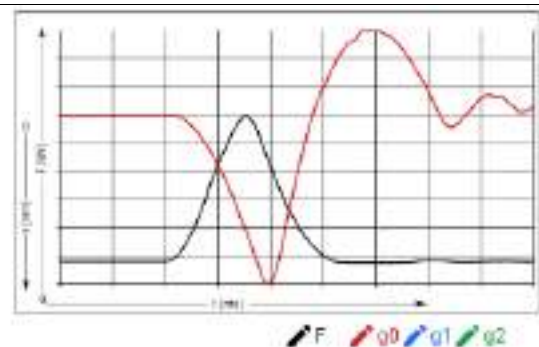
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.623	91.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.637	516.7	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

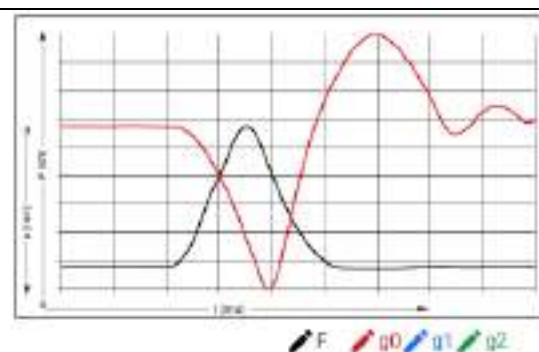
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.623	90.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.538	482.6	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

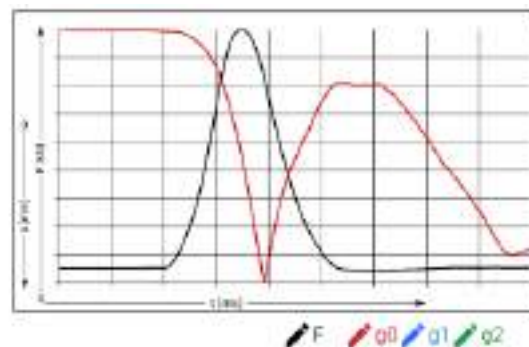
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.618	87.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
7.941	449.3	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

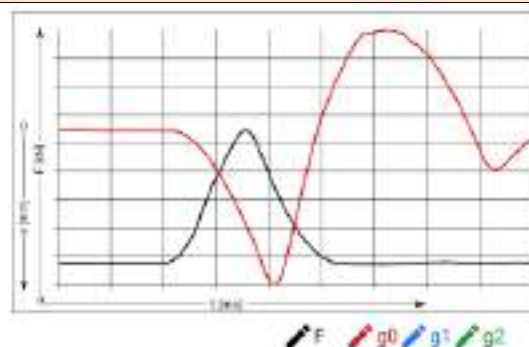
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.618	31.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.621	487.8	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

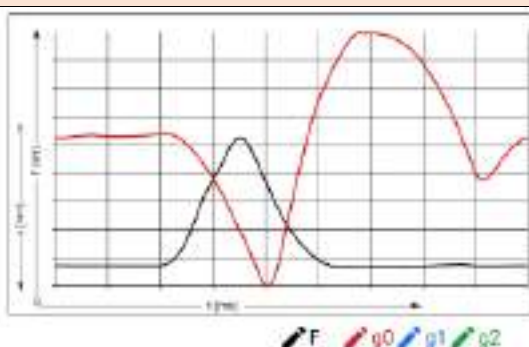
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.725	79.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.312	470.3	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

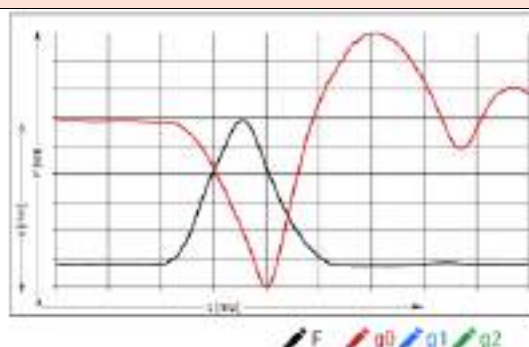
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.676	78.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.379	474.1	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

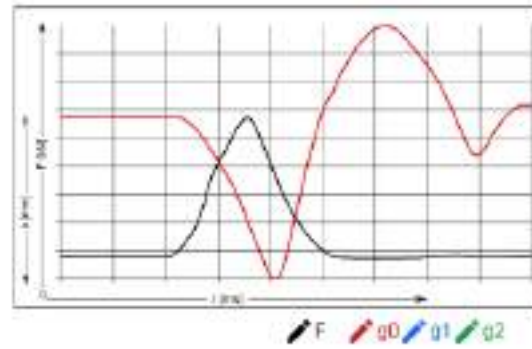
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.666	79.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
9.072	513.4	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

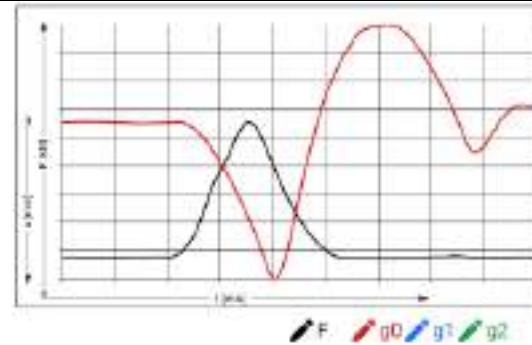
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.604	81.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.428	476.9	19.0

Plate Diameter (mm)	
150	

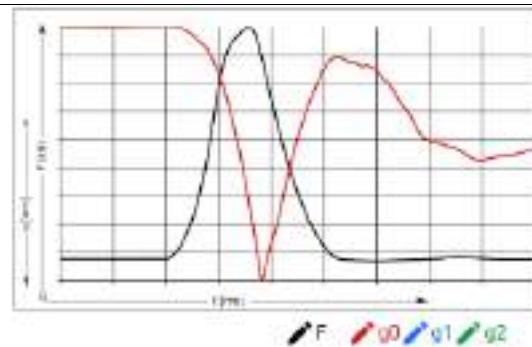
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.648	82.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.125	459.7	19.1

Plate Diameter (mm)	
150	

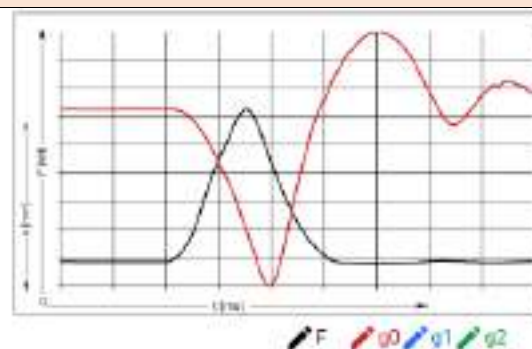
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.422	36.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.621	487.8	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

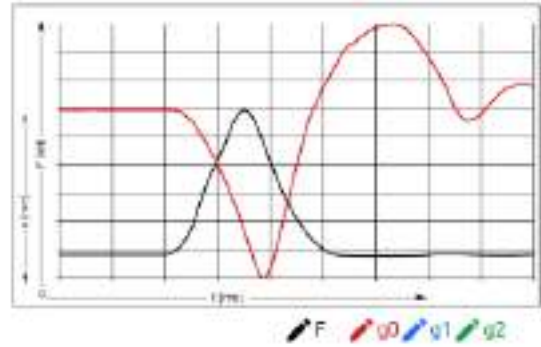
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.715	76.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.664	490.3	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

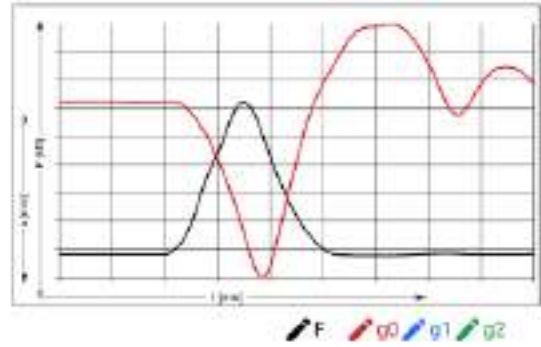
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.665	82.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.613	467.4	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

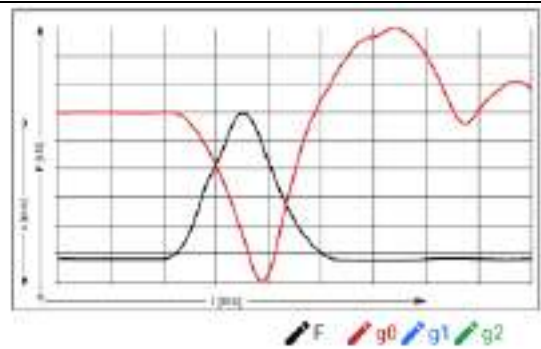
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.637	85.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.572	485.0	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

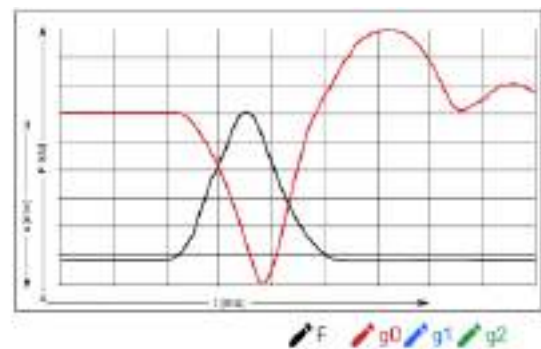
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.649	84.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.577	485.4	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

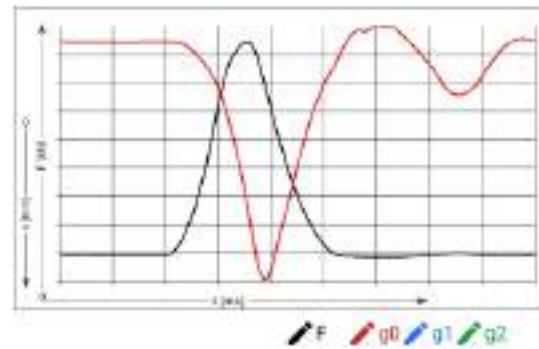
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.637	85.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.227	455.5	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

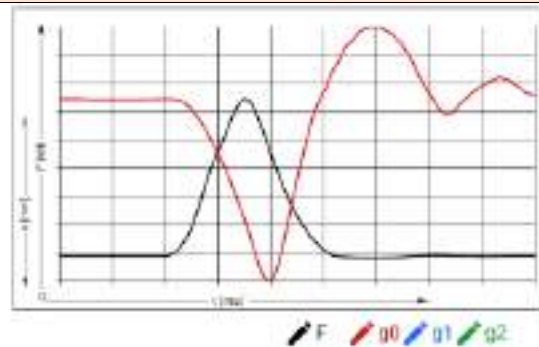
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.243	42.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.616	487.5	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

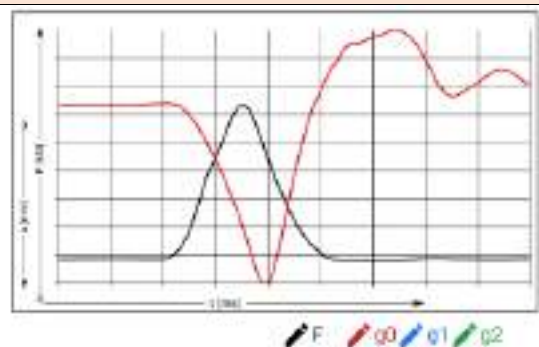
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.823	77.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.598	486.5	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

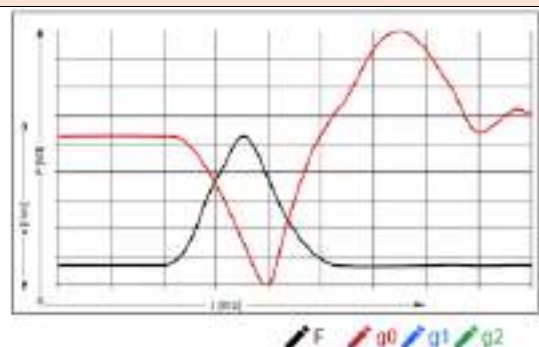
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.692	79.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.650	489.5	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

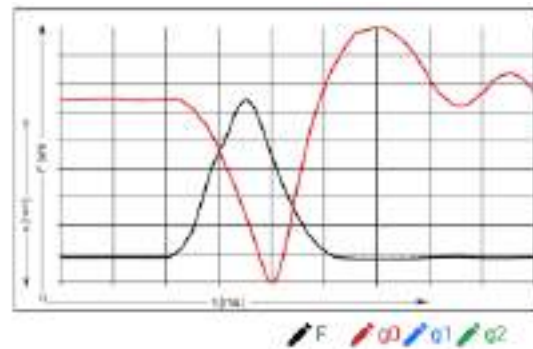
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.666	82.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.680	491.2	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

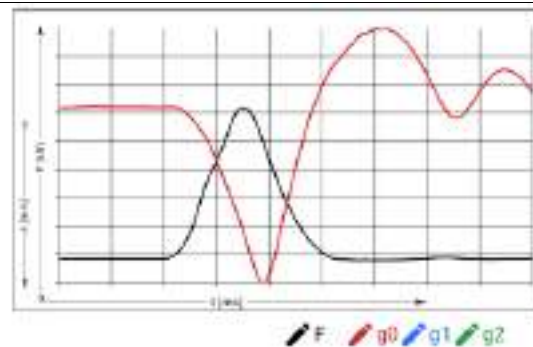
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.717	77.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.641	489.0	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

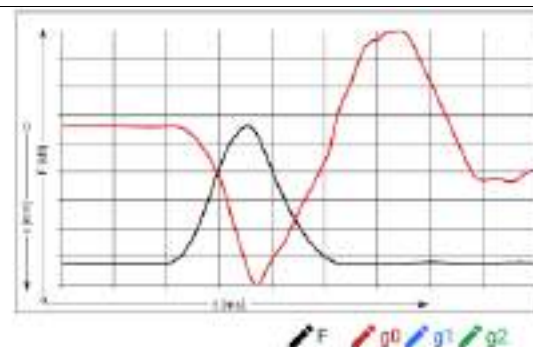
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.644	85.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.243	466.4	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

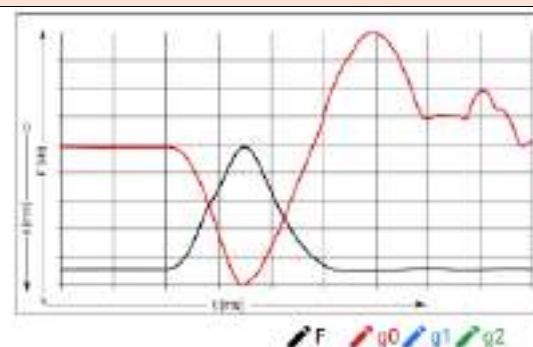
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.533	82.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.610	467.2	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

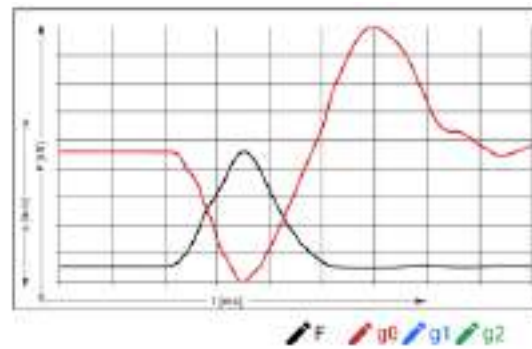
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.789	140.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.631	488.4	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

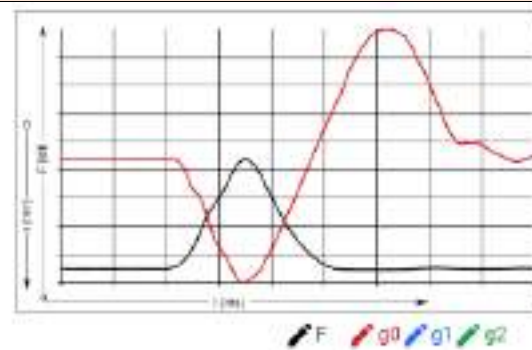
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.779	144.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.609	467.1	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

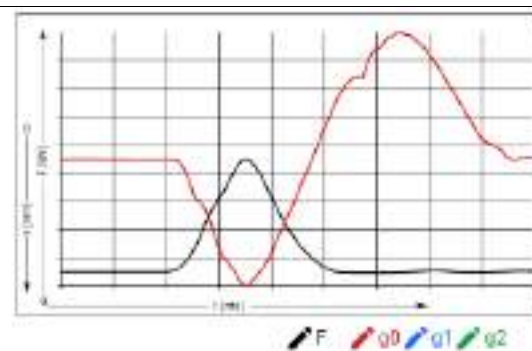
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.762	151.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.682	491.3	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

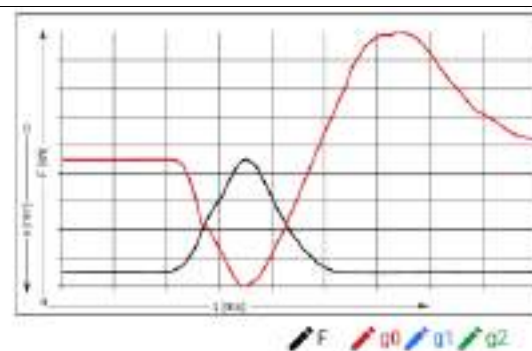
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.663	153.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.618	487.6	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.674	146.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0

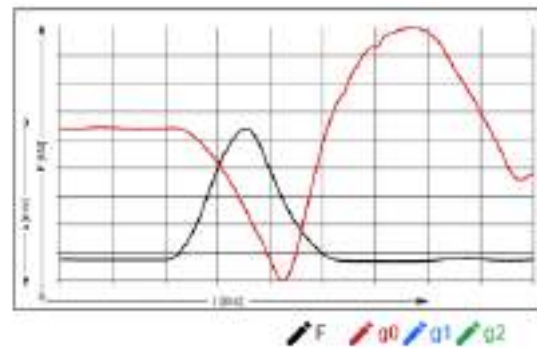


CANTERA MOLLEPATA

Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.653	465.3	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

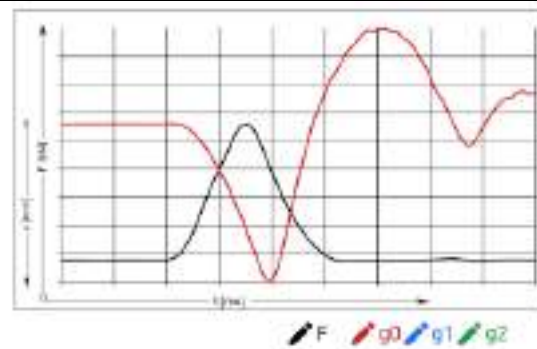
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.658	60.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.491	460.3	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

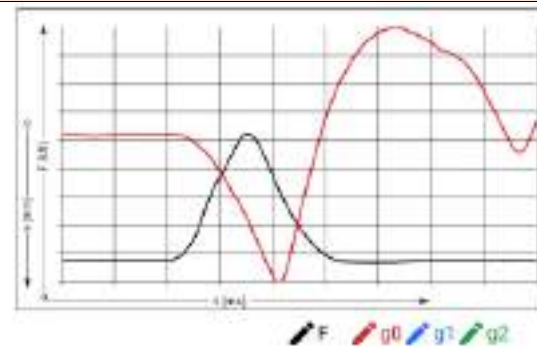
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.664	61.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.482	460.0	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

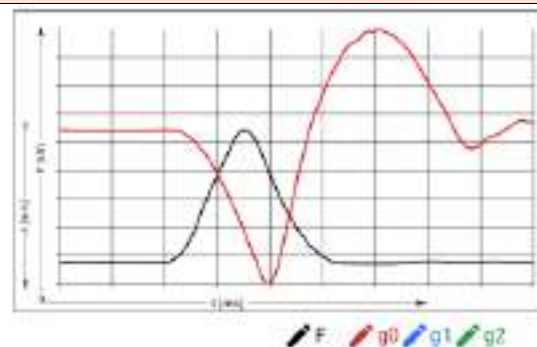
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.735	73.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.508	461.4	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

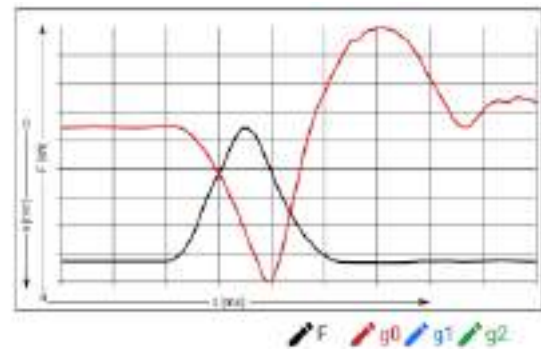
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.626	63.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.468	475.8	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

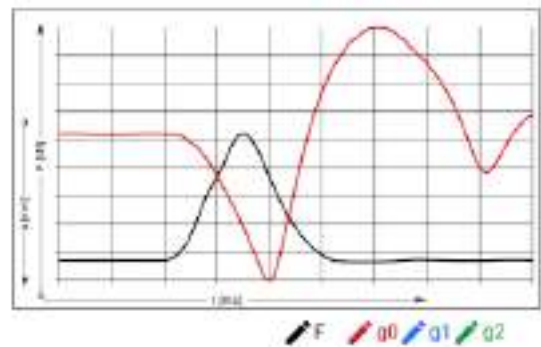
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.648	82.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.482	480.0	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

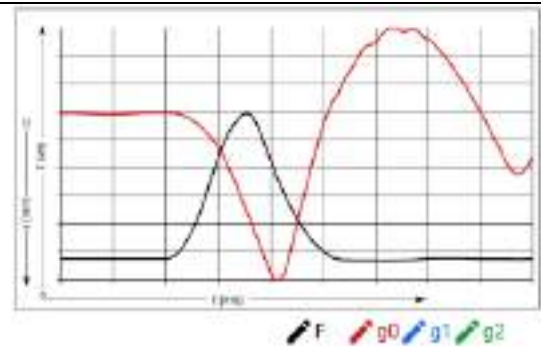
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.666	81.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.253	467.0	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

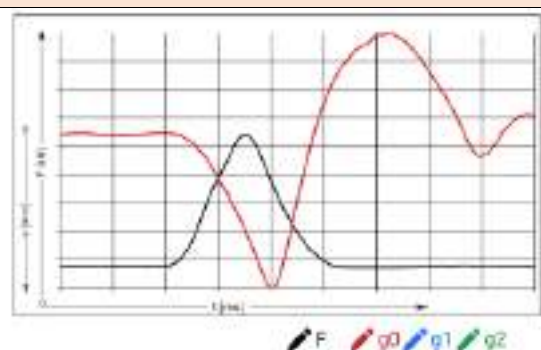
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.036	50.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.480	480.3	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

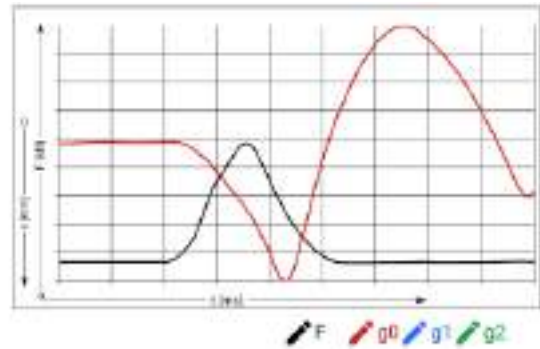
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.704	76.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.406	475.7	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

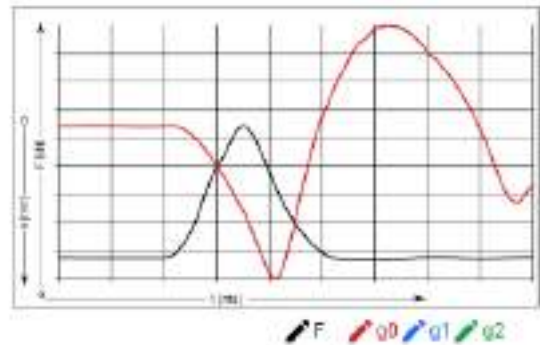
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.835	54.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.495	460.7	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

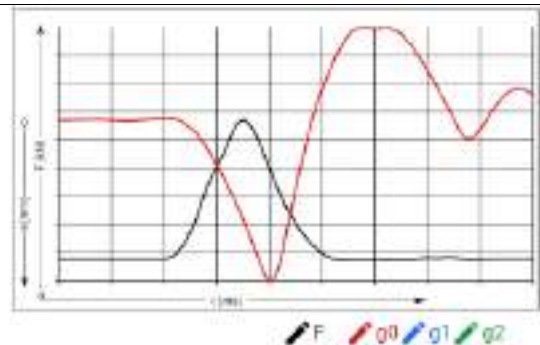
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.644	72.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.534	482.9	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

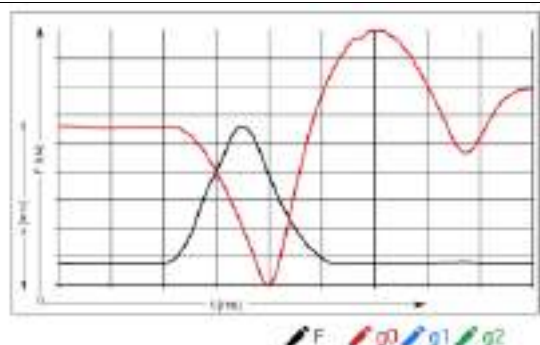
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.654	75.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.555	483.0	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

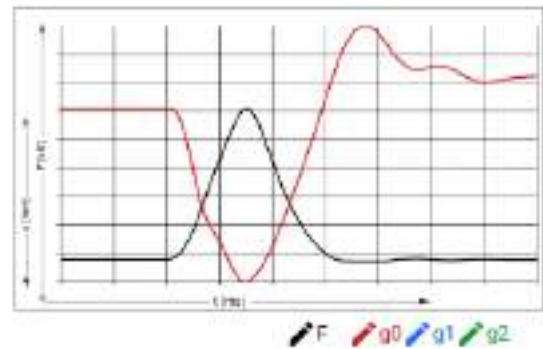
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.651	80.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.584	485.7	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

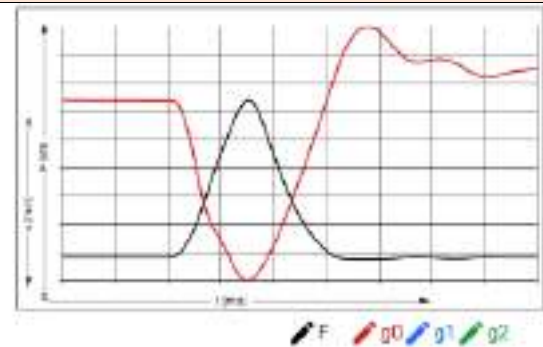
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.997	111.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.609	483.4	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

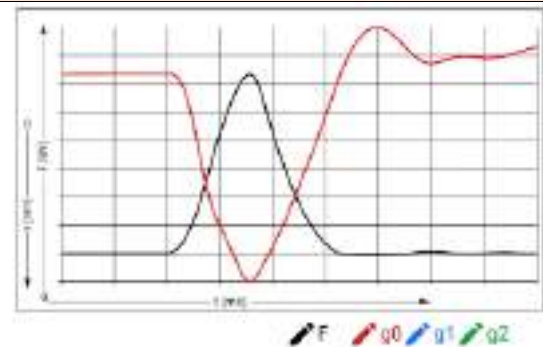
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.697	105.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.526	473.2	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

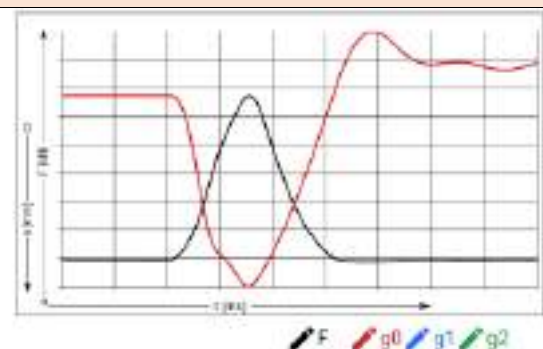
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.650	87.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.503	480.9	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

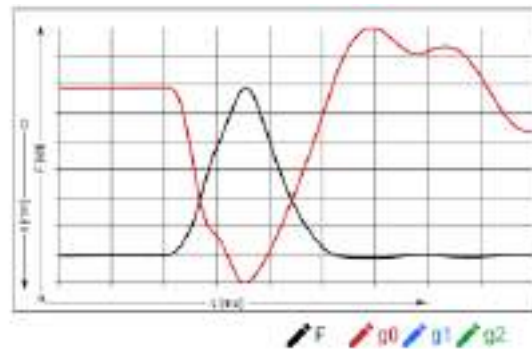
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.694	91.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.584	488.3	19.0

Plate Diameter (mm)	
150	

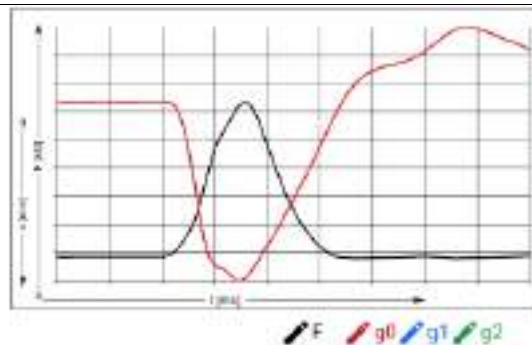
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.674	81.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.588	485.2	19.2

Plate Diameter (mm)	
150	

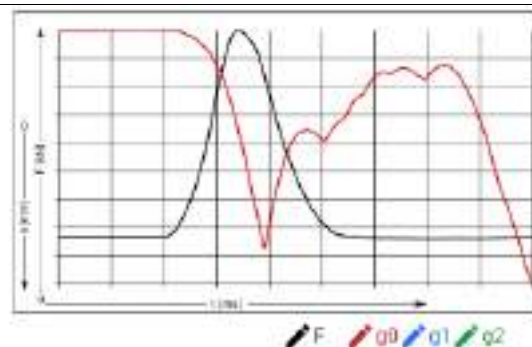
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.661	85.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.207	464.4	15.5

Plate Diameter (mm)	
150	

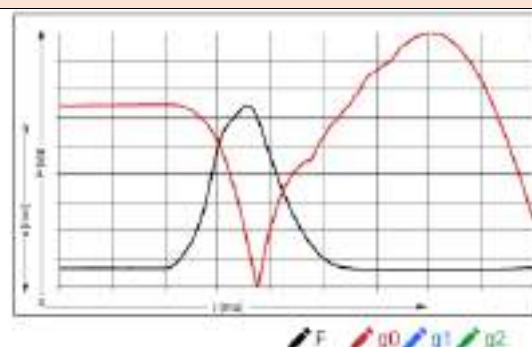
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.675	31.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.210	464.6	19.5

Plate Diameter (mm)	
150	

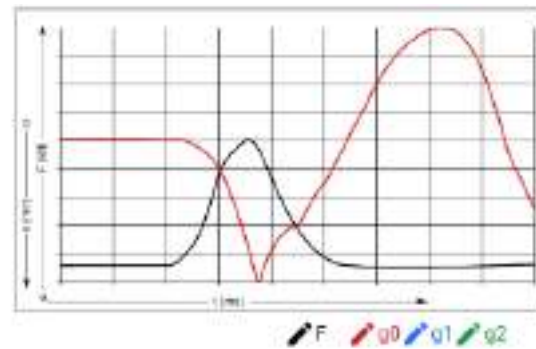
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.299	40.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.222	465.3	19.1

Plate Diameter (mm)	
150	

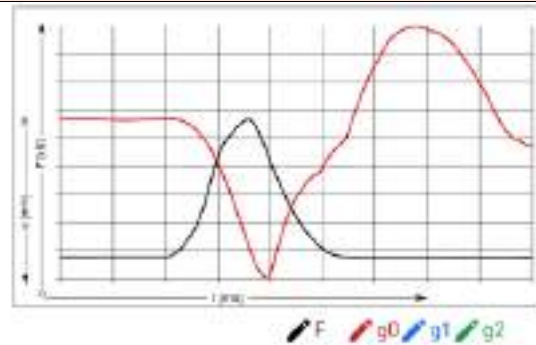
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.229	42.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.200	464.9	19.1

Plate Diameter (mm)	
150	

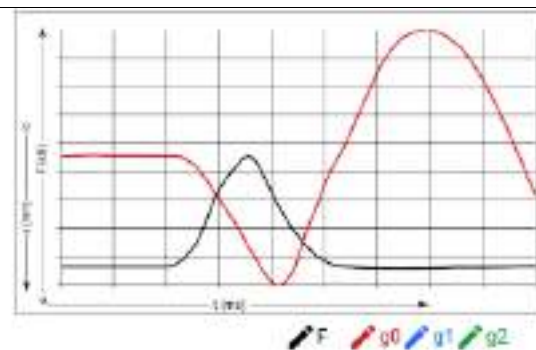
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.734	55.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.429	477.0	19.0

Plate Diameter (mm)	
150	

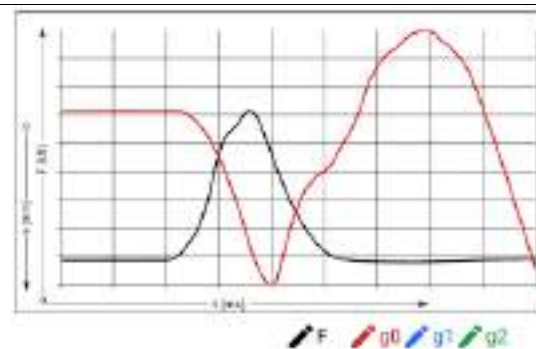
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.709	75.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.271	468.4	19.0

Plate Diameter (mm)	
150	

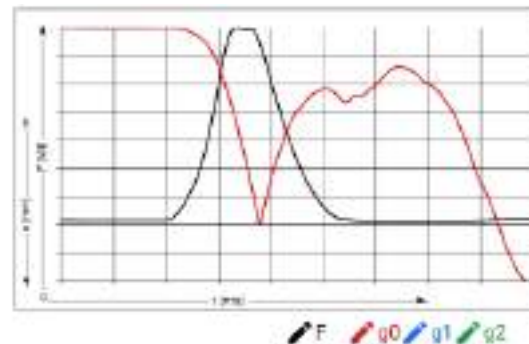
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.742	62.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.183	461.7	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

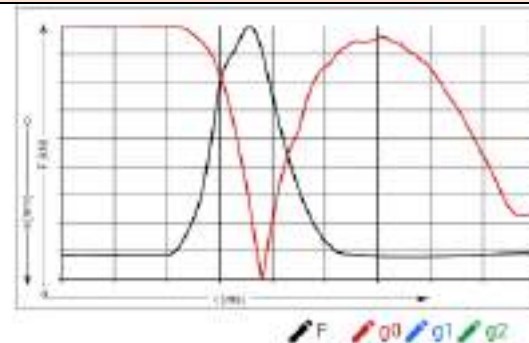
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.021	27.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.311	470.3	18.8

Plate Diameter (mm)	130
---------------------	-----

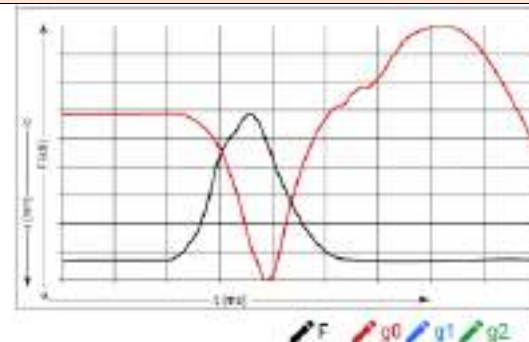
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.355	39.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.380	474.2	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

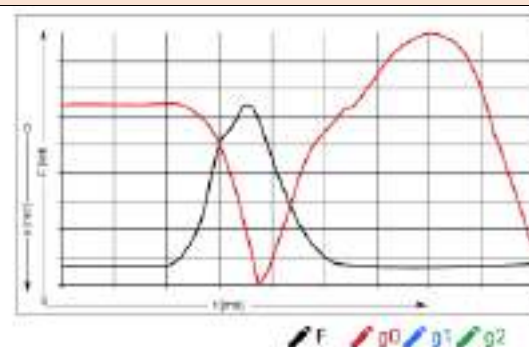
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.140	46.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.096	475.1	18.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

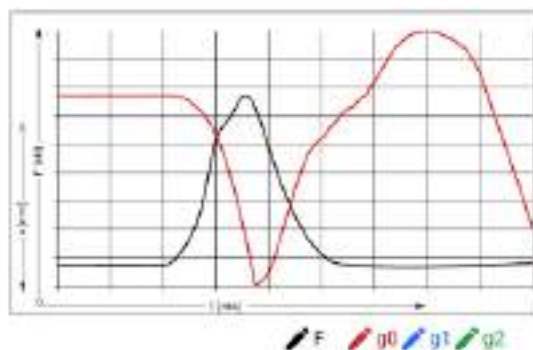
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.741	42.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.400	475.3	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

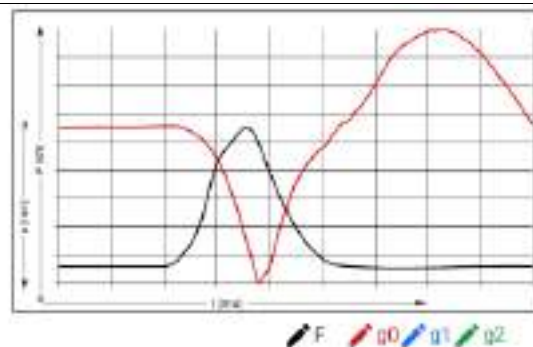
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.728	42.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.303	482.8	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

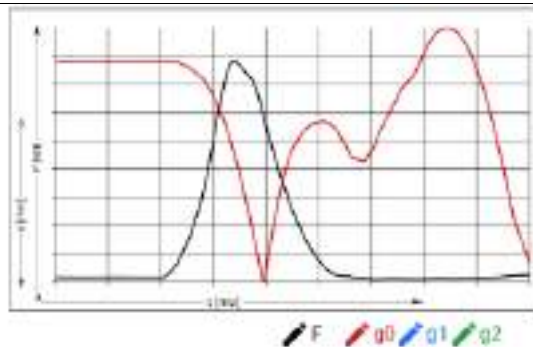
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.791	41.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.298	469.6	19.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

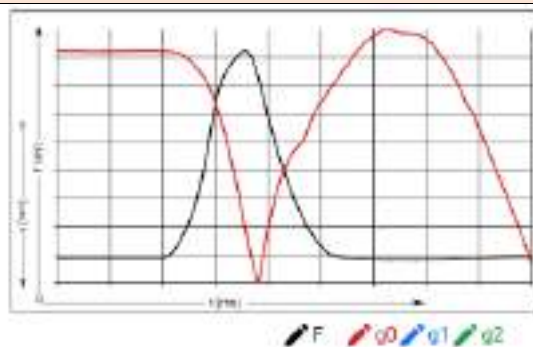
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.671	28.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.193	483.8	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

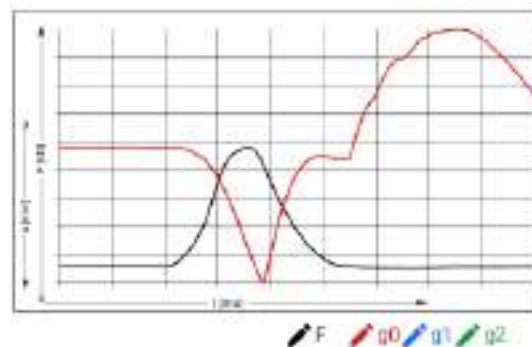
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.254	41.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.040	455.0	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

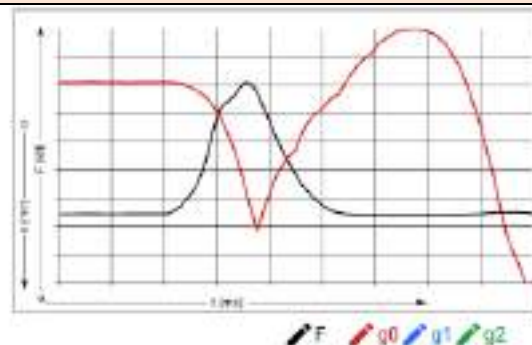
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.116	45.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.336	471.8	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

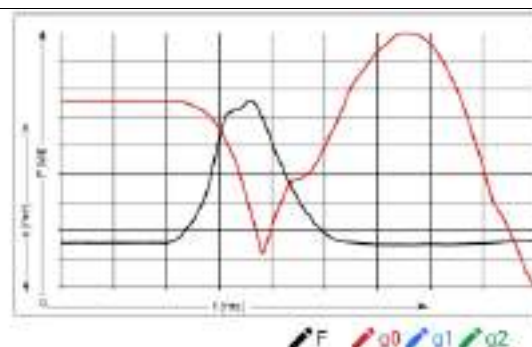
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.819	41.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.258	486.2	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

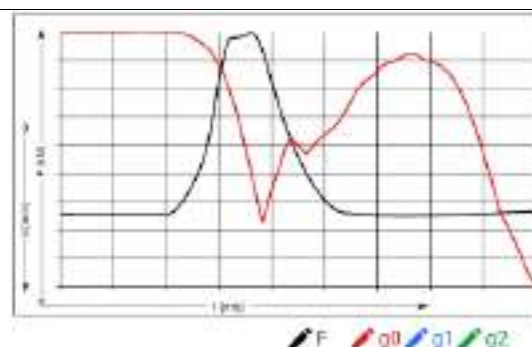
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.817	33.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.039	454.9	19.3

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.870	28.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0

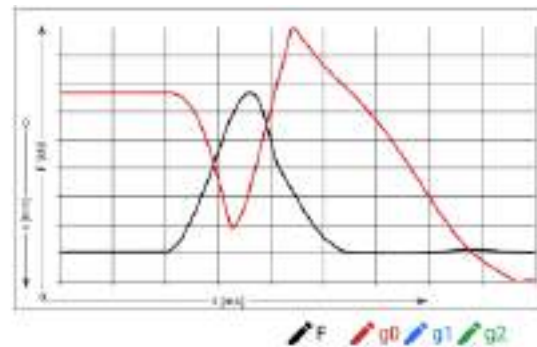


CANTERA LA MODERNA

Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.767	430.9	26.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

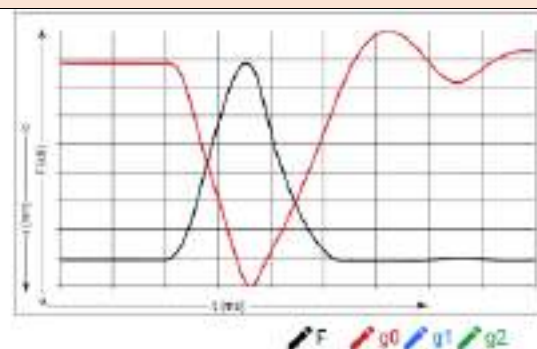
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.989	16.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.701	463.1	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

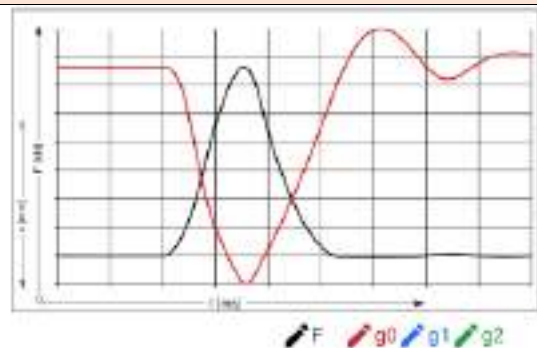
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.561	43.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.670	467.3	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

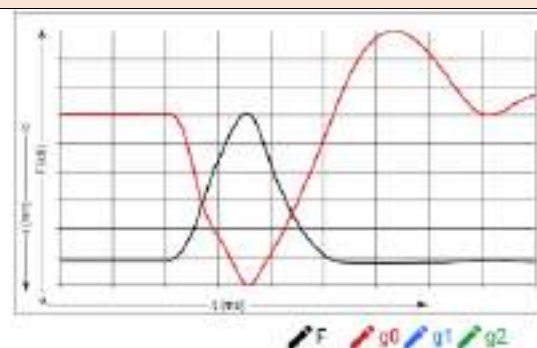
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.778	49.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.568	471.7	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

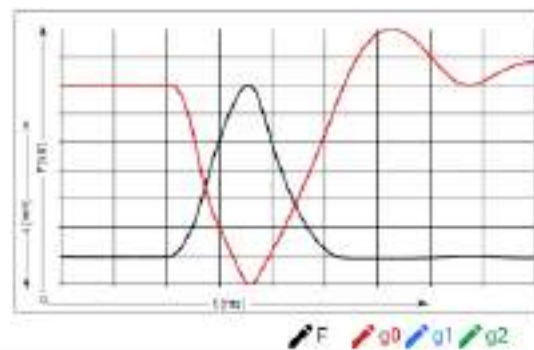
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.515	63.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.537	470.1	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

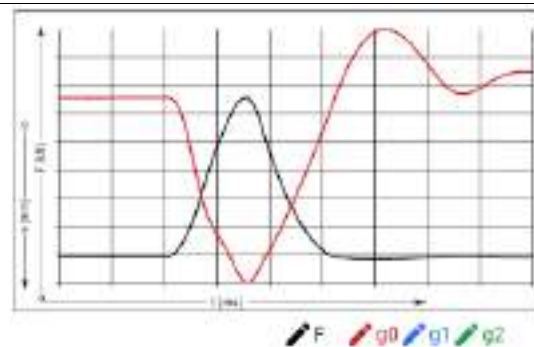
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.512	55.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.591	470.3	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

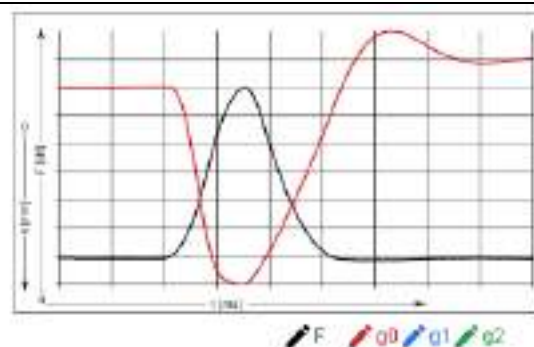
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.505	62.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.739	460.9	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

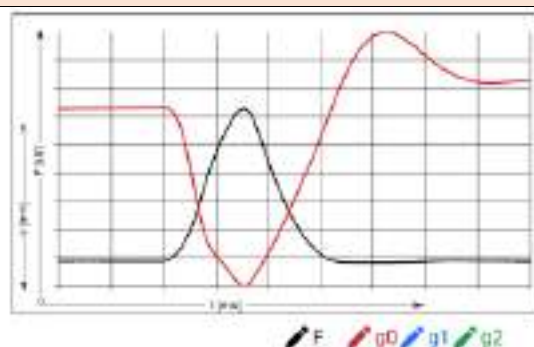
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.174	51.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.753	472.3	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

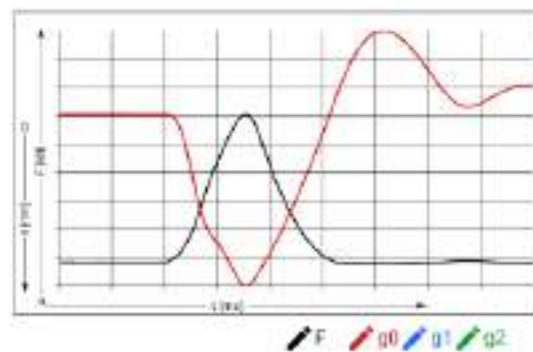
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.962	64.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.788	478.4	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

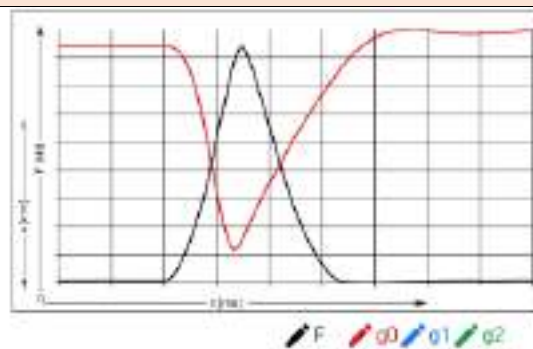
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.652	72.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.638	479.8	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

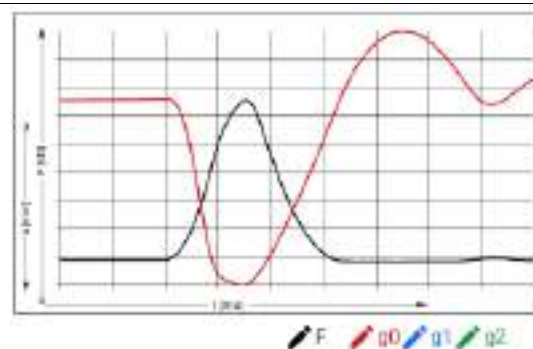
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.515	18.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.688	468.8	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

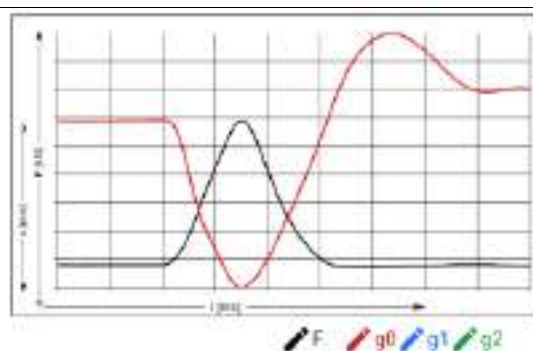
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.525	58.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.681	476.1	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

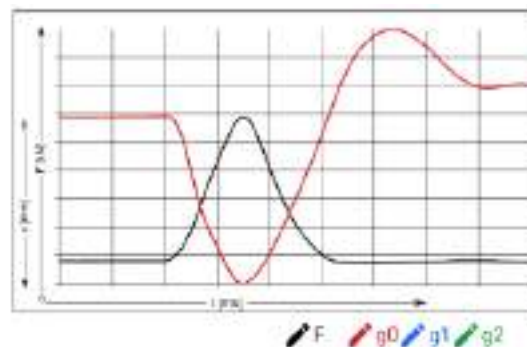
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.527	82.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.590	476.1	18.8

Plate Diameter (mm)	
130	

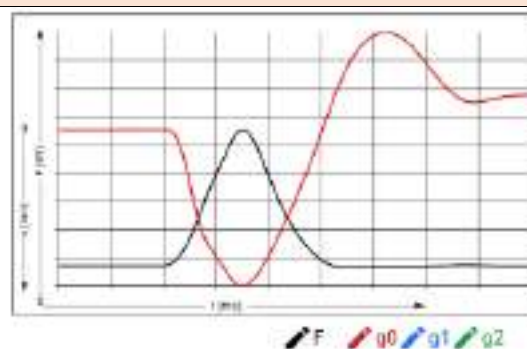
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.175	82.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.587	478.3	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.855	95.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.602	479.5	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

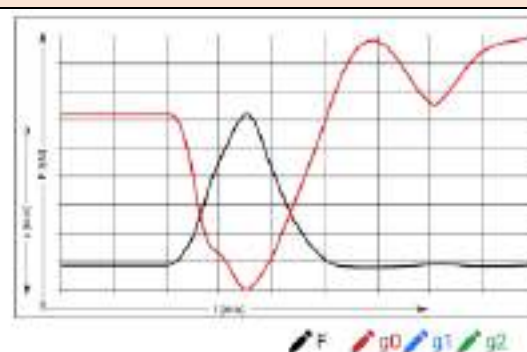
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.845	108.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.811	481.2	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

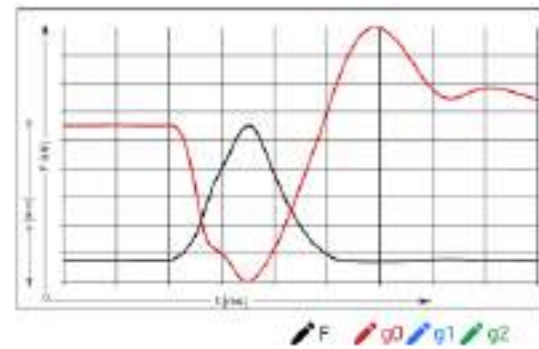
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.542	88.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.810	488.1	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

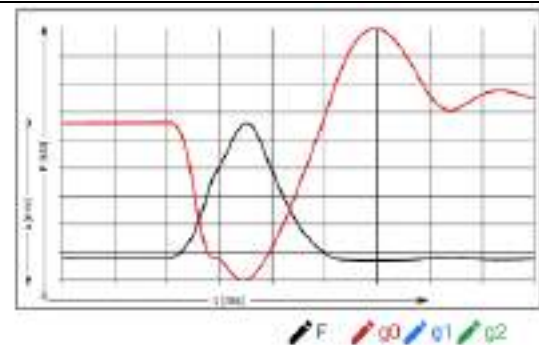
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.535	85.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.841	482.0	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

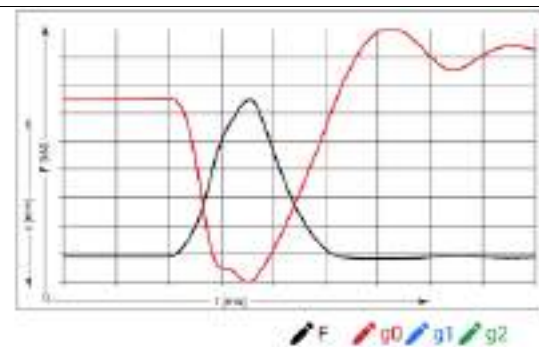
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.540	85.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.767	472.1	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

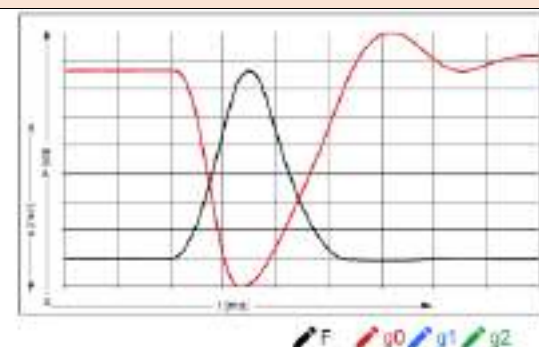
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.942	60.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.745	482.9	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

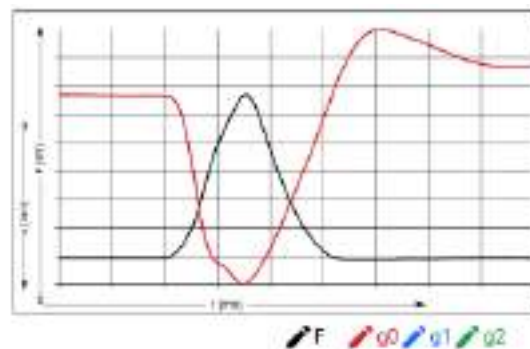
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.153	48.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.718	478.9	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

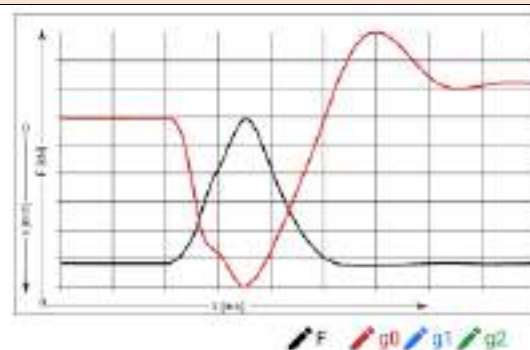
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.632	87.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.738	488.0	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

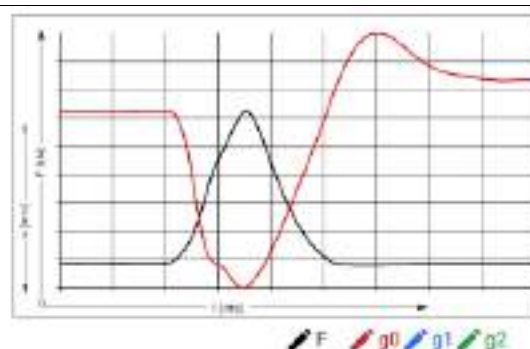
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.539	86.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.661	485.3	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

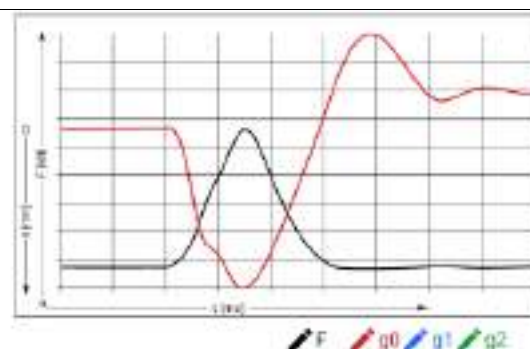
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.535	78.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.682	488.4	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

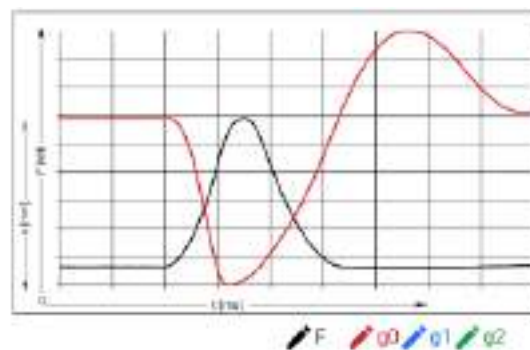
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.536	96.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.832	457.1	19.3

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

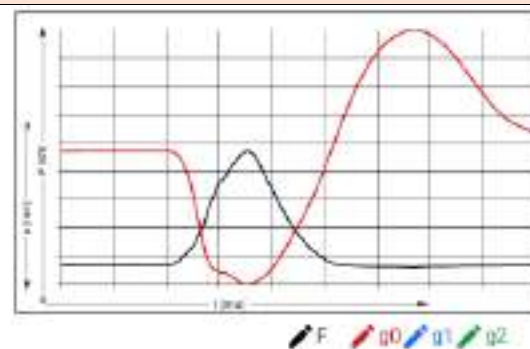
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.889	41.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.831	480.8	19.1

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

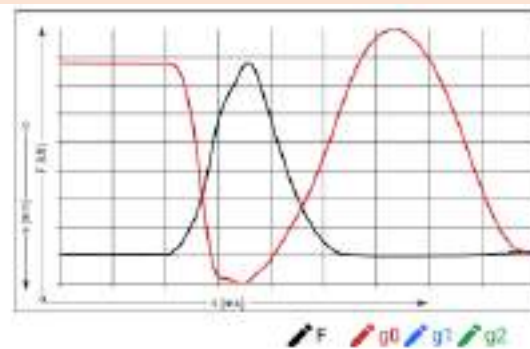
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.955	63.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.781	479.1	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

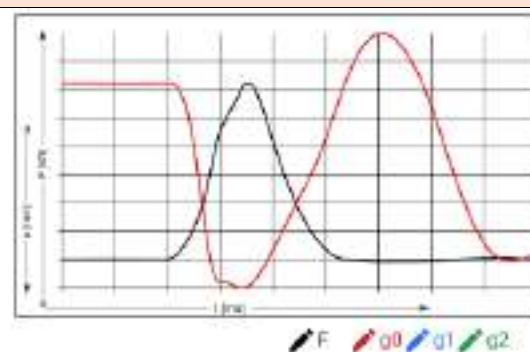
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.543	54.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.750	480.8	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

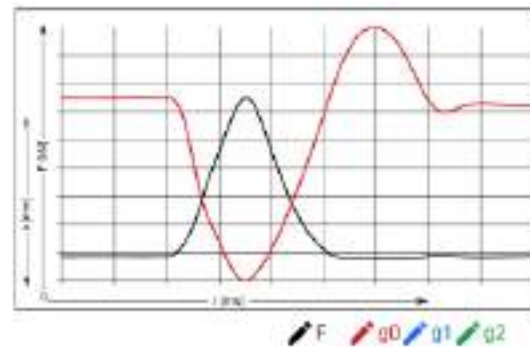
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.548	61.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.635	479.1	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

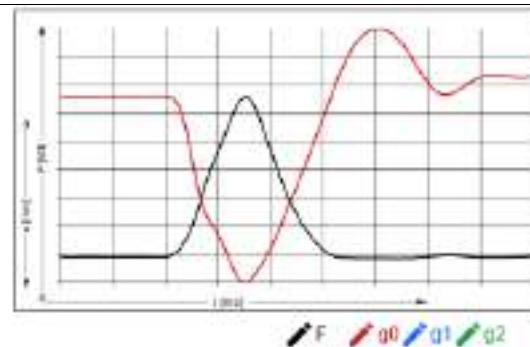
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.530	89.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.693	478.6	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

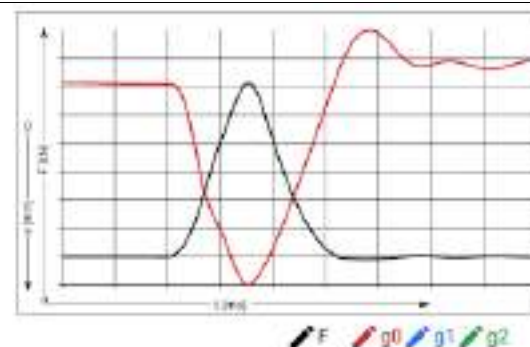
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.543	77.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.657	476.4	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

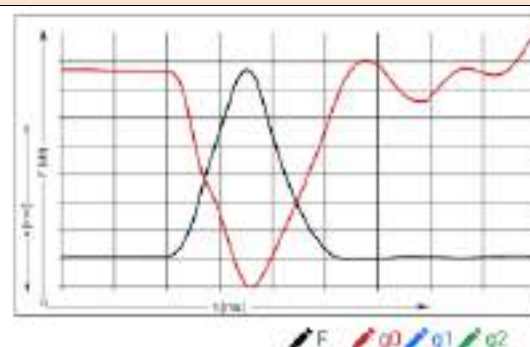
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.475	79.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.298	473.4	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

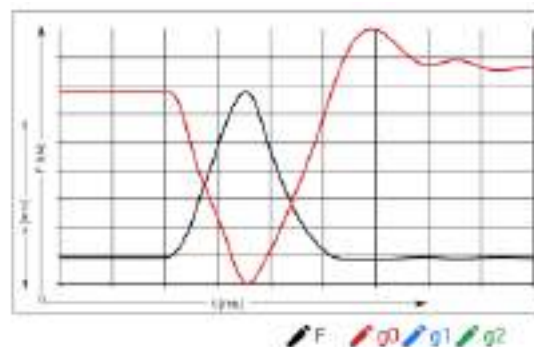
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.470	75.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.616	480.0	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

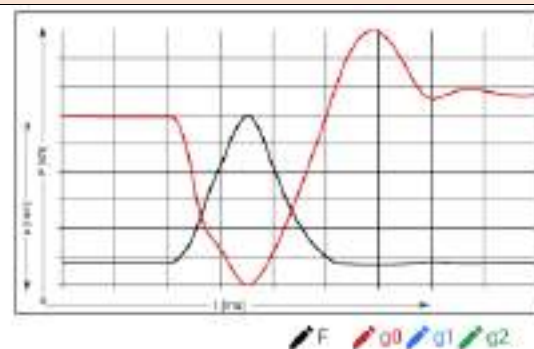
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.422	81.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.718	483.2	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

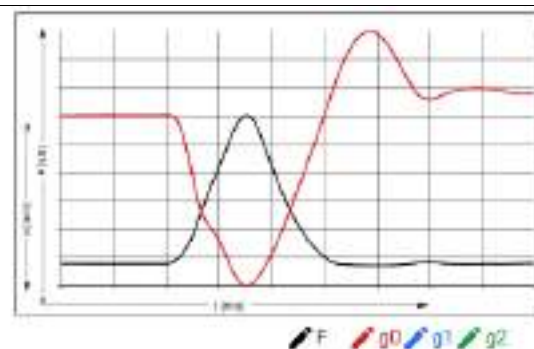
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.546	100.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.513	483.4	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

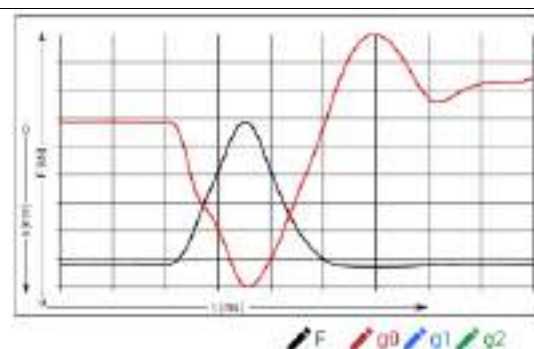
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.547	100.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.717	481.3	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

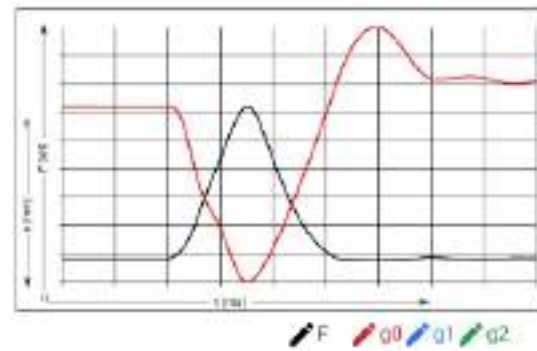
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.542	93.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.956	483.8	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

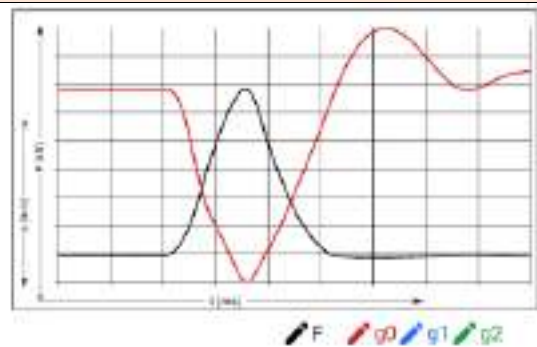
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.135	80.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.952	471.3	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

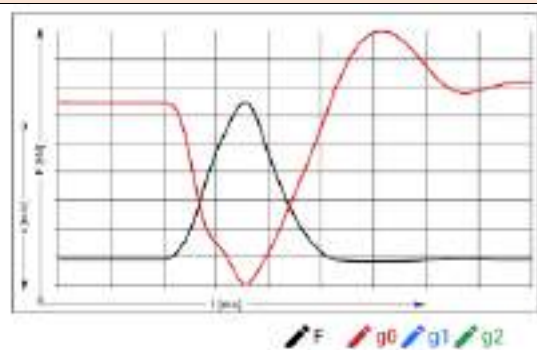
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.848	56.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.872	477.6	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

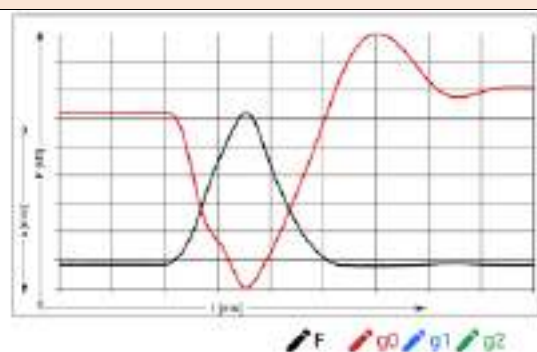
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.632	64.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.753	483.1	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

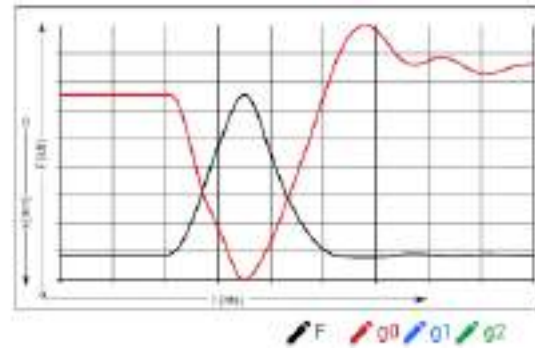
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.548	74.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.826	483.4	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

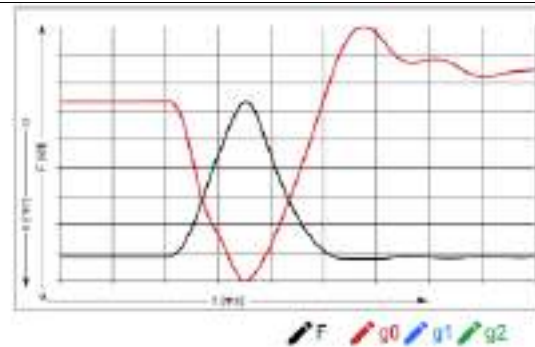
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.549	94.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.758	484.5	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

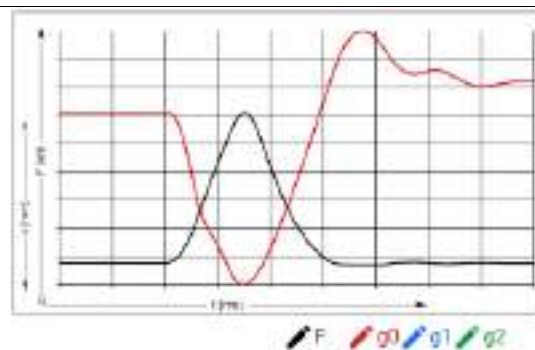
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.561	102.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.608	485.7	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

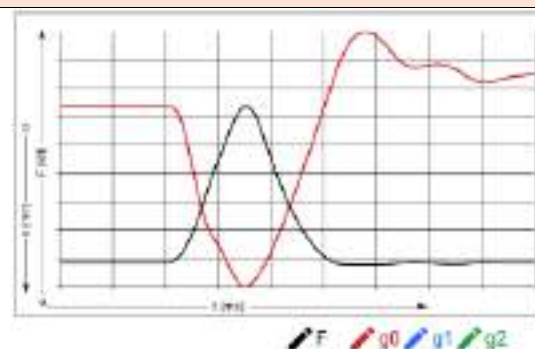
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.547	111.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.574	483.4	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

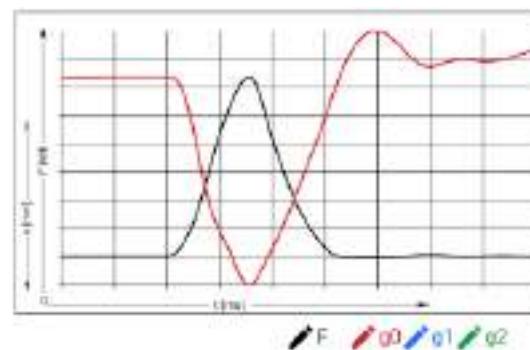
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.943	105.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.550	473.2	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

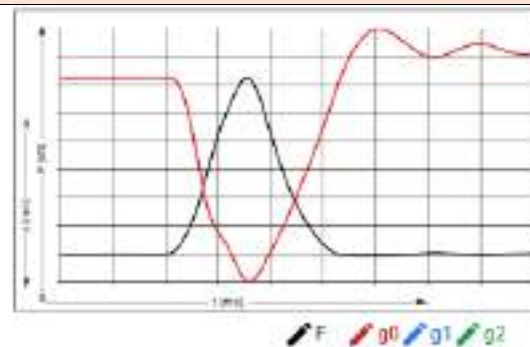
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.768	67.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.688	471.5	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

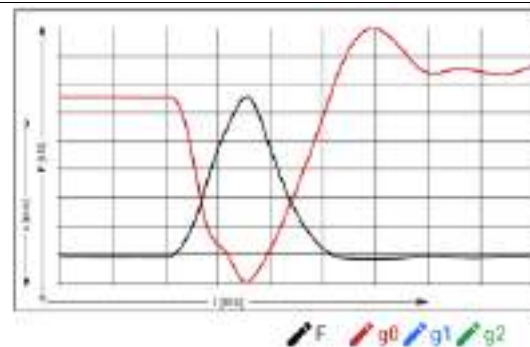
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.548	69.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.670	478.1	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

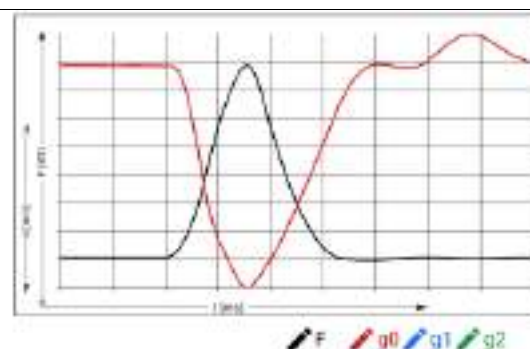
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.546	81.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.677	469.2	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

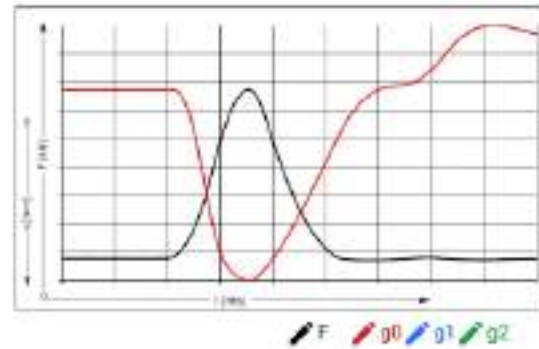
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.559	54.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.836	450.5	10.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

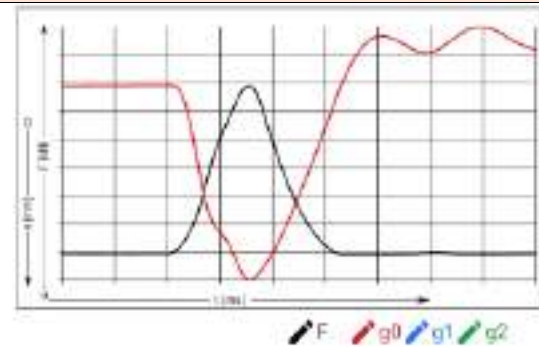
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.938	44.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.919	473.6	10.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

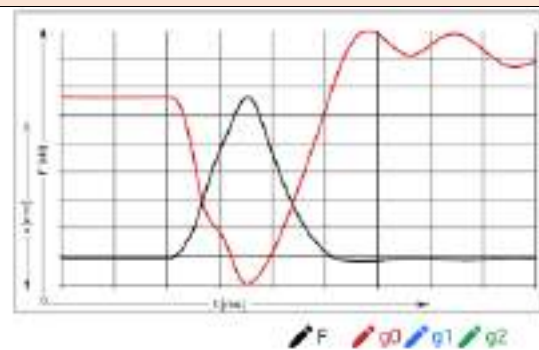
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.735	65.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.879	494.4	10.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

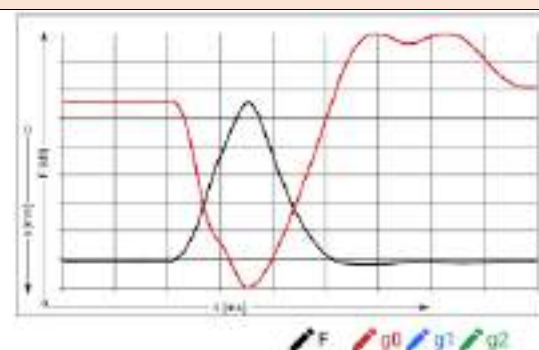
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.523	86.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.727	481.1	10.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

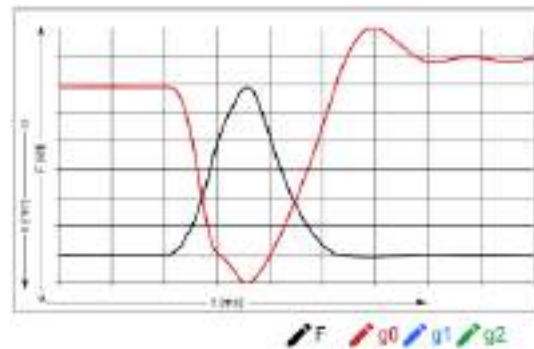
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.571	84.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.716	474.8	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

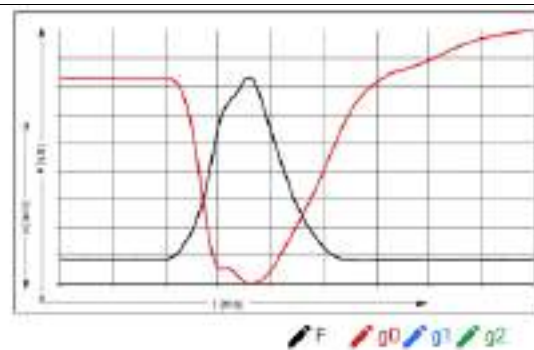
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.549	71.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.732	482.2	19.1

Plate Diameter (mm)	
150	

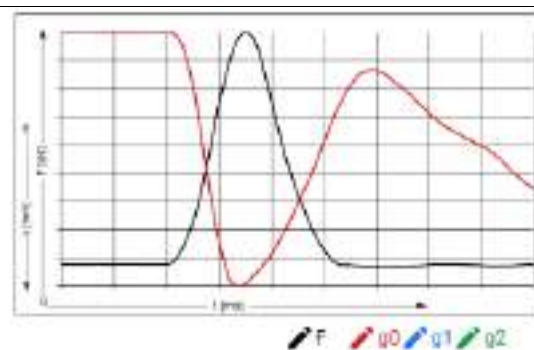
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.557	48.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.805	445.9	19.1

Plate Diameter (mm)	
150	

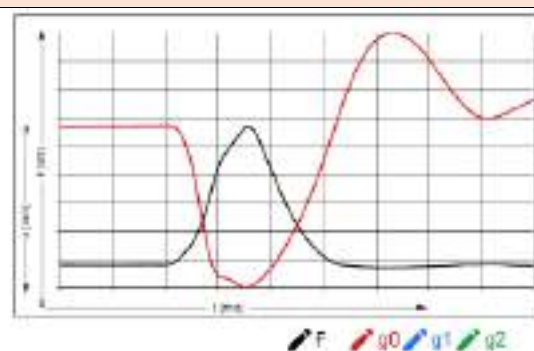
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.498	34.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.790	472.0	19.3

Plate Diameter (mm)	
150	

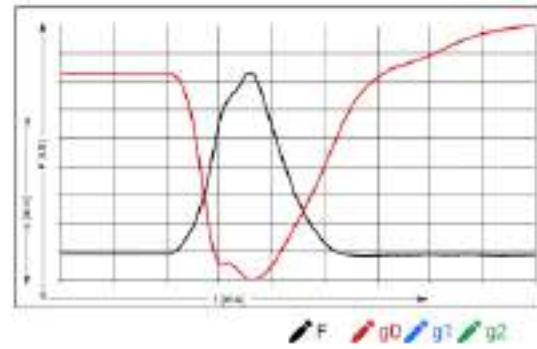
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.988	58.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.757	482.2	19.1

Plate Diameter (mm)	
150	

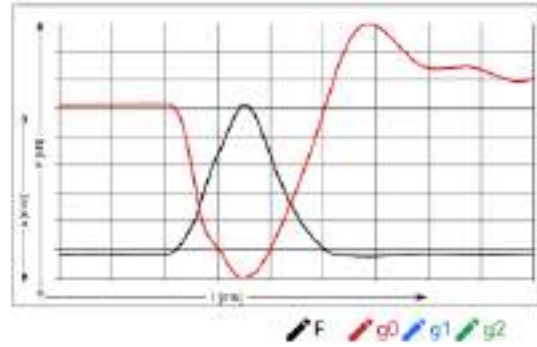
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.780	46.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.911	484.9	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

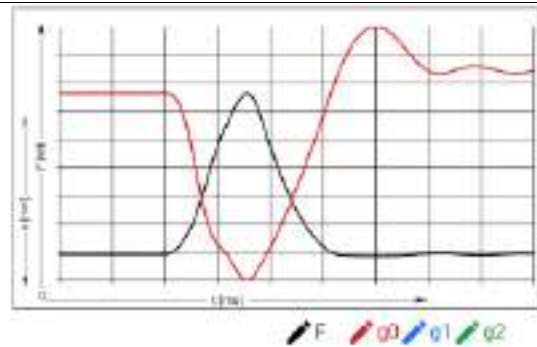
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.597	102.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.847	480.0	19.0

Plate Diameter (mm)	
150	

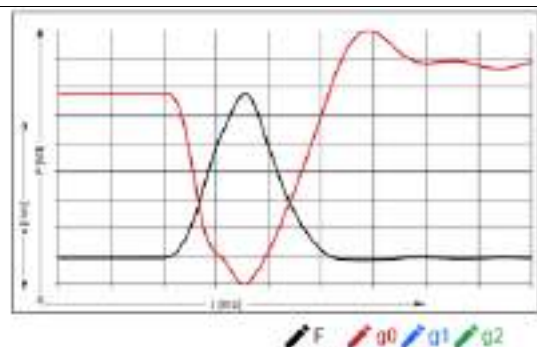
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.576	76.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.886	480.8	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

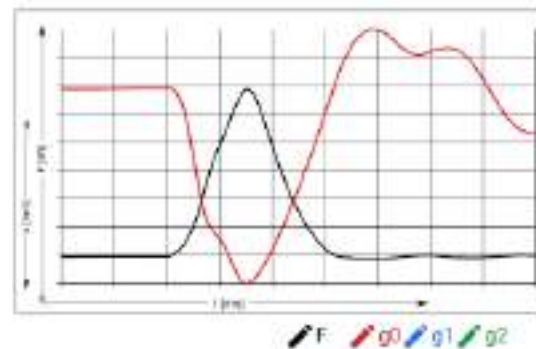
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.547	81.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.864	466.3	19.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

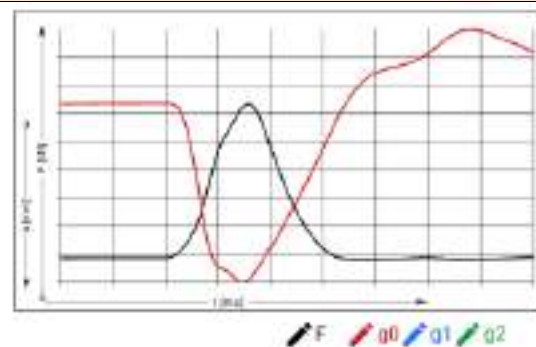
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.825	81.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.949	465.2	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

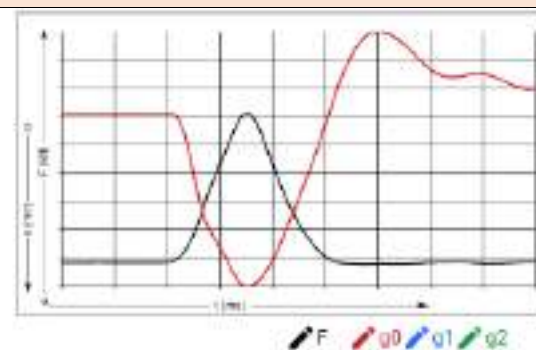
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.543	56.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.945	484.3	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

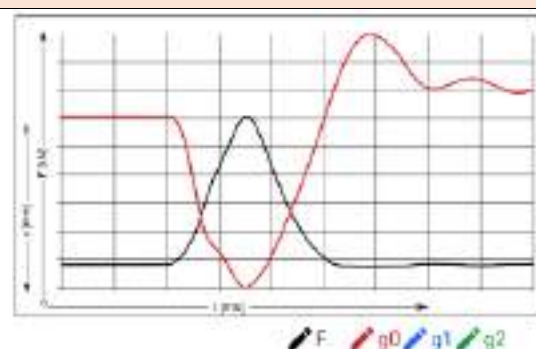
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.517	94.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.519	489.4	18.7

Plate Diameter (mm)	130
---------------------	-----

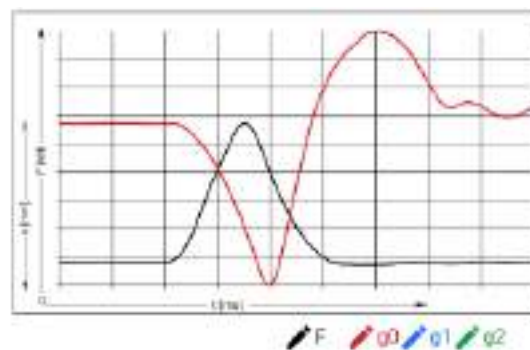
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.579	94.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.638	485.7	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

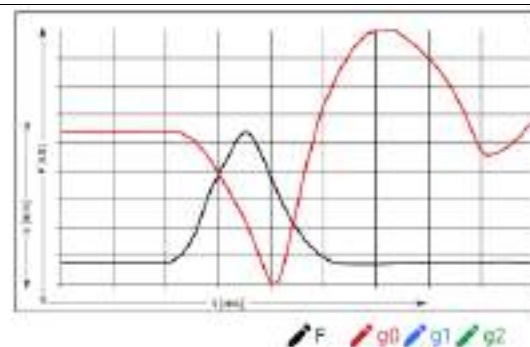
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.548	79.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.654	485.9	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

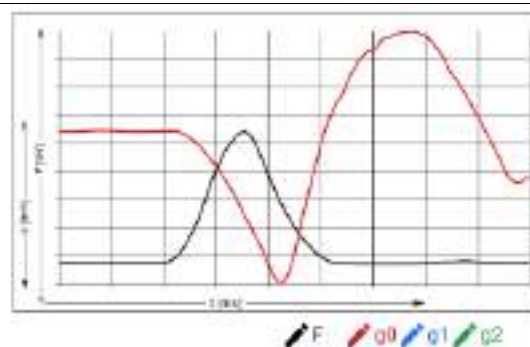
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.594	76.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.654	495.3	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

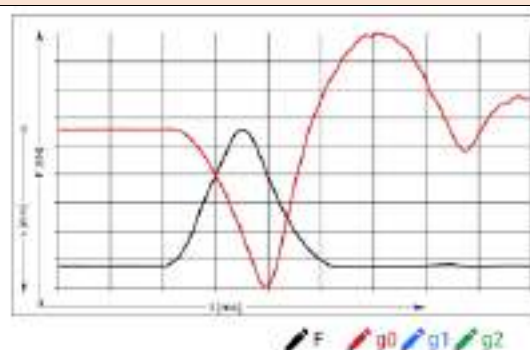
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.496	60.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.635	486.5	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

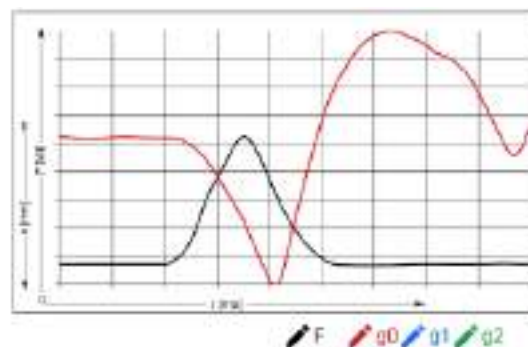
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.748	81.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.801	480.0	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

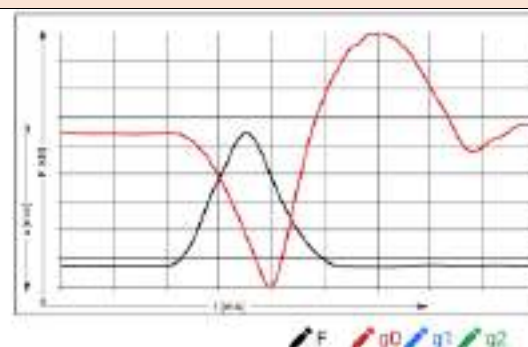
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.749	73.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.975	481.4	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

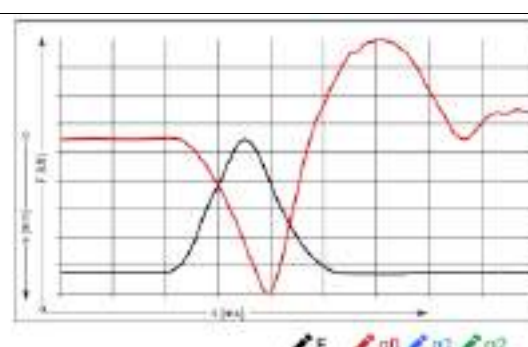
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.618	83.2
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.074	475.8	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

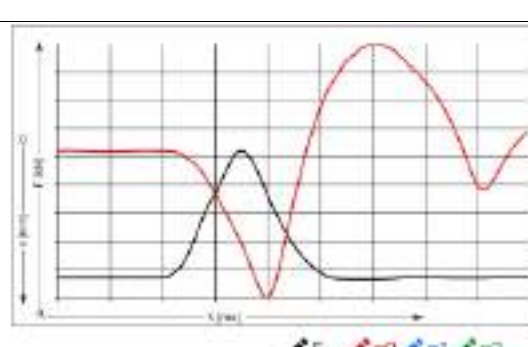
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.607	82.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.943	480.0	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

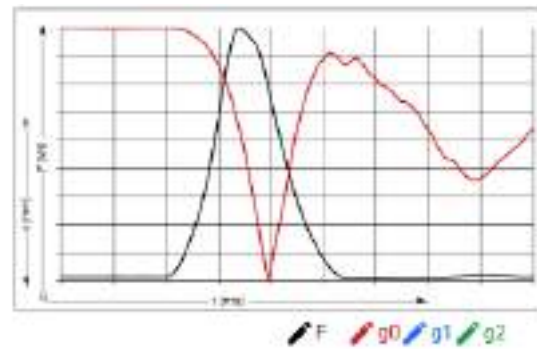
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.603	81.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.276	468.3	19.2

Plate Diameter (mm)	
150	

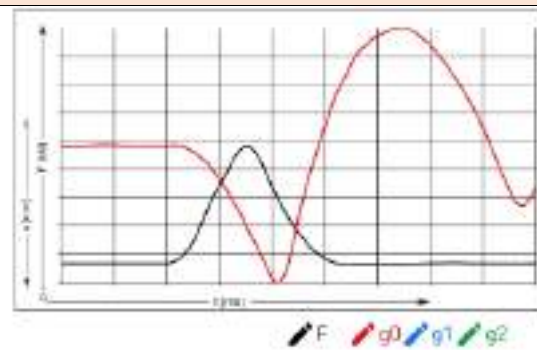
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.896	27.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.538	483.1	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

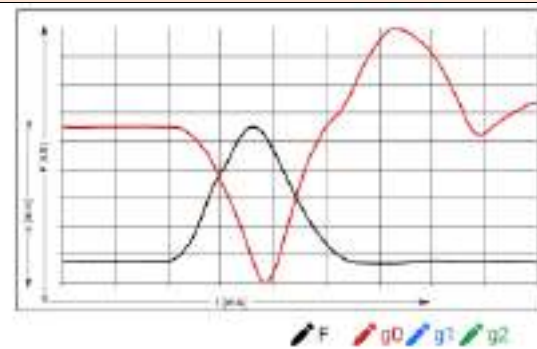
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.696	77.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
5.968	337.6	20.5

Plate Diameter (mm)	
150	

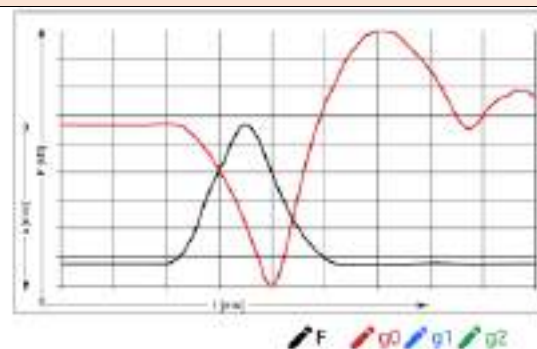
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.556	58.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.527	482.5	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

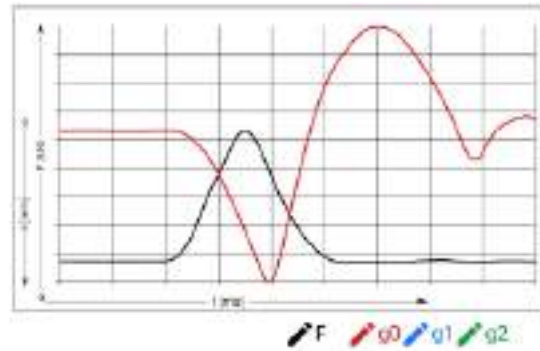
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.698	77.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.322	482.2	18.0

Plate Diameter (mm)	
150	

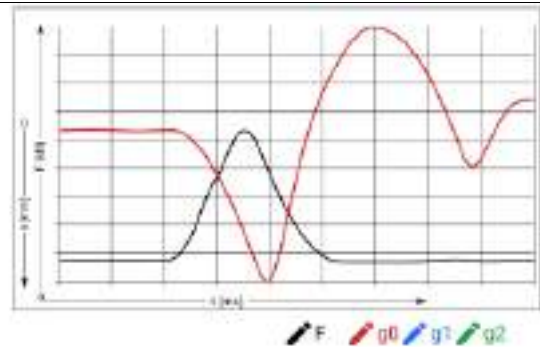
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.634	85.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.568	484.8	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

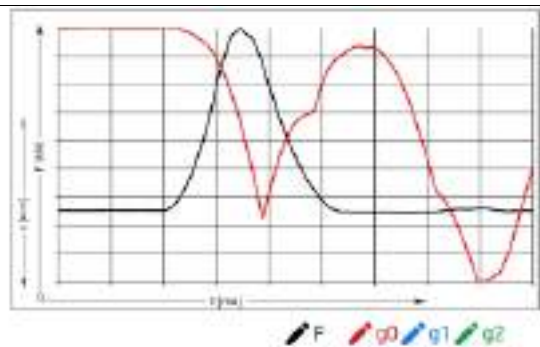
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.637	85.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.298	459.5	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

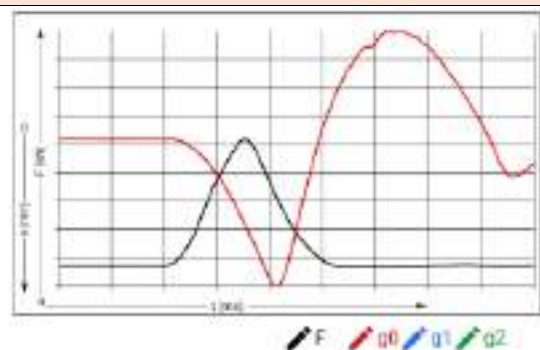
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.758	30.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.480	480.3	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

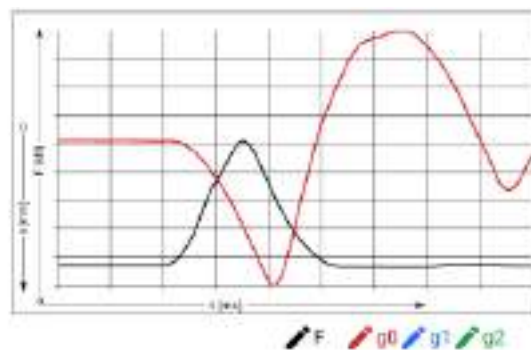
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.779	69.3
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.483	480.0	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

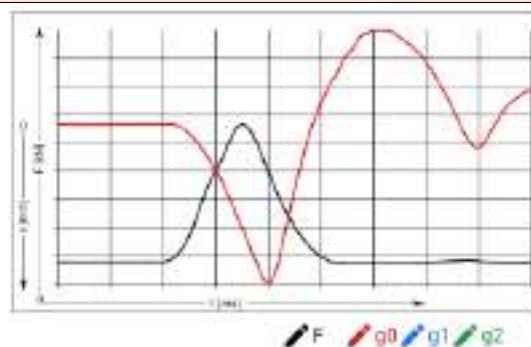
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.738	73.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.681	491.2	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

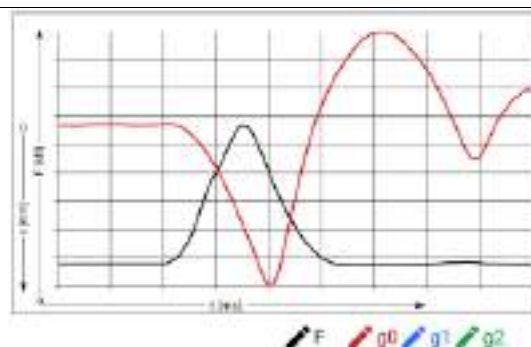
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.684	80.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.612	487.3	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

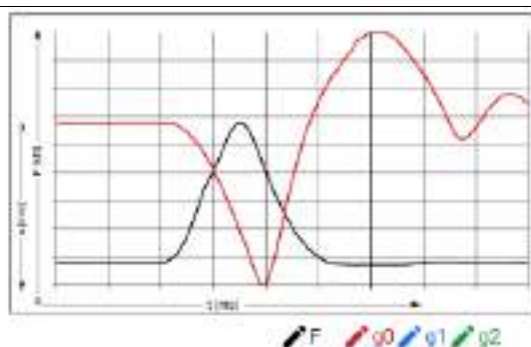
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.695	78.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.599	486.6	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

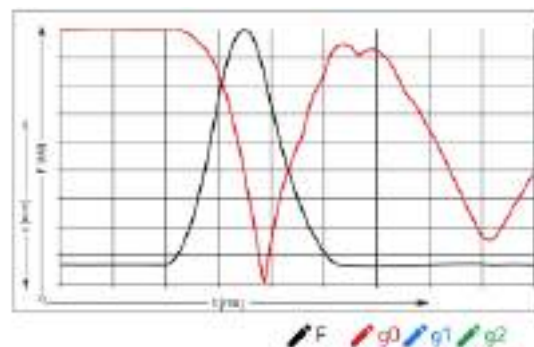
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.652	83.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.103	458.5	19.1

Plate Diameter (mm)	
150	

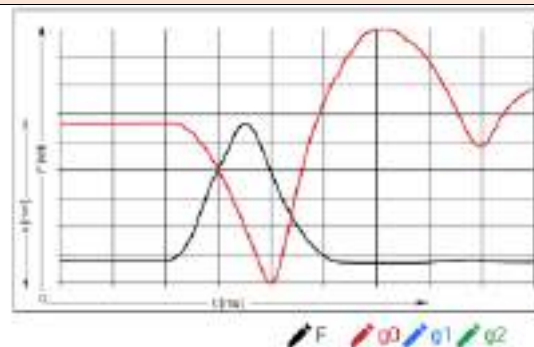
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.518	30.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.103	491.2	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

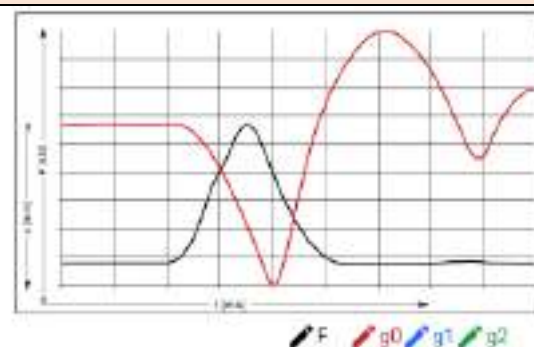
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.318	80.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.103	487.3	18.6

Plate Diameter (mm)	
130	

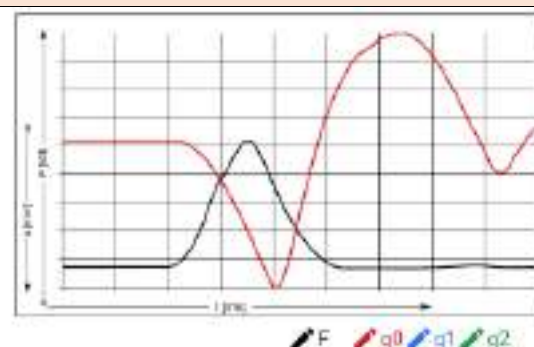
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.318	78.8
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.621	499.2	16.7

Plate Diameter (mm)	
150	

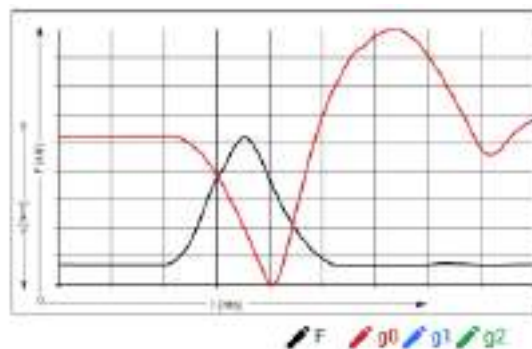
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.723	77.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.468	480.3	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

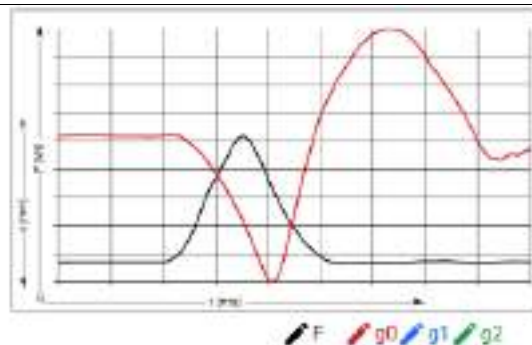
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.705	76.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.520	482.1	18.5

Plate Diameter (mm)	
150	

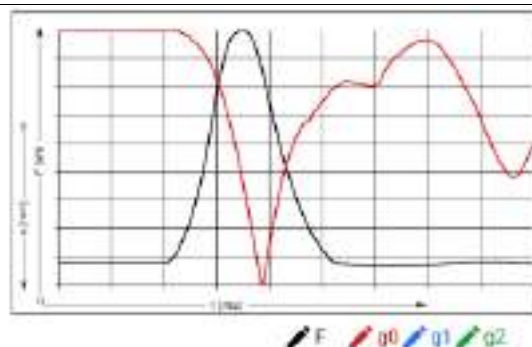
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.712	76.1
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
7.999	452.6	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

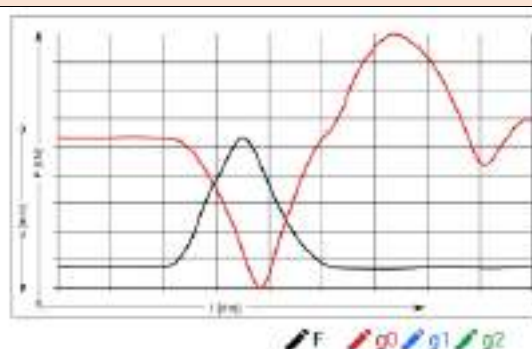
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.435	35.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.631	488.4	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

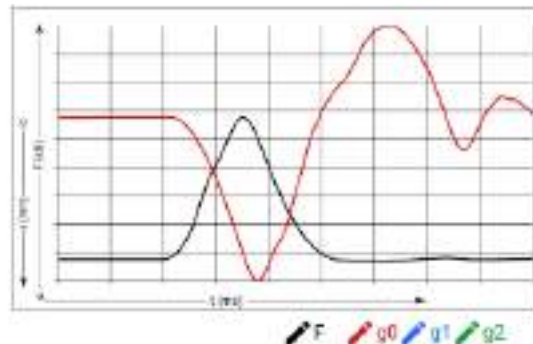
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.633	88.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.634	488.6	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

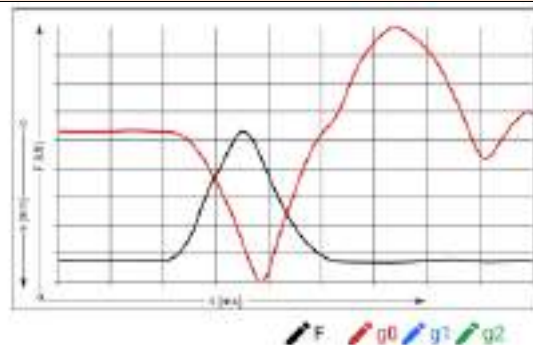
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.544	100.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.631	488.4	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

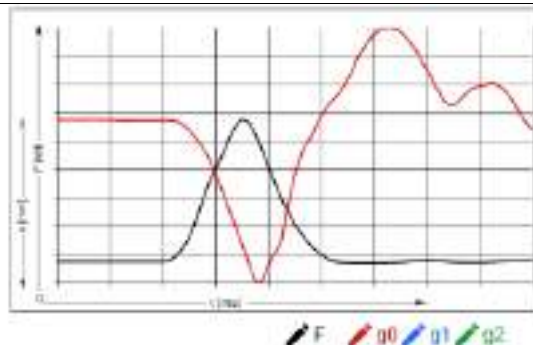
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.708	86.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.617	487.6	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

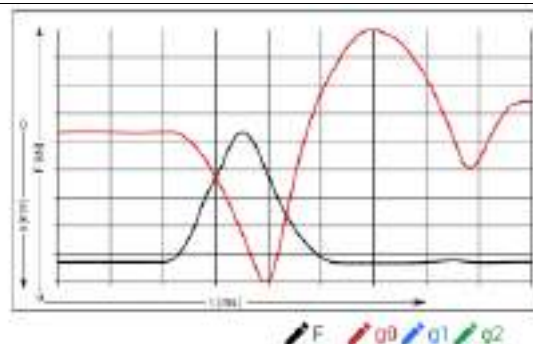
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.719	94.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.588	484.8	18.5

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

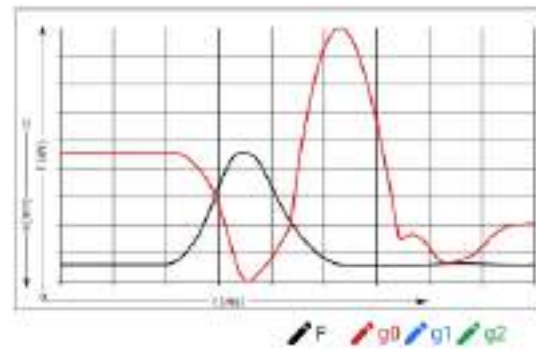
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.694	85.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.065	456.3	19.2

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

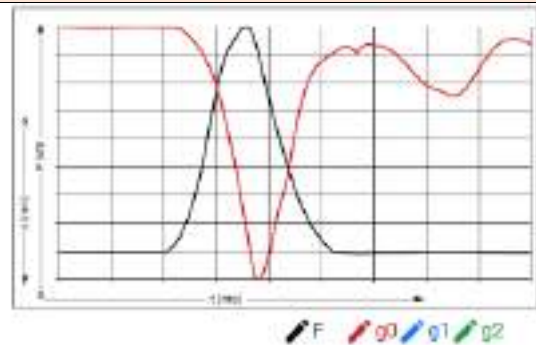
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.607	84.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.269	467.9	18.0

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

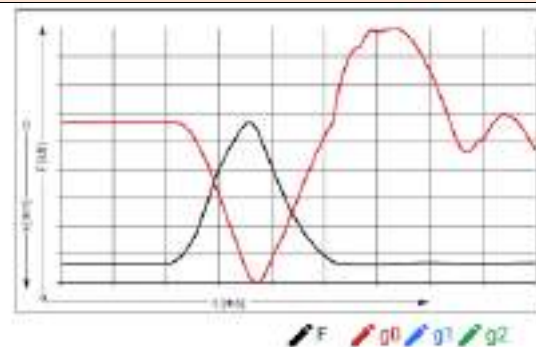
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.235	42.5
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.627	488.2	18.8

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

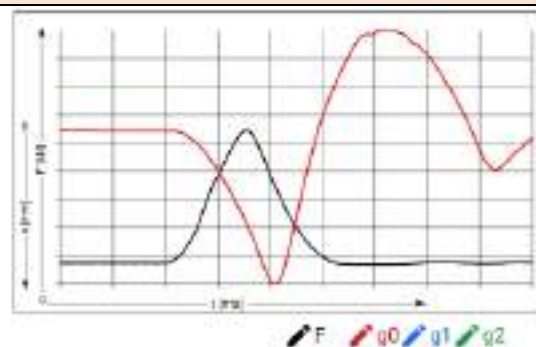
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.457	130.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.603	487.8	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

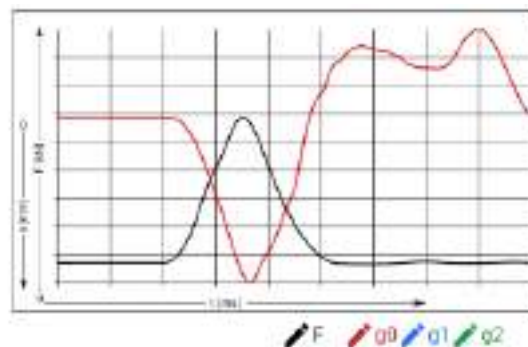
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.725	75.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.624	488.0	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

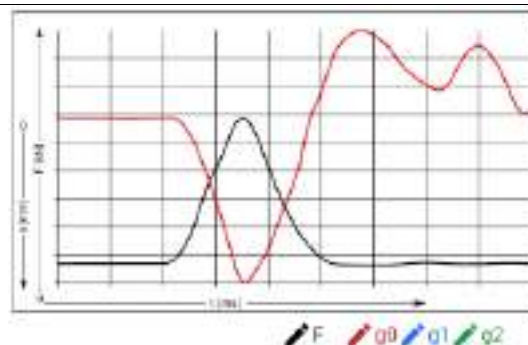
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.711	119.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.625	488.0	18.7

Plate Diameter (mm)	
150	

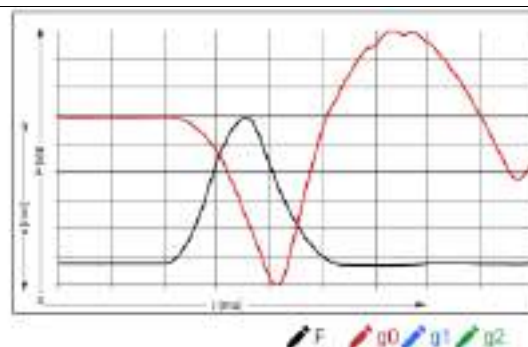
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.696	128.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.060	467.0	18.8

Plate Diameter (mm)	
150	

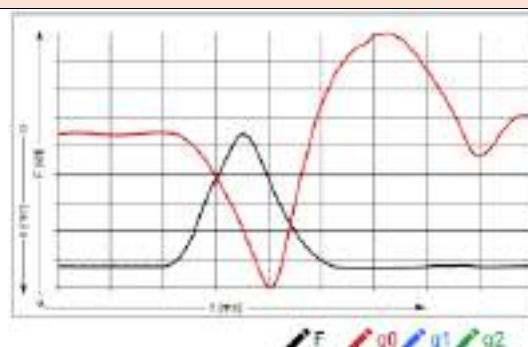
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	1.036	50.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.489	480.3	18.6

Plate Diameter (mm)	
150	

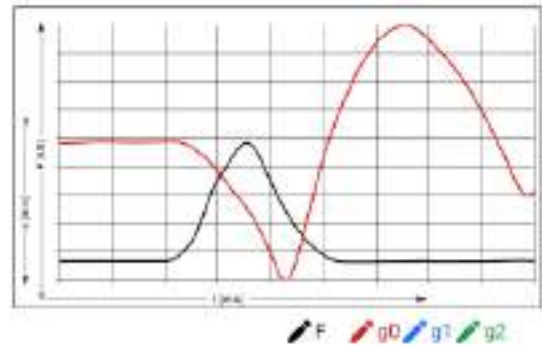
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.704	78.6
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.777	475.7	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

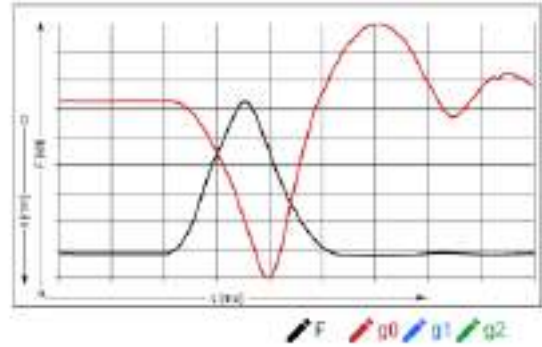
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.835	64.0
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.703	487.8	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

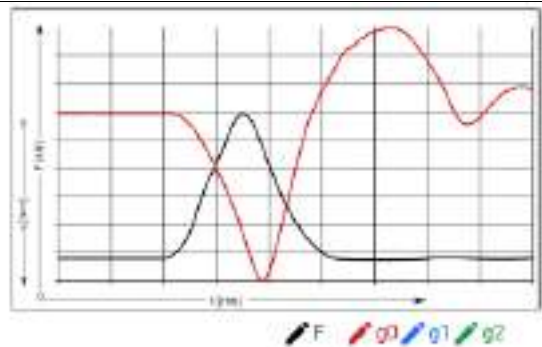
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.780	76.7
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.664	490.3	18.7

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

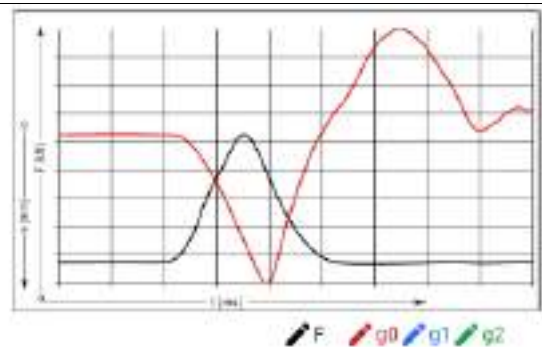
Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.792	82.9
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0




Force (kN)	Pressure (kPa)	Pulse (ms)
8.625	489.5	18.6

Plate Diameter (mm)	150
---------------------	-----

Distance (mm)	Deflection (mm)	EMod (MPa)
0	0.775	82.4
0	0.0	0.0
0	0.0	0.0



Anexo 3.2. Ensayos de capacidad de soporte CBR

	CBR DE SUELOS - LABORATORIO (MTC E 132)	Código formato base: FOR-SIG-01.00
		Código del documento REG-OPE-50.00
		Página 1 de 2

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : PALLCCA

Exploración : CANTERA PALLCCA

Lugar : PALLCCA

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE Nº	47			65			71			
CAPAS Nº	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	12.318			12.168			11.881			
PESO DEL MOLDE gr	7.591,00			7.575,00			7.575,00			
PESO SUELO HÚM. gr	4.727,00			4.593,00			4.306,00			
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2.098,90			2.112,18			2.112,18			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2,25			2,17			2,04			
DENSIDAD SECA gr/cm3	2,02			1,95			1,83			
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO Nº	Nro.	190	84	125	190	84	50	190	84	14
TARRO+SUELO HÚM.	gr	306,3	256,8	565,8	306,3	256,8	649,3	306,3	256,8	601,7
TARRO+SUELO SECO	gr	281,7	235,7	514,3	281,7	235,7	591,6	281,7	235,7	539,9
PESO DEL TARRO	gr	63,20	49,10	65,85	63,20	49,10	96,49	63,20	49,10	66,02
% DE HUMEDAD	%	11,26	11,31	11,50	11,26	11,31	11,65	11,26	11,31	13,06
HUMEDAD	%	11,28		11,50	11,28		11,65	11,28		13,06
ABSORCIÓN	%	0,22			0,37			1,78		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		0,30	0,30	0,15	0,23	0,23	0,12	1,53	1,53	0,79
1,270	0,050		0,92	0,92	0,48	0,70	0,70	0,36	3,25	3,25	1,68
1,900	0,075		1,96	1,96	1,01	1,49	1,49	0,77	4,34	4,34	2,24
2,540	0,100	6,9	3,61	3,61	1,87	2,74	2,74	1,42	5,41	5,41	2,79
3,170	0,125		5,74	5,74	2,97	4,36	4,36	2,25	6,38	6,38	3,29
3,810	0,150		8,03	8,03	4,15	6,10	6,10	3,15	7,29	7,29	3,77
4,445	0,175		11,29	11,29	5,83	8,58	8,58	4,43	8,38	8,38	4,33
5,080	0,200	10,35	14,84	14,84	7,67	11,28	11,28	5,83	9,40	9,40	4,86
7,620	0,300		30,54	30,54	15,78	23,21	23,21	12,00	12,94	12,94	6,69



INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 202986



**CBR DE SUELOS - LABORATORIO
(MTC E 132)**

Código formato base:
FOR-SIG-01.00
Código del documento:
REG-OPE-50.00
Página 2 de 2

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : PALLCCA

Exploración : CANTERA PALLCCA

Lugar : PALLCCA

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

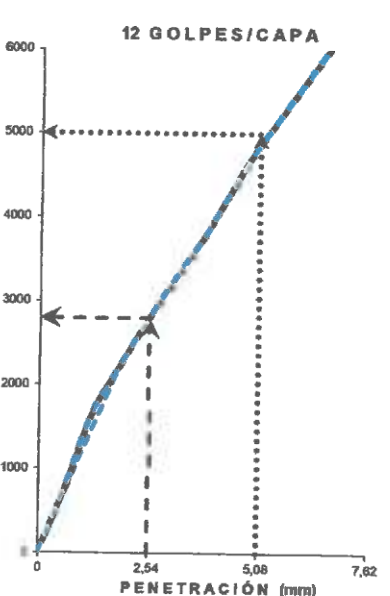
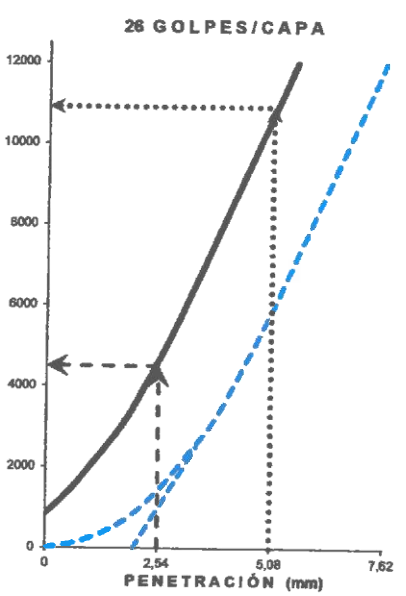
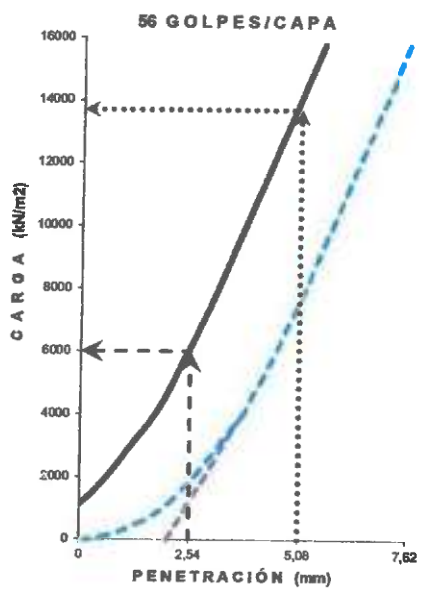
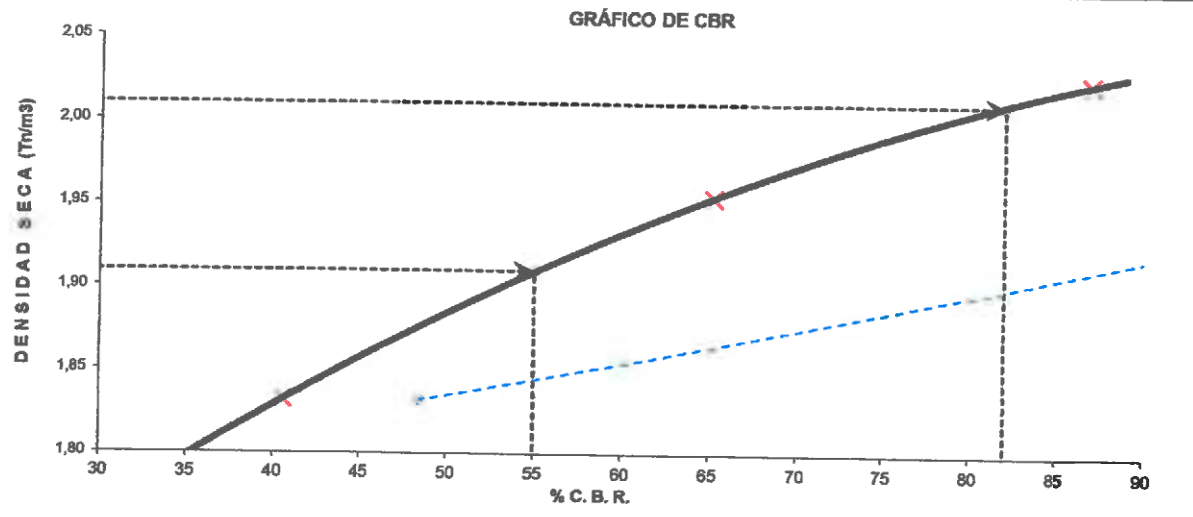
Fecha : ENERO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GW-GC	GRAVA BIEN GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA	AASHTO :	A-1-a (0)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	2,01	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	11,30						
% Grava =	67,6	% Arena =	26,7	% Finos =	5,7	LL % =	24,3%	LP % =	18,9%
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	1,0	IP % =	5,4%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 82,0 CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 55,0 CBR AL 90% MDS = -,-



ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : PALLCCA

Exploración : CANTERA PALLCCA

Lugar : PALLCCA

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	27			43			45			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	11.555			12.601			11.659		
PESO DEL MOLDE	gr	6.811,00			8.132,00			7.656,00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4.744,00			4.469,00			4.003,00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.109,88			2.101,49			2.117,31		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,25			2,13			1,89		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,02			1,91			1,70		
Contenido de Humedad		Humedad: Inicial		final	Humedad: Inicial		final	Humedad: Inicial		final
TARRO N°	Nro.	32	35	35	32	35	32	32	35	34
TARRO+SUELO HÚM.	gr	396,5	323,4	578,3	396,5	323,4	615,5	396,5	323,4	630,4
TARRO+SUELO SECO	gr	365,0	299,8	524,9	365,0	299,8	560,9	365,0	299,8	572,3
PESO DEL TARRO	gr	87,70	88,60	65,85	87,70	88,60	87,74	87,70	88,60	89,73
% DE HUMEDAD	%	11,36	11,17	11,62	11,36	11,17	11,54	11,36	11,17	12,04
HUMEDAD	%	11,27		11,62	11,27		11,54	11,27		12,04
ABSORCIÓN	%	0,35			0,27			0,78		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (píg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		3,15	3,15	1,63	0,71	0,71	0,37	1,41	1,41	0,73
1,270	0,050		4,51	4,51	2,33	4,04	4,04	2,09	2,12	2,12	1,10
1,900	0,075		5,82	5,82	3,01	5,11	5,11	2,64	2,49	2,49	1,29
2,540	0,100	6,9	7,63	7,63	3,94	5,80	5,80	3,00	3,22	3,22	1,66
3,170	0,125		9,70	9,70	5,01	6,79	6,79	3,51	3,94	3,94	2,04
3,810	0,150		11,52	11,52	5,95	8,09	8,09	4,18	4,36	4,36	2,25
4,445	0,175		13,23	13,23	6,84	9,39	9,39	4,85	4,88	4,88	2,52
5,080	0,200	10,35	16,77	16,77	8,67	10,69	10,69	5,53	5,72	5,72	2,96
7,620	0,300		20,86	20,86	10,78	12,99	12,99	6,71	6,56	6,56	3,39

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : PALLCCA

Exploración : CANTERA PALLCCA

Lugar : PALLCCA

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

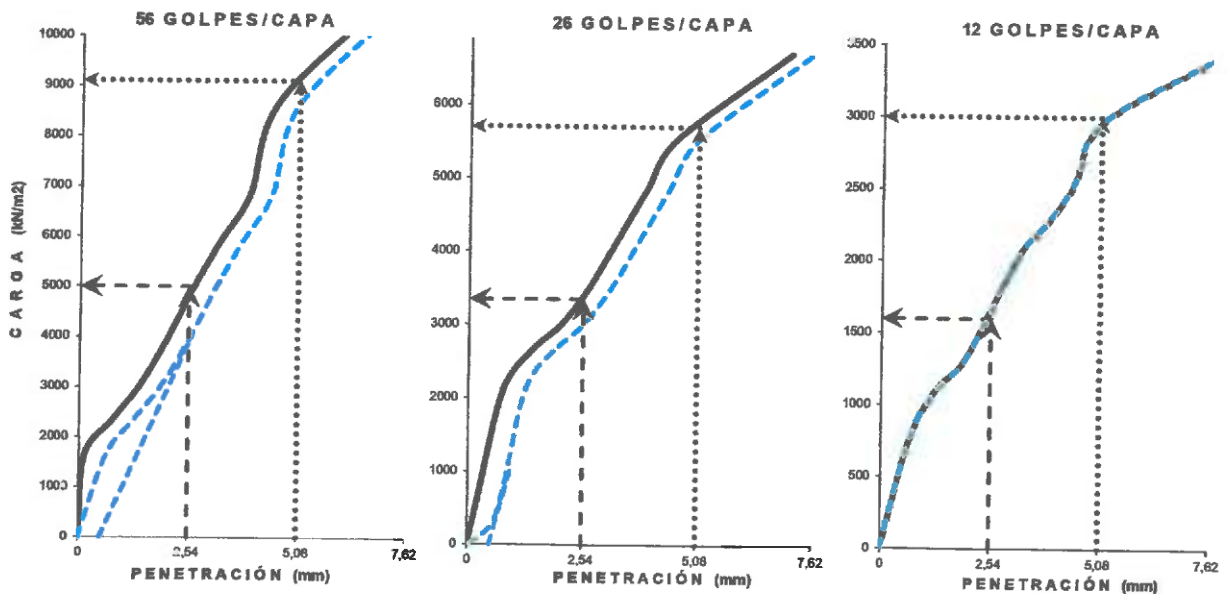
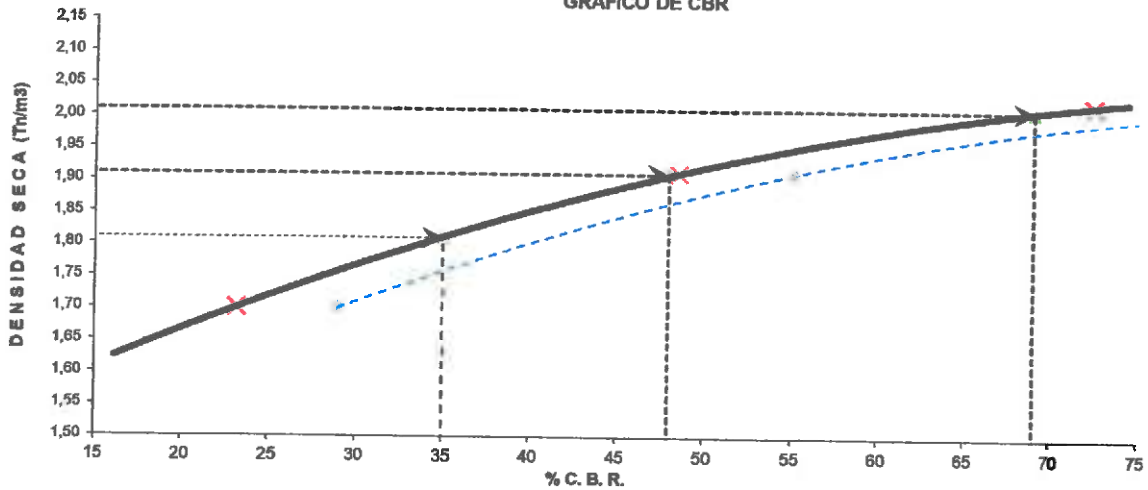
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GW-GC	GRAVA BIEN GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA	AASHTO :	A-1-a (0)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	2,01	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	11,30						
% Grava =	67,6	% Arena =	26,7	% Finos =	5,7	LL % =	24,3%	LP % =	18,9%
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	2,0	IP % =	5,4%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") =	69,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") =	48,0	CBR AL 90% MDS =	35,0
-----------------------------	------	-------------------------------	------	------------------	------

GRÁFICO DE CBR



Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : PALLCCA

Exploración : CANTERA PALLCCA

Lugar : PALLCCA

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR											
MOLDE N°	37			12			50				
CAPAS N°	5			5			5				
GOLPES POR CAPA	56			26			12				
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO				
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12.345			12.451			11.693			
PESO DEL MOLDE	gr	7.680,00			7.811,00			7.572,00			
PESO SUELO HÚM.	gr	4.685,00			4.640,00			4.121,00			
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.098,95			2.110,84			2.086,27			
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,23			2,20			1,98			
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,01			1,98			1,78			
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	
TARRO N°	Nro.	34	160	26	34	160	23	34	160	146	
TARRO+SUELO HÚM.	gr	292,8	173,6	650,4	292,8	173,6	656,1	292,8	173,6	635,4	
TARRO+SUELO SECO	gr	272,1	161,1	589,3	272,1	161,1	591,4	272,1	161,1	572,3	
PESO DEL TARRO	gr	89,60	49,90	66,09	89,60	49,90	87,74	89,60	49,90	89,73	
% DE HUMEDAD	%	11,34	11,20	11,67	11,34	11,20	12,85	11,34	11,20	13,08	
HUMEDAD	%	11,27		11,67	11,27		12,85	11,27		13,08	
ABSORCIÓN	%	0,40			1,58			1,81			

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		2,18	2,18	1,12	2,10	2,10	1,09	1,79	1,79	0,93
1,270	0,050		4,25	4,25	2,20	4,20	4,20	2,17	2,41	2,41	1,24
1,900	0,075		6,96	6,96	3,59	5,77	5,77	2,98	2,82	2,82	1,46
2,540	0,100	6,9	9,40	9,40	4,86	6,80	6,80	3,52	3,33	3,33	1,72
3,170	0,125		11,67	11,67	6,03	8,06	8,06	4,17	3,80	3,80	1,96
3,810	0,150		13,57	13,57	7,01	9,32	9,32	4,82	4,21	4,21	2,18
4,445	0,175		17,00	17,00	8,79	10,58	10,58	5,47	6,24	6,24	3,22
5,080	0,200	10,35	18,41	18,41	9,52	13,42	13,42	6,93	6,63	6,63	3,43
7,620	0,300		21,28	21,28	11,00	14,68	14,68	7,59	7,07	7,07	3,65


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : PALLCCA

Exploración : CANTERA PALLCCA

Lugar : PALLCCA

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

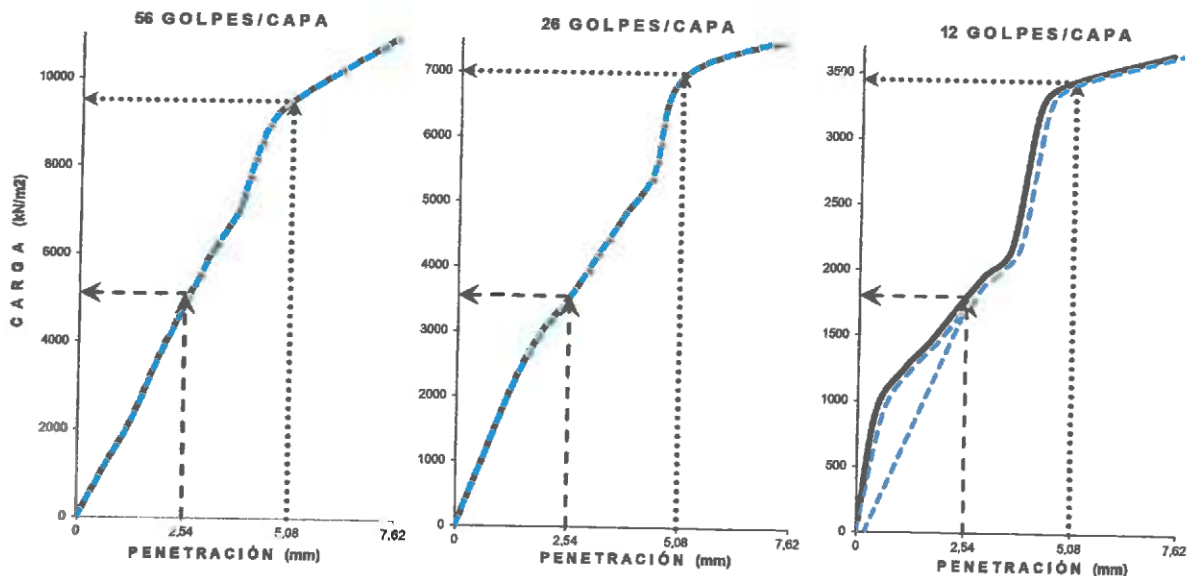
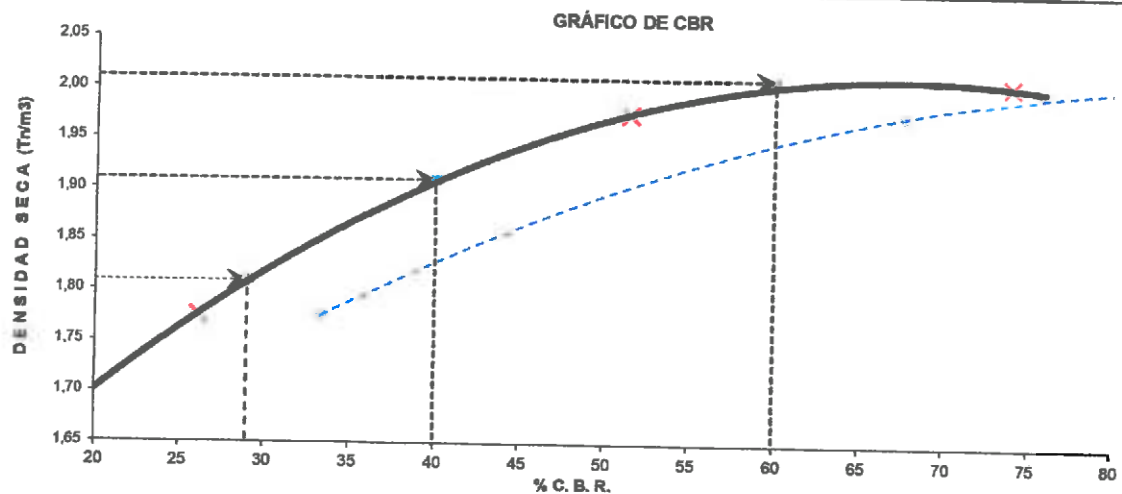
Fecha : ENERO DEL 2022

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GW-GC	GRAVA BIEN GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA	AASHTO :	A-1-a (0)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	2,01	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	11,30	
% Grava =	67,6	% Arena =	26,7	% Finos =
				5,7
			LL % =	24,3%
			LP % =	18,9%
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	3,0	IP % =
				5,4%

RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") =	60,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") =	40,0	CBR AL 90% MDS =	29,0
-----------------------------	------	-------------------------------	------	------------------	------



Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : PALLCCA

Exploración : CANTERA PALLCCA

Lugar : PALLCCA

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	13			66			70			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12.399			12.262			11.973		
PESO DEL MOLDE	gr	7.719,00			7.575,00			7.575,00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4.680,00			4.687,00			4.398,00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.093,05			2.112,18			2.112,18		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,24			2,22			2,08		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,01			1,99			1,87		
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO N°	Nro.	18	193	195	18	193	27	18	193	20
TARRO+SUELO HÚM.	gr	239,6	273,6	690,2	239,6	273,6	644,6	239,6	273,6	641,5
TARRO+SUELO SECO	gr	221,3	250,8	624,1	221,3	250,8	582,8	221,3	250,8	574,3
PESO DEL TARRO	gr	60,00	49,20	65,13	60,00	49,20	64,30	60,00	49,20	65,91
% DE HUMEDAD	%	11,35	11,31	11,82	11,35	11,31	11,91	11,35	11,31	13,20
HUMEDAD	%	11,33		11,82	11,33		11,91	11,33		13,20
ABSORCIÓN	%	0,49			0,59			1,88		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		0,73	0,73	0,37	0,38	0,38	0,20	0,97	0,97	0,50
1,270	0,050		2,09	2,09	1,08	0,73	0,73	0,37	1,67	1,67	0,87
1,900	0,075		4,11	4,11	2,13	1,30	1,30	0,67	2,41	2,41	1,25
2,540	0,100	6,9	6,55	6,55	3,38	2,07	2,07	1,07	2,98	2,98	1,54
3,170	0,125		9,01	9,01	4,65	3,12	3,12	1,61	3,56	3,56	1,84
3,810	0,150		11,54	11,54	5,96	4,51	4,51	2,33	4,08	4,08	2,11
4,445	0,175		13,93	13,93	7,20	6,37	6,37	3,29	4,44	4,44	2,29
5,080	0,200	10,35	16,22	16,22	8,38	8,41	8,41	4,34	4,90	4,90	2,53
7,620	0,300		24,88	24,88	12,86	16,74	16,74	8,65	7,17	7,17	3,71

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : PALLCCA

Exploración : CANTERA PALLCCA

Lugar : PALLCCA

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

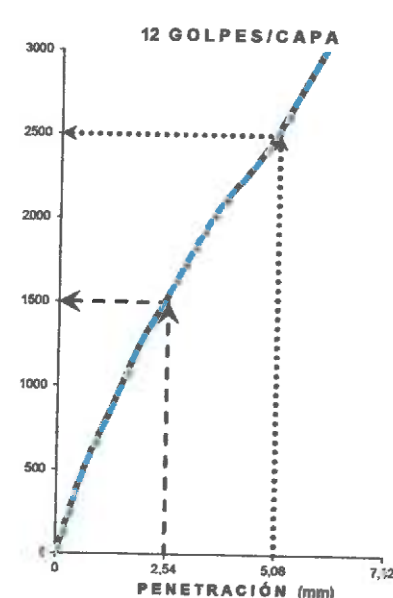
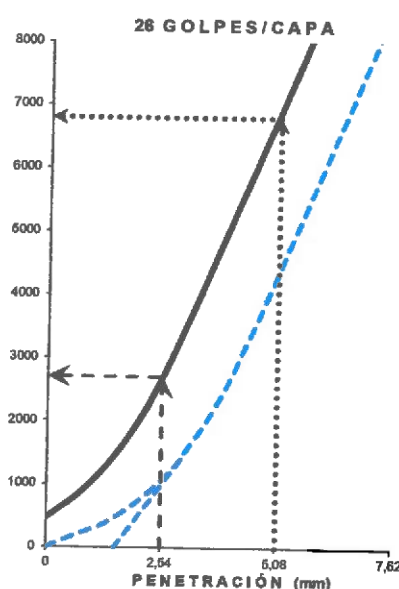
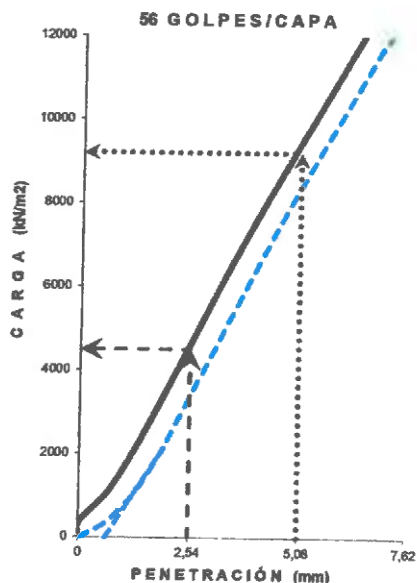
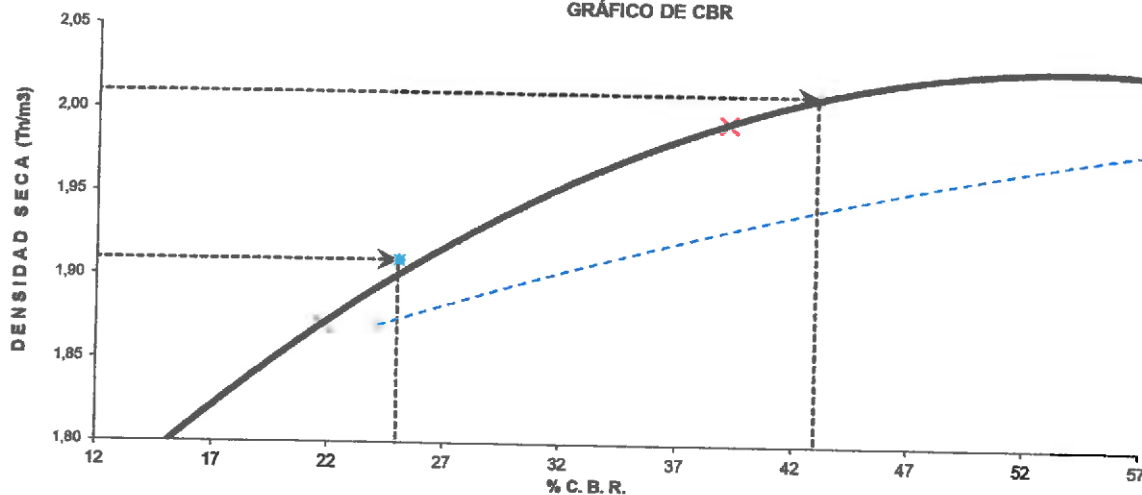
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GW-GC	GRAVA BIEN GRADUADA CON ARCILLA LIMOSA Y ARENA	AASHTO :	A-1-a (0)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	2,01	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	11,30						
% Grava =	67,6	% Arena =	26,7	% Finos =	5,7	LL % =	24,3%	LP % =	18,9%
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	4,0	IP % =	5,4%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 43,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 25,0	CBR AL 90% MDS = -,-
---	---	-----------------------------

GRÁFICO DE CBR




INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : TINTAY

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR												
MOLDE Nº	60			33			38					
CAPAS Nº	5			5			5					
GOLPES POR CAPA	56			26			12					
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO					
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12.361			12.137			11.641				
PESO DEL MOLDE	gr	7.575,00			7.638,00			7.457,00				
PESO SUELO HÚM.	gr	4.786,00			4.499,00			4.184,00				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.112,18			2.115,97			2.097,94				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,27			2,13			1,99				
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,13			2,00			1,87				
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final		Humedad: inicial		final
TARRO Nº	Nro.	183	262	35	183	262	29	183	262	14		
TARRO+SUELO HÚM.	gr	340,4	320,3	597,4	340	320	691,2	340	320	611,9		
TARRO+SUELO SECO	gr	323,3	304,3	566,1	323	304	652,2	323	304	577,9		
PESO DEL TARRO	gr	60,20	59,50	88,55	60,20	59,50	88,59	60,20	59,50	87,80		
% DE HUMEDAD	%	6,50	6,54	6,55	6,50	6,54	6,89	6,50	6,54	6,94		
HUMEDAD	%	6,52		6,55	6,52		6,89	6,52		6,94		
ABSORCIÓN	%	0,03			0,37			0,42				

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		1,59	1,59	0,82	3,62	3,62	1,87	1,46	1,46	0,75
1,270	0,050		4,45	4,45	2,30	7,18	7,18	3,71	3,15	3,15	1,63
1,900	0,075		7,95	7,95	4,11	9,06	9,06	4,68	5,15	5,15	2,66
2,540	0,100	6,9	11,87	11,87	6,14	10,92	10,92	5,64	7,35	7,35	3,80
3,170	0,125		15,84	15,84	8,18	12,75	12,75	6,59	9,30	9,30	4,80
3,810	0,150		19,86	19,86	10,26	14,47	14,47	7,48	11,31	11,31	5,84
4,445	0,175		23,97	23,97	12,39	16,02	16,02	8,28	11,62	11,62	6,01
5,080	0,200	10,35	27,96	27,96	14,45	17,75	17,75	9,17	12,37	12,37	6,39
7,620	0,300		42,38	42,38	21,90	23,56	23,56	12,18	16,88	16,88	8,72

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : TINTAY

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

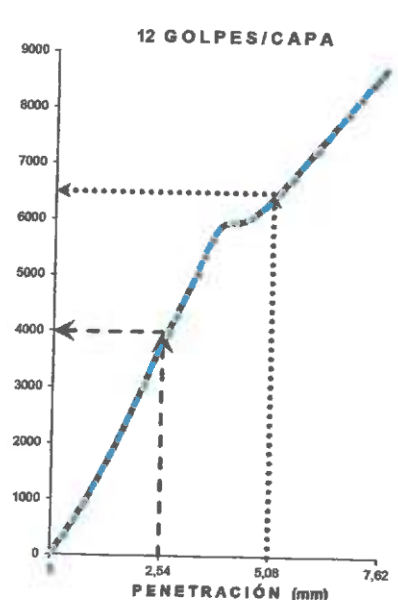
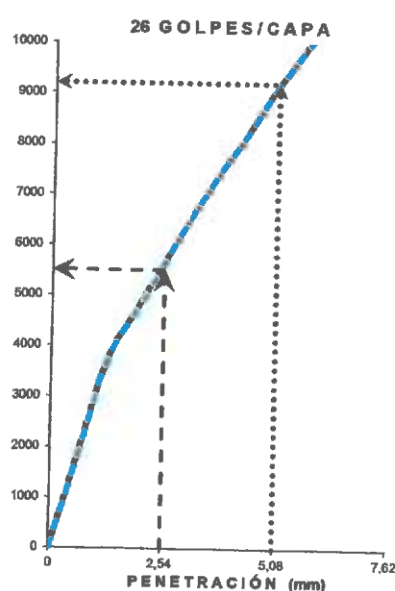
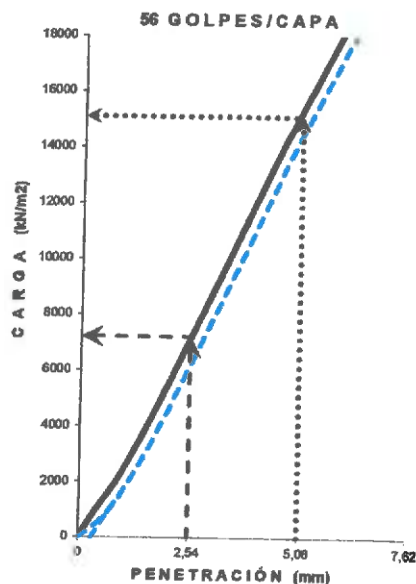
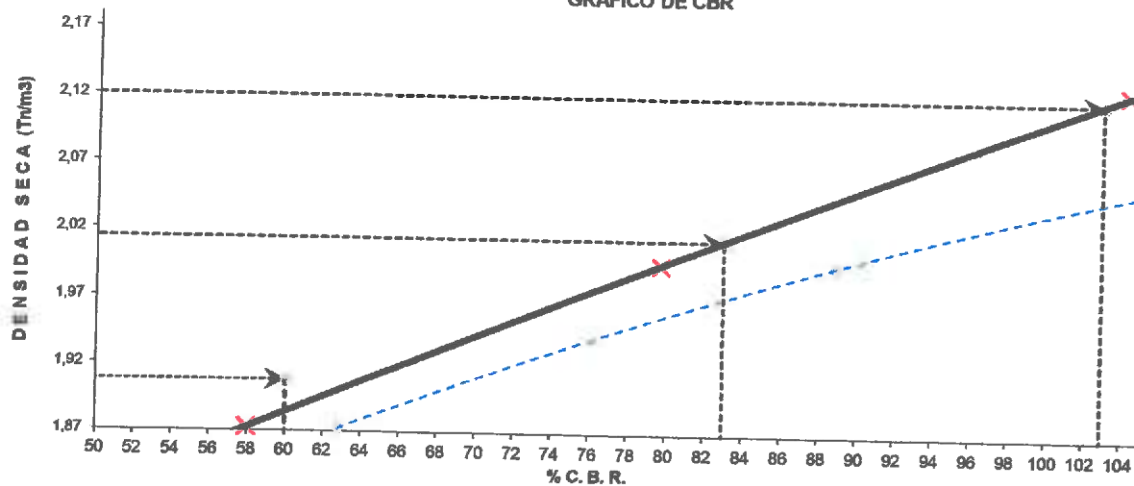
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA	AASHTO :	A-1-b (0)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	2,12	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	6,50						
% Grava =	59,2	% Arena =	31,6	% Finos =	9,2	LL % =	14,9%	LP % =	10,5%
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	1,0	IP % =	4,4%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 100,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 83,0	CBR AL 90% MDS = 60,0
-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------

GRÁFICO DE CBR



Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : TINTAY

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISHUIS

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	3			13			47			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12.377			12.197			11.884		
PESO DEL MOLDE	gr	7.617,00			7.719,00			7.591,00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4.760,00			4.478,00			4.293,00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.108,12			2.093,05			2.098,90		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,26			2,14			2,05		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,12			2,01			1,92		
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO N°	Nro.	106	23	21	106	23	22	106	23	14
TARRO+SUELO HÚM.	gr	617,7	605,3	850,0	618	605	689,4	618	605	673,3
TARRO+SUELO SECO	gr	584,0	572,2	612,8	584	572	630,4	584	572	634,0
PESO DEL TARRO	gr	63,90	66,10	64,58	63,90	66,10	62,15	63,90	66,10	65,96
% DE HUMEDAD	%	6,48	6,54	6,79	6,48	6,54	6,87	6,48	6,54	6,93
HUMEDAD	%	6,51		6,79	6,51		6,87	6,51		6,93
ABSORCIÓN	%	0,28			0,36			0,42		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		0,69	0,69	0,36	0,36	0,36	0,18	0,42	0,42	0,22
1,270	0,050		2,73	2,73	1,41	0,93	0,93	0,48	0,76	0,76	0,39
1,900	0,075		5,48	5,48	2,83	1,79	1,79	0,92	1,48	1,48	0,76
2,540	0,100	6,9	8,70	8,70	4,50	3,14	3,14	1,62	2,46	2,46	1,27
3,170	0,125		12,01	12,01	6,21	4,79	4,79	2,48	3,72	3,72	1,92
3,810	0,150		15,44	15,44	7,98	6,87	6,87	3,55	5,33	5,33	2,76
4,445	0,175		18,77	18,77	9,70	9,36	9,36	4,84	7,27	7,27	3,76
5,080	0,200	10,35	21,98	21,98	11,36	12,21	12,21	6,31	9,66	9,66	4,99
7,620	0,300		33,78	33,78	17,46	24,66	24,66	12,74	22,11	22,11	11,43


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCVELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : TINTAY

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

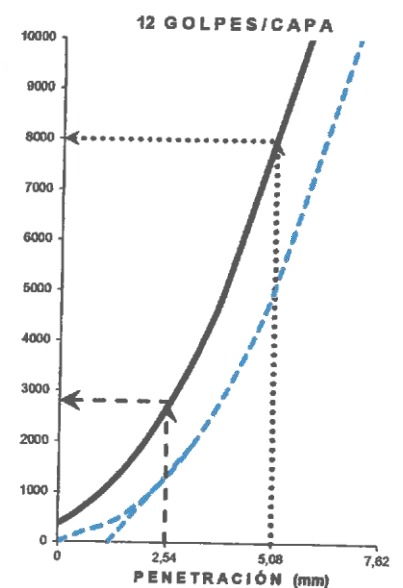
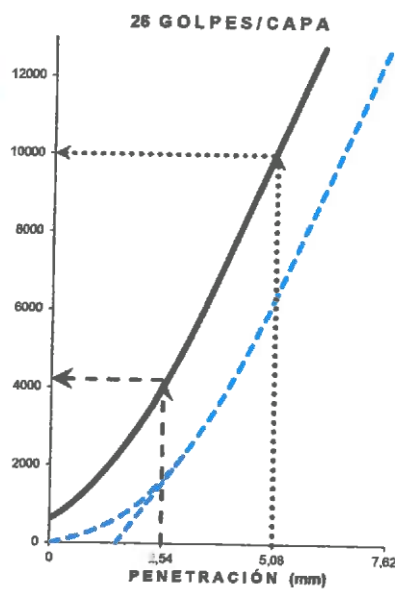
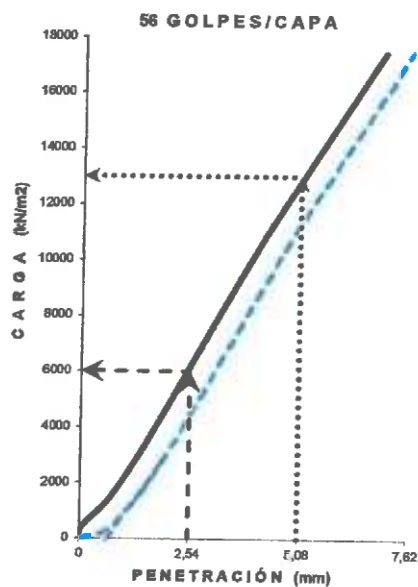
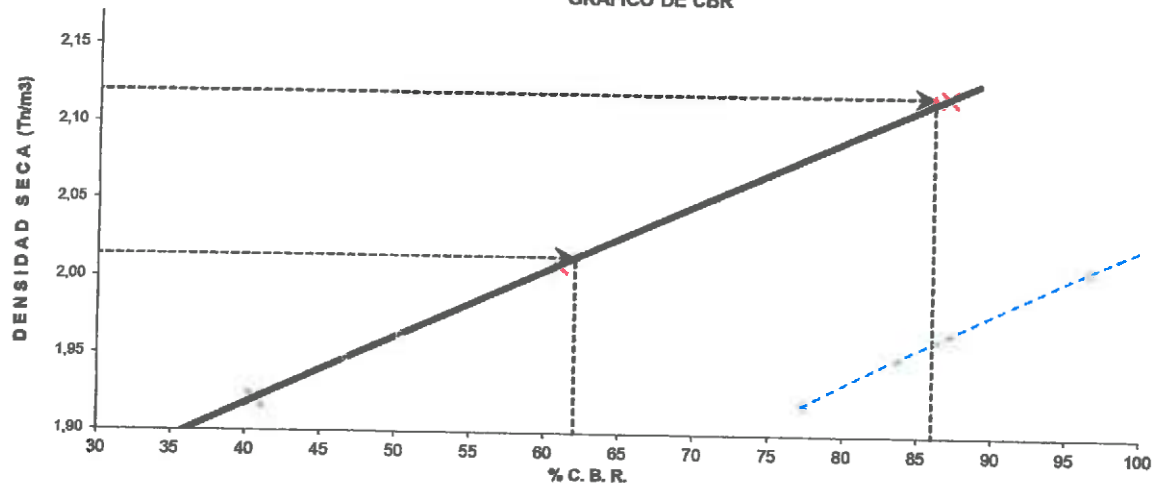
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA	AASHTO :	A-1-b (0)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	2,12	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	6,50						
% Grava =	59,2	% Arena =	31,6	% Finos =	9,2	LL % =	14,9%	LP % =	10,5%
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	2,0	IP % =	4,4%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") =	86,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") =	62,0	CBR AL 90% MDS =	..
-----------------------------	------	-------------------------------	------	------------------	----

GRÁFICO DE CBR



Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : TINTAY

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISHUIS

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	34			38			75			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12.425			11.961			11.841		
PESO DEL MOLDE	gr	7.659,00			7.457,00			7.575,00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4.766,00			4.504,00			4.266,00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.112,18			2.097,94			2.112,18		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,26			2,15			2,02		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,12			2,02			1,90		
Contenido de Humedad		Humedad: Inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO N°	Nro.	181	162	193	181	162	155	181	162	157
TARRO+SUELO HÚM.	gr	331,3	295,6	439,9	331	296	472,0	331	296	445,6
TARRO+SUELO SECO	gr	313,8	280,3	414,9	314	280	442,6	314	280	417,6
PESO DEL TARRO	gr	48,20	43,30	49,39	48,20	43,30	50,38	48,20	43,30	47,75
% DE HUMEDAD	%	6,58	6,46	6,84	6,58	6,46	7,49	6,58	6,46	7,57
HUMEDAD	%	6,52		6,84	6,52		7,49	6,52		7,57
ABSORCIÓN	%	0,32			0,97			1,05		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		2,55	2,55	1,32	1,50	1,50	0,77	1,57	1,57	0,81
1,270	0,050		4,81	4,81	2,49	2,96	2,96	1,53	2,77	2,77	1,43
1,900	0,075		7,09	7,09	3,66	4,52	4,52	2,33	3,89	3,89	2,01
2,540	0,100	6,9	9,39	9,39	4,85	6,01	6,01	3,11	4,87	4,87	2,52
3,170	0,125		11,50	11,50	5,94	7,28	7,28	3,76	5,74	5,74	2,96
3,810	0,150		13,42	13,42	6,93	8,45	8,45	4,37	6,50	6,50	3,36
4,445	0,175		15,09	15,09	7,80	9,30	9,30	4,81	7,21	7,21	3,72
5,080	0,200	10,35	16,50	16,50	8,52	10,74	10,74	5,55	7,82	7,82	4,04
7,620	0,300		20,56	20,56	10,62	12,54	12,54	6,48	10,05	10,05	5,19

INGEOTECON E.I.R.L.

 ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JGF 5 02 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 302995

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCVELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : TINTAY

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA	AASHTO :	A-1-b (0)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	2,12	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	6,50	
% Grava =	59,2	% Arena =	31,6	% Finos = 9,2
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	3,0	IP % = 4,4%
		LL % =	14,9%	LP % = 10,5%

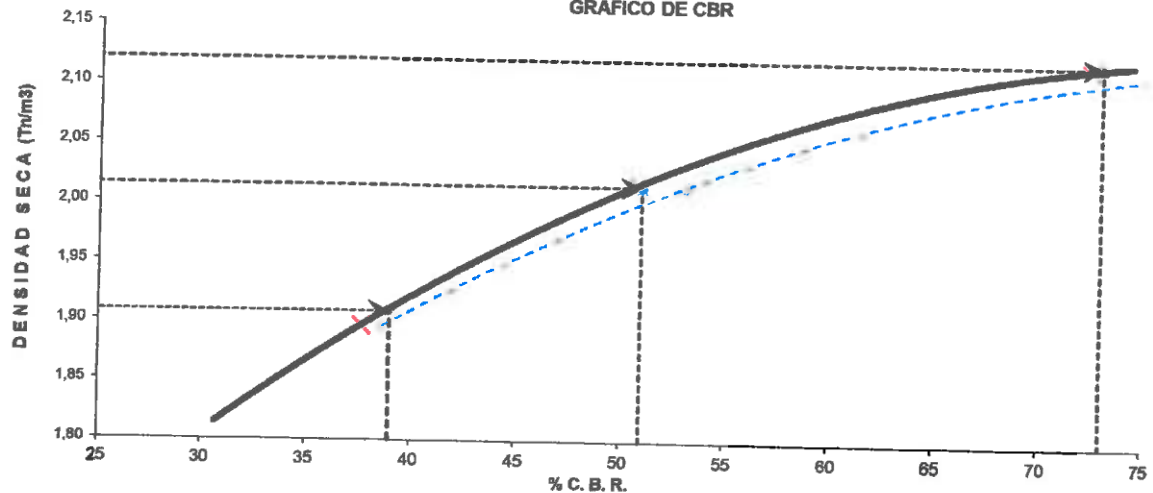
RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 73,0

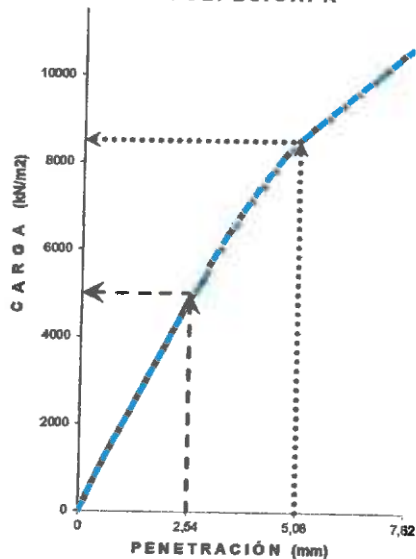
CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 51,0

CBR AL 90% MDS = 39,0

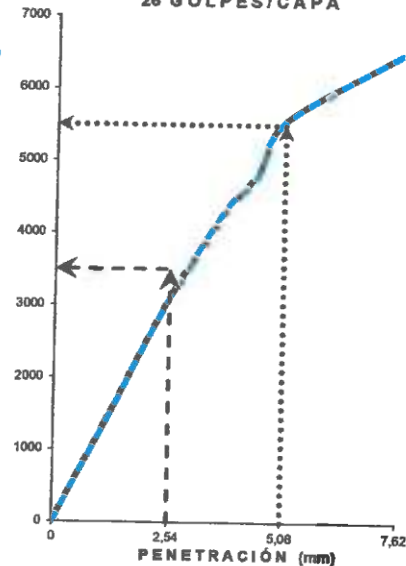
GRÁFICO DE CBR



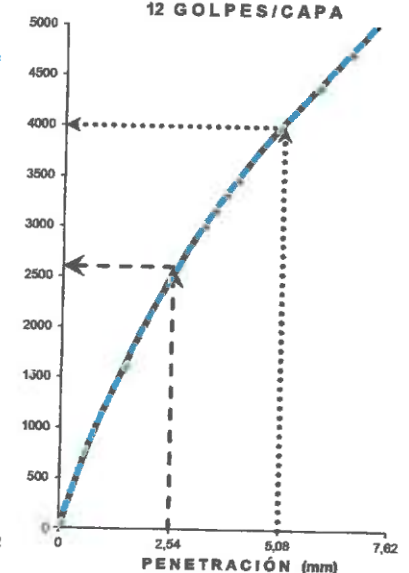
56 GOLPES/CAPA



26 GOLPES/CAPA



12 GOLPES/CAPA



Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : TINTAY

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	38			37			31			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			26			12			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12.206			12.117			11.828		
PESO DEL MOLDE	gr	7.457,00			7.660,00			7.587,00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4.749,00			4.457,00			4.241,00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.097,94			2.098,95			2.118,22		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,26			2,12			2,00		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,13			1,99			1,88		
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO N°	Nro.	158	12	161	158	12	18	158	12	128
TARRO+SUELO HÚM.	gr	425,0	390,3	372,3	425,0	390,3	357,6	425,0	390,3	414,0
TARRO+SUELO SECO	gr	403,3	369,7	350,6	403,3	369,7	335,7	403,3	369,7	388,1
PESO DEL TARRO	gr	88,40	52,60	42,80	68,40	52,60	44,41	68,40	52,60	48,12
% DE HUMEDAD	%	6,48	6,50	7,05	6,48	6,50	7,53	6,48	6,50	7,62
HUMEDAD	%	6,49		7,05	6,49		7,53	6,49		7,62
ABSORCIÓN	%	0,57			1,04			1,14		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		0,35	0,35	0,18	1,05	1,05	0,54	0,95	0,95	0,49
1,270	0,050		1,59	1,59	0,82	3,09	3,09	1,60	2,24	2,24	1,16
1,900	0,075		3,34	3,34	1,72	4,30	4,30	2,22	2,82	2,82	1,46
2,540	0,100	6,9	5,58	5,58	2,88	5,22	5,22	2,70	3,26	3,26	1,69
3,170	0,125		7,65	7,65	3,95	6,01	6,01	3,11	3,69	3,69	1,90
3,810	0,150		9,46	9,46	4,89	6,76	6,76	3,50	4,14	4,14	2,14
4,445	0,175		10,93	10,93	5,65	7,46	7,46	3,86	4,59	4,59	2,37
5,080	0,200	10,35	12,18	12,18	6,29	8,11	8,11	4,19	5,00	5,00	2,59
7,620	0,300		15,94	15,94	8,24	10,15	10,15	5,24	6,61	6,61	3,42


INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202986

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : HUANCAMELICA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : TINTAY

Exploración : CANTERA LA MODERNA

Lugar : UCHUISIHUIS

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

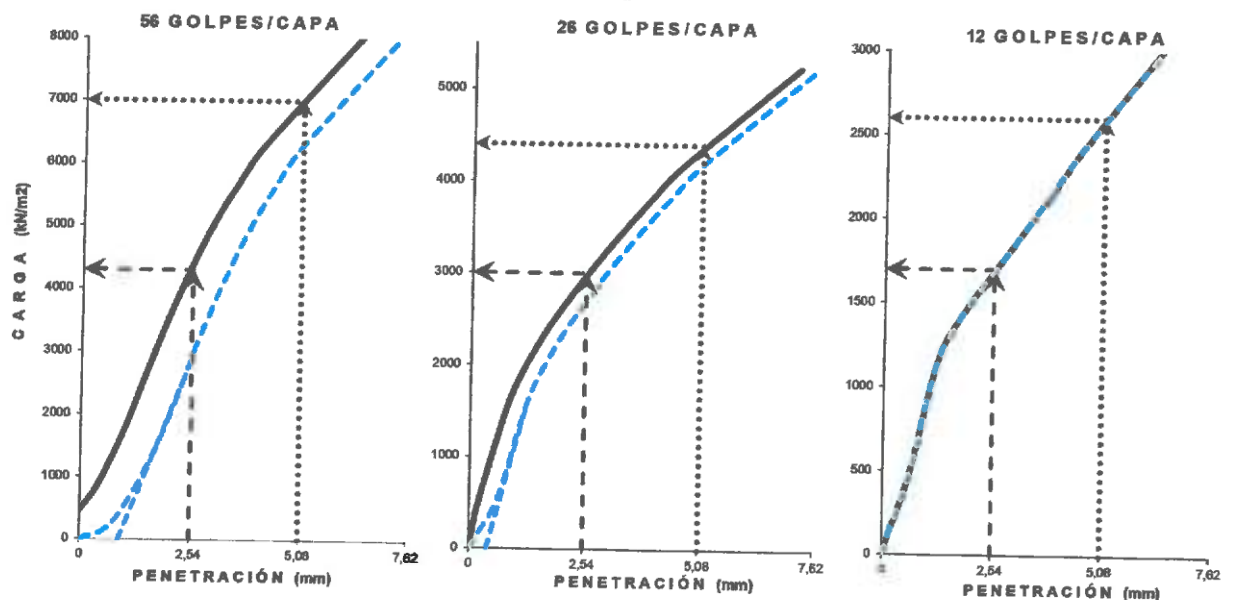
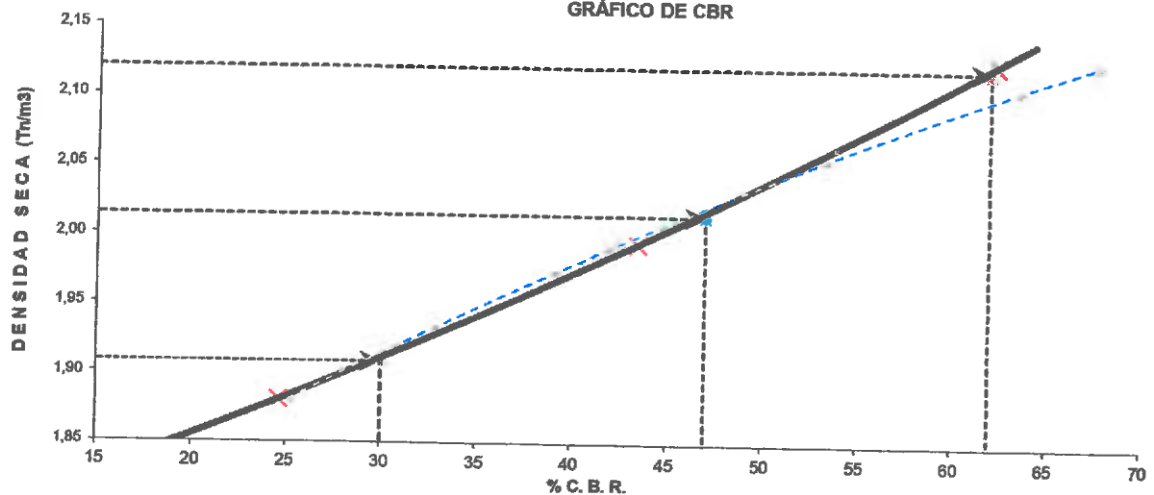
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA	AASHTO :	A-1-b (0)					
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	2,12	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	6,50						
% Grava =	59,2	% Arena =	31,6	% Finos =	9,2	LL % =	14,9%	LP % =	10,5%
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	4,0	IP % =	4,4%				

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 62,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 47,0	CBR AL 90% MDS = 30,0
----------------------------------	------------------------------------	-----------------------

GRÁFICO DE CBR



INGEOTECON E.I.R.L.
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 202903

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : FEBRERO DEL 2022

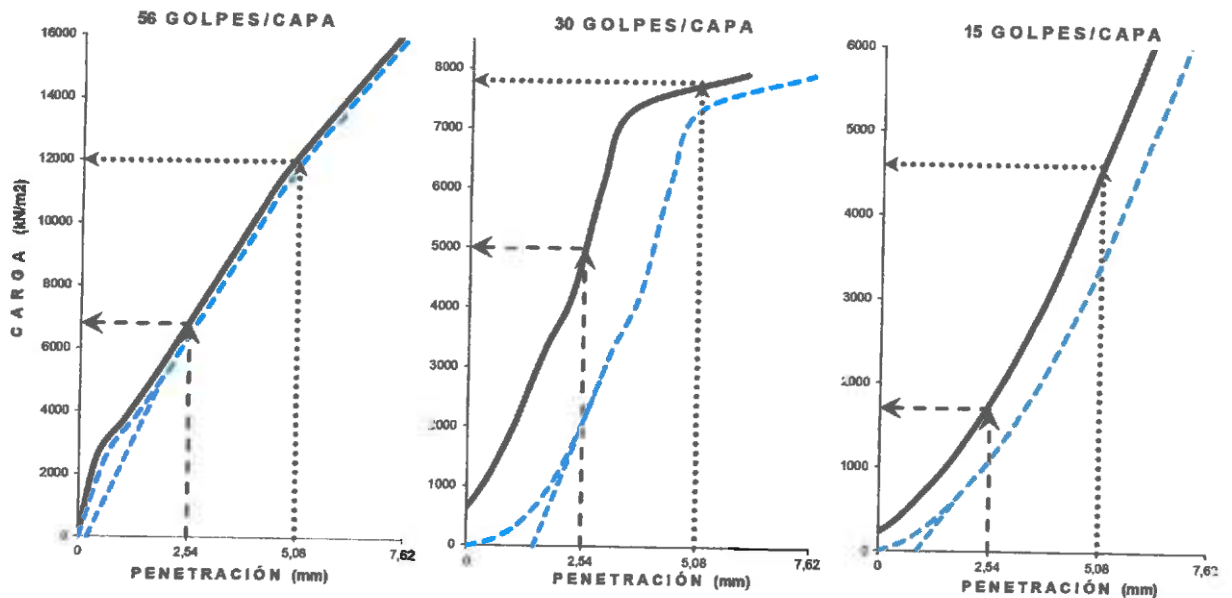
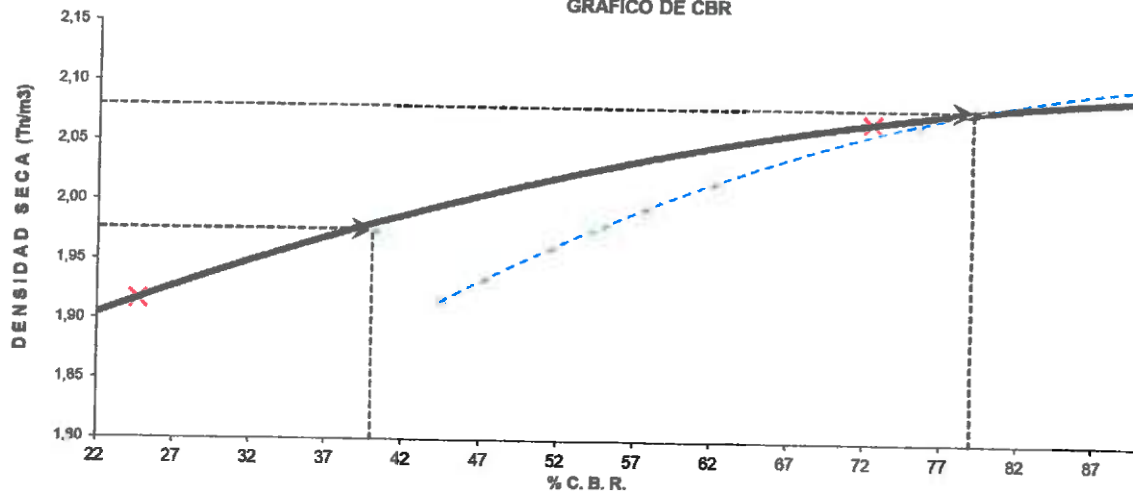
DATOS DEL ENSAYO


Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	2,08	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	9,10
% Grava =	28,4	% Arena =	57,3
		% Finos =	14,3
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	4,0

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 100,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 40,0	CBR AL 90% MDS = -,-
--	---	-----------------------------

GRÁFICO DE CBR



INGEOTECON E.I.R.L.

ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 C.R. 20193

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Pro : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : FEBRERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	7			48			66			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			30			15			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	12.594			12.455			12.740			
PESO DEL MOLDE gr	7.753,00			7.710,00			8.305,00			
PESO SUELO HÚM. gr	4.841,00			4.745,00			4.435,00			
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2.118,53			2.101,91			2.120,76			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2,29			2,26			2,09			
DENSIDAD SECA gr/cm3	2,094			2,069			1,916			
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: Inicial		final	
TARRO N° Nro.	393	399	161	1	54	7	85	95	25	
TARRO+SUELO HÚM. gr	100,4	132,3	491,3	100	132	675,5	100	132	617,0	
TARRO+SUELO SECO gr	95,1	125,9	452,5	95	126	618,2	95	126	582,8	
PESO DEL TARRO gr	36,70	56,50	42,63	36,70	56,50	49,37	36,70	56,50	46,58	
% DE HUMEDAD %	9,15	9,09	9,47	9,15	9,09	10,07	9,15	9,09	10,51	
HUMEDAD %	9,12		9,47	9,12		10,07	9,12		10,51	
ABSORCIÓN %	0,35			0,95			1,39			

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (p/g)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		5,02	5,02	2,59	0,26	0,26	0,13	0,23	0,23	0,12
1,270	0,050		7,28	7,28	3,76	0,88	0,88	0,45	0,70	0,70	0,36
1,900	0,075		9,72	9,72	5,02	2,08	2,08	1,08	1,34	1,34	0,69
2,540	0,100	6,9	12,37	12,37	6,39	3,96	3,96	2,05	2,07	2,07	1,07
3,170	0,125		15,03	15,03	7,77	6,29	6,29	3,25	2,98	2,98	1,54
3,810	0,150		17,70	17,70	9,15	8,24	8,24	4,26	4,02	4,02	2,08
4,445	0,175		20,42	20,42	10,55	11,85	11,85	6,12	5,23	5,23	2,70
5,080	0,200	10,35	22,91	22,91	11,84	14,19	14,19	7,33	6,57	6,57	3,39
7,620	0,300		30,89	30,89	15,96	15,36	15,36	7,94	12,86	12,86	6,65

INGEOTECON E.I.R.L.

 ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
 JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Prov. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : FEBRERO DEL 2022

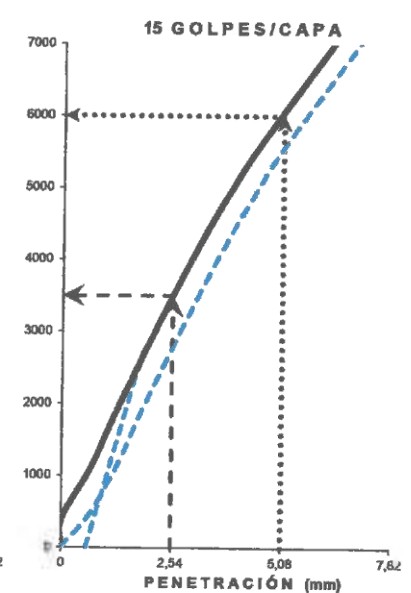
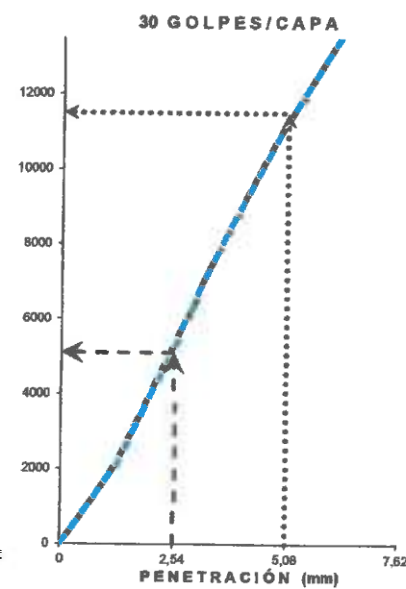
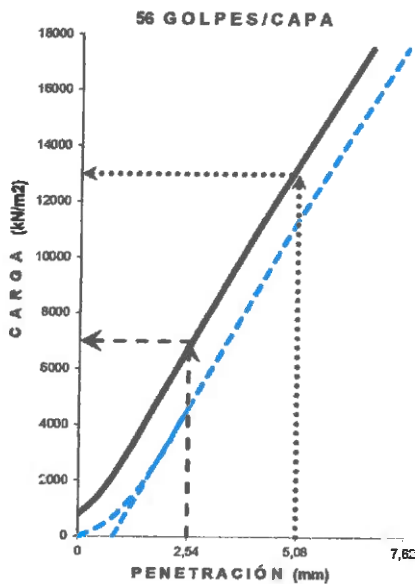
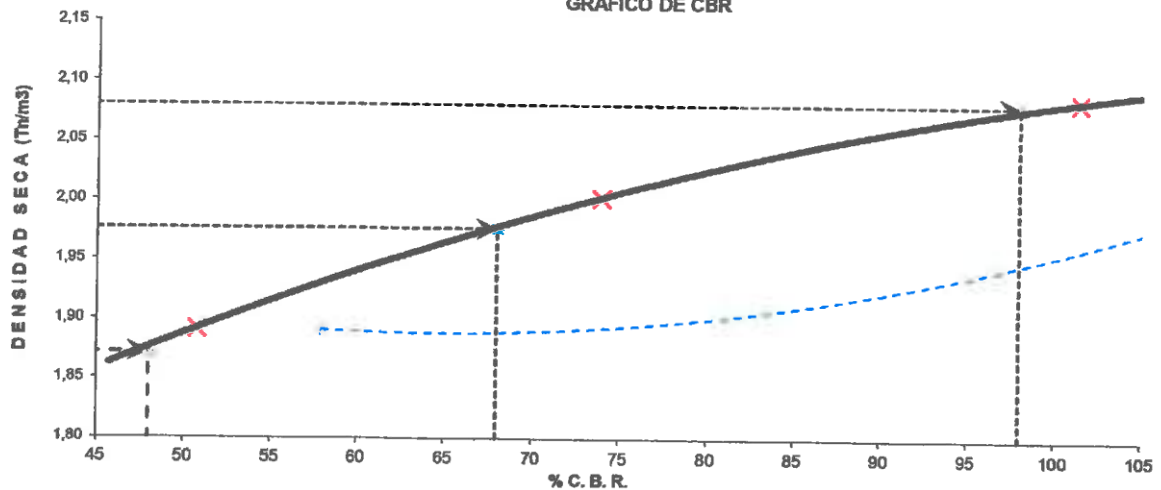
DATOS DEL ENSAYO

Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	2,08	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	9,10
% Grava =	28,4	% Arena =	57,3
		% Finos =	14,3
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	1,0

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 100,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 68,0	CBR AL 90% MDS = 48,0
-----------------------------------	------------------------------------	-----------------------

GRÁFICO DE CBR




INGEOTECON I.R.L.
 ING. YANET CUSILLA MENDOZA
 JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 CIP: 202993

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LMANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Pro: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA MOLLEPATA

Lugar : MOLLEPATA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : FEBRERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE Nº	12			45			40		
CAPAS Nº	5			5			5		
GOLPES POR CAPA	56			30			15		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	11.790			12.272			11.714		
PESO DEL MOLDE gr	7.812,00			7.657,00			7.357,00		
PESO SUELO HÚM. gr	3.978,00			4.615,00			4.357,00		
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	1.749,18			2.112,60			2.111,49		
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2,27			2,18			2,06		
DENSIDAD SECA gr/cm3	2,085			2,002			1,891		
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº Nro.	123	159	4	1	54	8	85	95	12
TARRO+SUELO HÚM. gr	667,7	734,0	672,5	668	734	451,9	668	734	1.068,4
TARRO+SUELO SECO gr	622,4	678,3	622,9	622	678	420,1	622	678	982,8
PESO DEL TARRO gr	124,27	66,10	75,51	124,27	66,10	66,60	124,27	66,10	41,03
% DE HUMEDAD %	9,10	9,10	9,05	9,10	9,10	9,00	9,10	9,10	9,09
HUMEDAD %	9,10		9,05	9,10		9,00	9,10		9,09
ABSORCIÓN %	-0,05			-0,10			-0,01		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		0,95	0,95	0,49	2,04	2,04	1,05	0,81	0,81	0,42
1,270	0,050		2,86	2,86	1,48	4,29	4,29	2,22	2,12	2,12	1,10
1,900	0,075		5,61	5,61	2,90	7,21	7,21	3,73	3,76	3,76	1,94
2,540	0,100	6,9	8,91	8,91	4,60	10,29	10,29	5,32	5,31	5,31	2,75
3,170	0,125		12,14	12,14	6,28	13,40	13,40	6,93	6,82	6,82	3,52
3,810	0,150		15,44	15,44	7,98	16,40	16,40	8,47	8,25	8,25	4,26
4,445	0,175		18,75	18,75	9,69	19,16	19,16	9,90	9,54	9,54	4,93
5,080	0,200	10,35	21,91	21,91	11,32	21,82	21,82	11,27	10,74	10,74	5,55
7,620	0,300		33,88	33,88	17,51	31,10	31,10	16,07	14,83	14,83	7,66

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : CHILLICO

Exploración : CANTERA CHILLICO

Lugar : CHILLICO

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

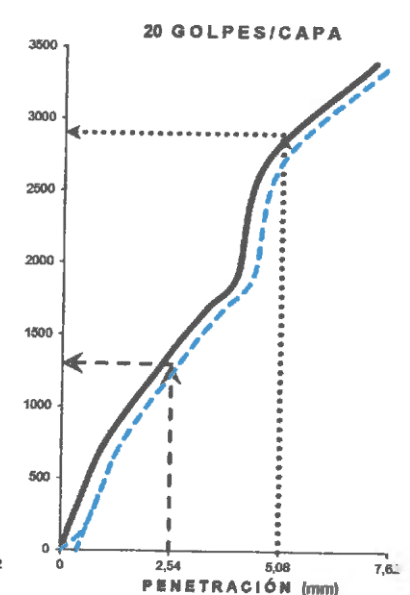
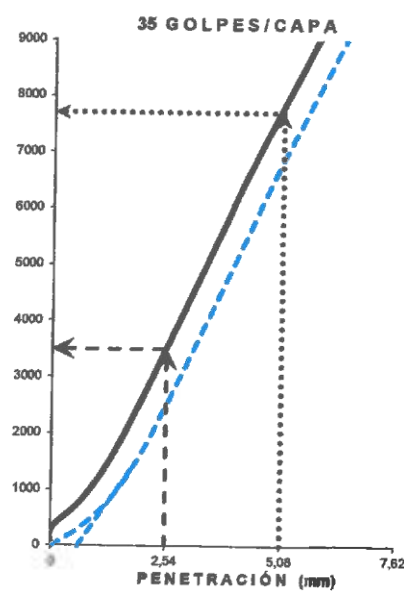
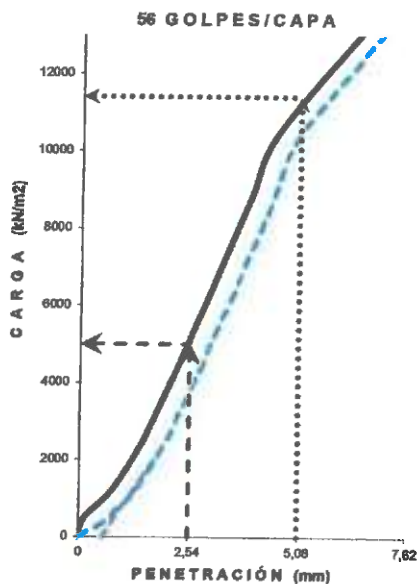
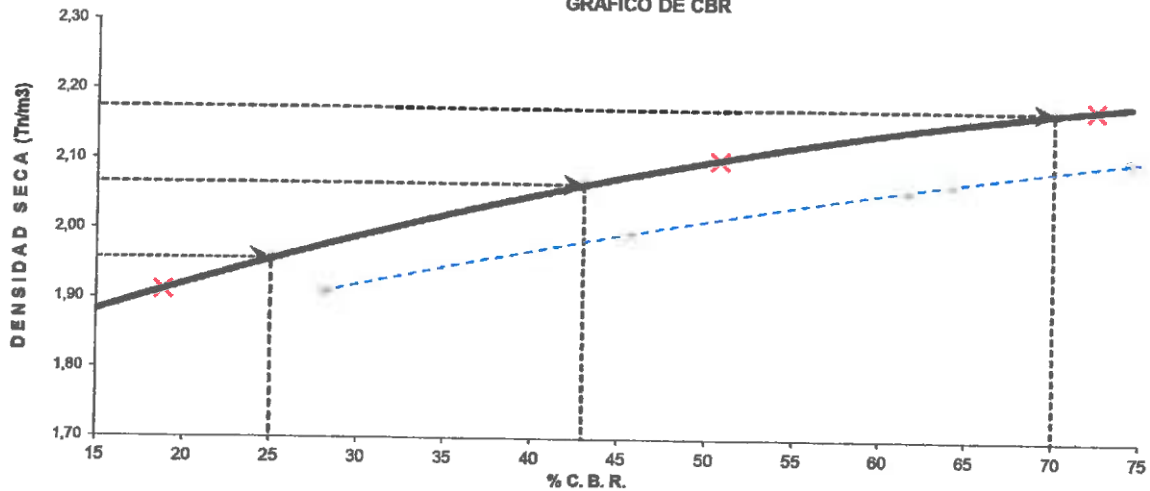
DATOS DEL ENSAYO

Clasificación SUCS :	GM	GRAVA LIMOSA CON ARENA	AASHTO :	A-1-b (0)
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m ³) :	2,18	Óptimo Contenido de Humedad OCH % =	8,20	
% Grava =	49,3	% Arena =	34,6	% Finos = 16,1
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	4,0	IP % = NP
				LL % = NP
				LP % = NP

RESULTADOS DEL ENSAYO (01° DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 70,0	CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 43,0	CBR AL 90% MDS = 25,0
----------------------------------	------------------------------------	-----------------------

GRÁFICO DE CBR



INGEOTECON E.I.R.L.
ING. YANET CUELLA MENDOZA
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
DIRE 20293

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : CHILLICO

Exploración : CANTERA CHILLICO

Lugar : CHILLICO

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR												
MOLDE N°	65			45			12					
CAPAS N°	5			5			5					
GOLPES POR CAPA	56			35			20					
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO					
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12.555			12.473			12.176				
PESO DEL MOLDE	gr	7.575,00			7.656,00			7.811,00				
PESO SUELO HÚM.	gr	4.980,00			4.817,00			4.365,00				
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.112,18			2.117,31			2.110,84				
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,36			2,28			2,07				
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,18			2,10			1,91				
Contenido de Humedad		Humedad: Inicial			Humedad: Inicial			Humedad: Inicial			Humedad: Inicial	
		final			final			final			final	
TARRO N°	Nro.	26	26	160	26	26	84	26	26	317		
TARRO+SUELO HÚM.	gr	398,6	398,6	687,6	398,6	398,6	848,0	398,6	398,6	752,1		
TARRO+SUELO SECO	gr	373,4	373,4	639,0	373,4	373,4	783,9	373,4	373,4	687,9		
PESO DEL TARRO	gr	66,10	66,10	66,10	66,10	66,10	49,09	66,10	66,10	48,08		
% DE HUMEDAD	%	8,20	8,20	8,48	8,20	8,20	8,72	8,20	8,20	10,03		
HUMEDAD	%	8,20			8,48			8,20			8,72	
ABSORCIÓN	%	0,28			0,52			1,83				

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		0,94	0,94	0,48	0,61	0,61	0,32	0,35	0,35	0,18
1,270	0,050		2,36	2,36	1,22	1,54	1,54	0,80	1,28	1,28	0,66
1,900	0,075		4,50	4,50	2,33	2,94	2,94	1,52	1,86	1,86	0,96
2,540	0,100	6,9	7,39	7,39	3,82	4,83	4,83	2,49	2,36	2,36	1,22
3,170	0,125		10,52	10,52	5,44	6,87	6,87	3,55	2,86	2,86	1,48
3,810	0,150		13,78	13,78	7,12	9,00	9,00	4,65	3,29	3,29	1,70
4,445	0,175		17,03	17,03	8,80	11,12	11,12	5,75	3,71	3,71	1,91
5,080	0,200	10,35	20,32	20,32	10,50	13,27	13,27	6,86	5,22	5,22	2,70
7,620	0,300		26,82	26,82	13,86	20,99	20,99	10,85	6,57	6,57	3,39

INGEOTECON E.I.R.L.
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 202986

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE"

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provi : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : CHILLICO

Exploración : CANTERA CHILLICO

Lugar : CHILLICO

Estrato/Nivel : MATERIAL DE CANTERA

Fecha : ENERO DEL 2022

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	7			4			34			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			48			20			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM.	gr	12.702			12.321			12.084		
PESO DEL MOLDE	gr	7.749,00			7.711,00			7.659,00		
PESO SUELO HÚM.	gr	4.953,00			4.610,00			4.425,00		
VOLUMEN DEL MOLDE	cm3	2.103,42			2.099,38			2.112,18		
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm3	2,35			2,20			2,09		
DENSIDAD SECA	gr/cm3	2,18			2,03			1,94		
Contenido de Humedad		Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO N°	Nro.	26	23	26	26	22	27	26	21	195
TARRO+SUELO HÚM.	gr	597,7	597,7	597,7	690,0	690,0	690,0	531,7	531,7	531,7
TARRO+SUELO SECO	gr	557,4	557,4	557,4	642,8	642,8	642,8	496,5	496,5	496,5
PESO DEL TARRO	gr	66,10	66,10	66,10	66,61	66,61	66,61	66,97	66,97	66,97
% DE HUMEDAD	%	8,21	8,21	8,21	8,20	8,20	8,20	8,21	8,21	8,21
HUMEDAD	%	8,21		8,21	8,20		8,20	8,21		8,21
ABSORCIÓN	%	0,00			0,00			0,00		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		1,61	1,61	0,83	1,11	1,11	0,57	0,80	0,80	0,41
1,270	0,050		4,78	4,78	2,47	2,18	2,18	1,13	1,55	1,55	0,80
1,900	0,075		8,58	8,58	4,44	3,26	3,26	1,70	2,51	2,51	1,30
2,540	0,100	6,9	13,02	13,02	6,73	5,39	5,39	2,79	3,59	3,59	1,86
3,170	0,125		17,25	17,25	8,92	7,10	7,10	3,67	4,89	4,89	2,53
3,810	0,150		21,31	21,31	11,01	8,38	8,38	4,33	6,17	6,17	3,19
4,445	0,175		25,42	25,42	13,13	11,49	11,49	5,94	7,46	7,46	3,85
5,080	0,200	10,35	29,29	29,29	15,14	13,12	13,12	6,78	8,73	8,73	4,51
7,620	0,300		33,29	33,29	17,20	16,75	16,75	8,66	12,92	12,92	6,66

INGEOTECON E.I.R.L.
ING. YANET CUCHILLA MENDOZA
JEFE DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
CIP: 202995

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Pro: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA

Lugar : SANCHEZPAMPA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR									
MOLDE Nº	46			66			65		
CAPAS Nº	5			5			5		
GOLPES POR CAPA	56			40			10		
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO		
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	12.439			12.913			12.458		
PESO DEL MOLDE gr	7.671,00			8.305,00			8.392,00		
PESO SUELO HÚM. gr	4.768,00			4.608,00			4.066,00		
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2.116,23			2.120,76			2.112,47		
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2,25			2,17			1,92		
DENSIDAD SECA gr/cm3	2,078			2,003			1,775		
Contenido de Humedad	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final	Humedad: inicial		final
TARRO Nº	Nro.	179	49	33	88	49	125	161	49
TARRO+SUELO HÚM. gr		508,6	882,2	569,9	818	882	553,2	296	882
TARRO+SUELO SECO gr		473,9	819,0	528,0	759	819	514,6	276	819
PESO DEL TARRO gr		65,54	65,87	35,99	63,68	65,87	66,26	42,61	65,87
% DE HUMEDAD		8,50	8,39	8,52	8,52	8,39	8,61	8,54	8,39
HUMEDAD	%	8,45		8,52	8,46		8,61	8,46	
ABSORCIÓN	%	0,07			0,16			0,07	

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		0,76	0,76	0,39	0,67	0,67	0,35	0,39	0,39	0,20
1,270	0,050		2,77	2,77	1,43	2,46	2,46	1,27	1,37	1,37	0,71
1,900	0,075		5,90	5,90	3,05	5,24	5,24	2,71	2,71	2,71	1,40
2,540	0,100	6,9	9,08	9,08	4,69	8,06	8,06	4,16	3,90	3,90	2,02
3,170	0,125		11,99	11,99	6,20	10,65	10,65	5,50	4,94	4,94	2,56
3,810	0,150		14,90	14,90	7,70	13,22	13,22	6,83	5,90	5,90	3,05
4,445	0,175		17,75	17,75	9,17	17,50	17,50	9,04	6,81	6,81	3,52
5,080	0,200	10,35	21,03	21,03	10,87	19,64	19,64	10,15	7,51	7,51	3,88
7,620	0,300		28,31	28,31	14,63	21,00	21,00	10,85	10,30	10,30	5,32

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Provinc. : AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA

Lugar : SANCHEZPAMPA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

DATOS DEL ENSAYO

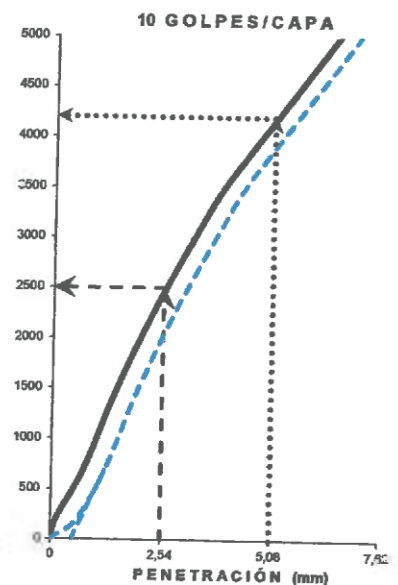
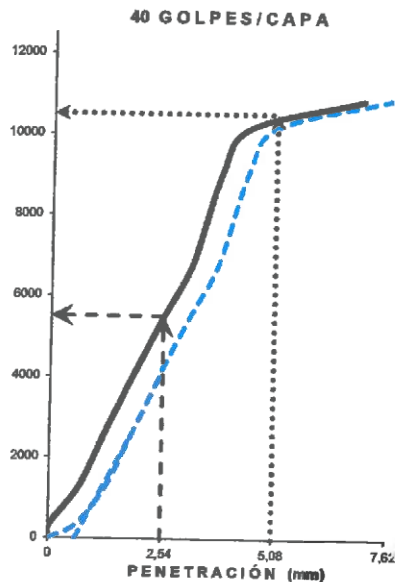
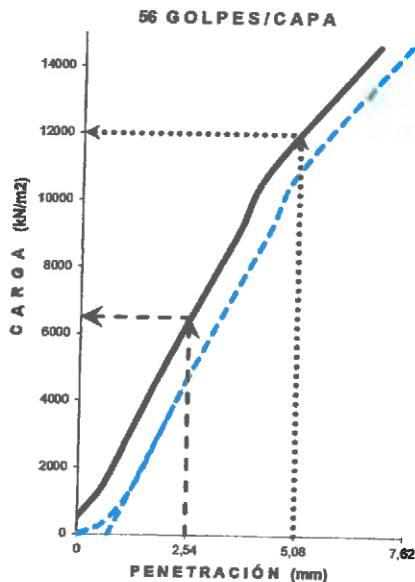
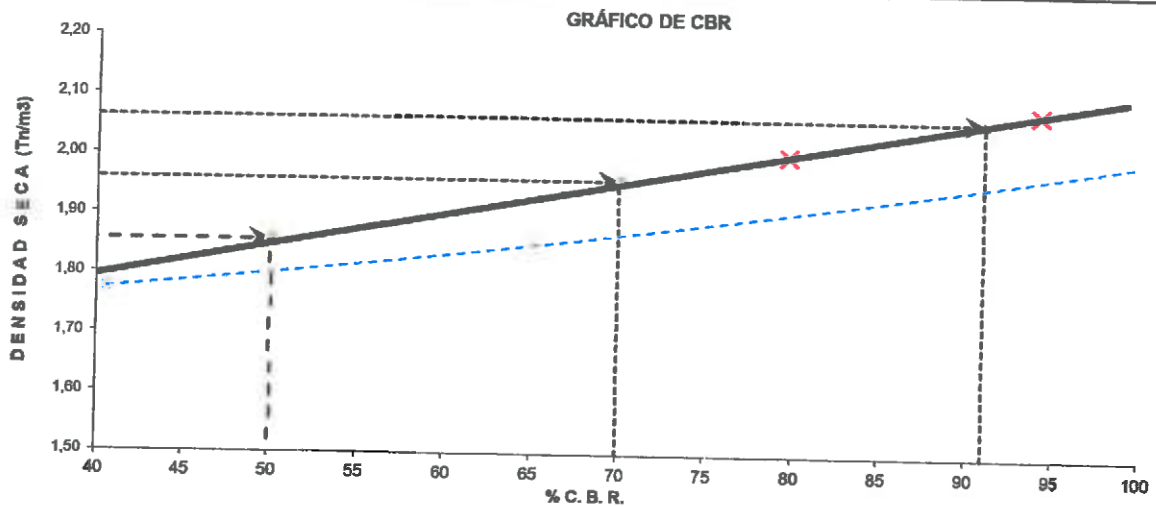
Máxima Densidad Seca MDS (tn/m3) :	2,06	Optimo Contenido de Humedad OCH % =	8,50
% Grava =	63,9	% Arena =	31,5
		% Finos =	4,7
Expansión % =	0,00%	Embebido (días) =	0,0

RESULTADOS DEL ENSAYO (01" DE PENETRACIÓN)

CBR AL 100% DE MDS (0.1") = 91,0

CBR AL 95% DE LA MDS (0.1") = 70,0

CBR AL 90% MDS = 50,0



INGEOTECON S.R.L.
ING. YANET CUCULLA MENDOZA
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
C.P. 20001

Proyecto : "CORRELACIÓN DEL ENSAYO DE DEFLECTÓMETRO DE IMPACTO LIVIANO (LWD) CON EL ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) PARA SUELOS GRANULARES DE SUB BASE "

Trazabilidad : INF-001-22/ING-CON-22-X-002

Región/Pro: AYACUCHO / HUAMANGA

Solicitante : ATHELIN GRACIELA CAHUANA CHUMBILE

Distrito : AYACUCHO

Exploración : CANTERA SANCHEZPAMPA

Lugar : SANCHEZPAMPA

Estrato/Nivel : MATERIAL PRESTAMO

Fecha : DICIEMBRE DEL 2021

COMPACTACION DEL CBR										
MOLDE N°	4			7			70			
CAPAS N°	5			5			5			
GOLPES POR CAPA	56			40			10			
COND. DE LA MUESTRA	HUMEDO			HUMEDO			HUMEDO			
PESO MOLDE+S. HÚM. gr	12.409			12.435			12.741			
PESO DEL MOLDE gr	7.713,00			7.753,00			8.403,00			
PESO SUELO HÚM. gr	4.696,00			4.682,00			4.338,00			
VOLUMEN DEL MOLDE cm3	2.102,88			2.118,53			2.120,47			
DENSIDAD HÚMEDA gr/cm3	2,23			2,21			2,05			
DENSIDAD SECA gr/cm3	2,058			2,036			1,885			
Contenido de Humedad	Humedad: Inicial		final	Humedad: Inicial		final	Humedad: Inicial		final	
TARRO N°	Nro.	168	49	195	88	49	179	161	49	8
TARRO+SUELO HÚM. gr		410,9	410,9	974,7	411	411	735,6	411	411	573,8
TARRO+SUELO SECO gr		384,0	384,0	899,3	384	384	676,3	384	384	525,1
PESO DEL TARRO gr		68,50	68,50	66,97	68,50	68,50	65,57	68,50	68,50	65,87
% DE HUMEDAD		8,53	8,53	9,06	8,53	8,53	9,70	8,53	8,53	10,60
HUMEDAD		8,53		9,06	8,53		9,70	8,53		10,60
ABSORCIÓN		0,53			1,18			2,08		

EXPANSIÓN									
DÍA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
0	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%
4	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%	0,00	127,00	0,00%

PENETRACIÓN											
PENETRACIÓN (mm) (plg)		Carga Estándar (Mpa)	PRIMER MOLDE			SEGUNDO MOLDE			TERCER MOLDE		
			Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)	Fuerza (kN)	Fuerza Calib. (kN)	Esfuerz. (MPa)
0,000	0,000		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,630	0,025		1,78	1,78	0,92	1,21	1,21	0,62	0,33	0,33	0,17
1,270	0,050		4,32	4,32	2,23	2,73	2,73	1,41	0,75	0,75	0,39
1,900	0,075		6,65	6,65	3,44	4,88	4,88	2,52	1,34	1,34	0,69
2,540	0,100	6,9	9,23	9,23	4,77	7,24	7,24	3,74	1,99	1,99	1,03
3,170	0,125		11,81	11,81	6,11	9,62	9,62	4,97	2,64	2,64	1,37
3,810	0,150		14,36	14,36	7,42	12,16	12,16	6,28	3,34	3,34	1,72
4,445	0,175		17,01	17,01	8,79	14,62	14,62	7,55	4,01	4,01	2,07
5,080	0,200	10,35	19,65	19,65	10,15	17,14	17,14	8,86	4,71	4,71	2,43
7,620	0,300		20,93	20,93	10,81	18,53	18,53	9,58	5,09	5,09	2,63

Anexo 4. Panel fotográfico

ENSAYOS EN LA CANTERA DE PALLCCA VISTA DE ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO EN SUELOS DE LA CANTERA PALLCCA**VISTA DE PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO**

VISTA DE PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



ENSAYOS EN LA CANTERA DE CHILLICO

VISTA DE PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO LWD EN PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO LWD EN PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



ENSAYOS EN LA CANTERA DE MOLLEPATA

VISTA DE ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



VISTA DE ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO LWD EN PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO LWD EN PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



ENSAYOS EN LA CANTERA DE SANCHEZPAMPA

VISTA DE ENSAYO DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO LWD EN PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



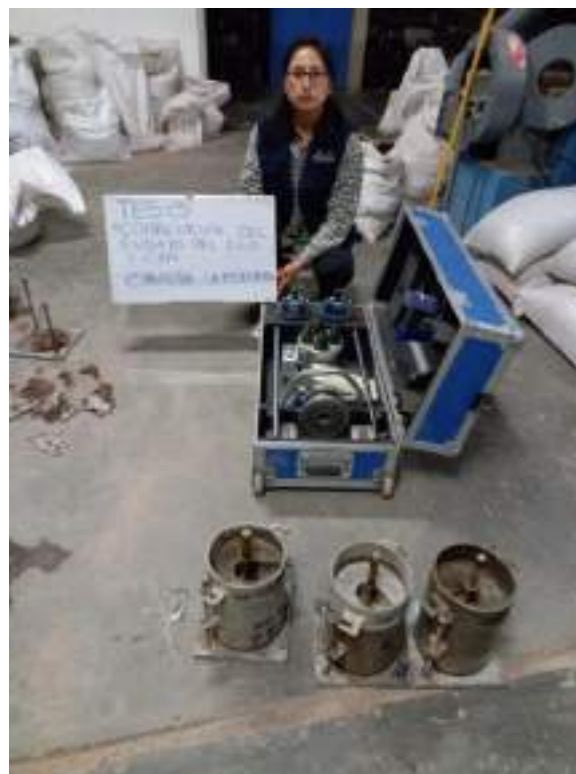
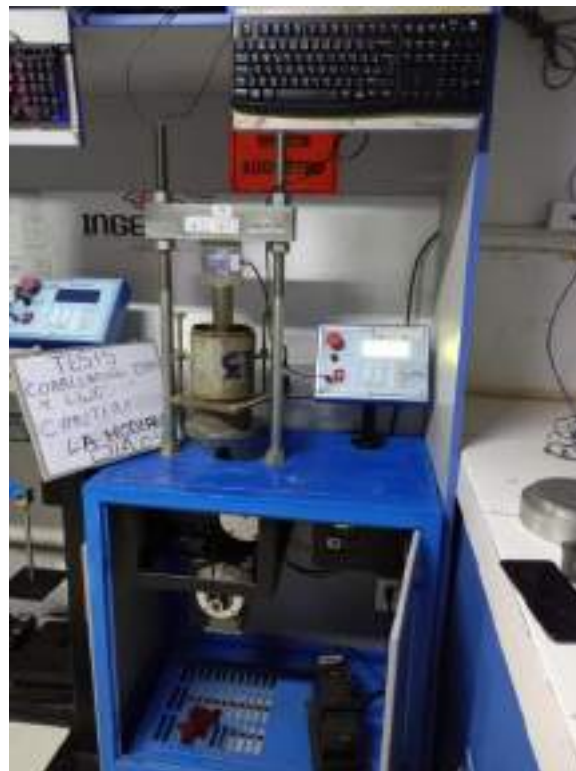
VISTA DE PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



ENSAYOS EN LA CANTERA DE LA MODERNA



VISTA DE ENSAYO LWD EN PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



VISTA DE ENSAYO LWD EN PROBETAS DE CBR EN MUESTRAS DE SUELO



Anexo 5. Certificado de calibración

1.1 Calibration of TERRATEST 9000 LWD							Ser. Nr.		20201001		0922		
Comparative measurement of deflection amplitudes between LDTV's and external geophones (G01 / G02)													
Target area : 0,1mm +/- 0,01mm						Target area : 0,3mm +/- 0,01mm							
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Mean Value	0922 G01	0922 G02	Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Mean Value	0922 G01	0922 G02
1	0,097	0,116	0,098	0,104	0,101	0,103	1	0,289	0,311	0,288	0,297	0,318	0,327
2	0,098	0,116	0,098	0,104	0,101	0,104	2	0,292	0,308	0,287	0,296	0,319	0,329
3	0,098	0,115	0,098	0,104	0,101	0,104	3	0,289	0,311	0,291	0,297	0,319	0,328
4	0,096	0,113	0,098	0,102	0,101	0,101	4	0,291	0,311	0,286	0,296	0,318	0,328
5	0,097	0,114	0,098	0,103	0,101	0,102	5	0,289	0,311	0,285	0,295	0,318	0,328
6	0,096	0,114	0,096	0,102	0,101	0,104	6	0,292	0,309	0,284	0,295	0,318	0,327
7	0,096	0,112	0,097	0,102	0,101	0,102	7	0,289	0,311	0,288	0,296	0,318	0,328
8	0,095	0,114	0,094	0,101	0,101	0,102	8	0,285	0,315	0,290	0,297	0,318	0,328
9	0,095	0,111	0,097	0,101	0,101	0,104	9	0,292	0,313	0,285	0,297	0,318	0,327
10	0,095	0,114	0,097	0,102	0,101	0,104	10	0,288	0,314	0,285	0,297	0,318	0,328
Mean	0,096	0,114	0,097	0,1025	0,101	0,103	Mean	0,29	0,312	0,287	0,2963	0,318	0,328
Maximum value				0,104	0,101	0,104	Maximum value				0,297	0,319	0,329
Minimum value				0,101	0,101	0,101	Minimum value				0,295	0,318	0,327
Standard deviation (μ)				1,2	0	1,2	Standard deviation (μ)				0,8	0,4	0,6
Mean deviation max (μ)				1,5	0	1	Mean deviation max (μ)				0,7	0,8	1,2
Mean deviation min (μ)				-1,5	0	-2	Mean deviation min (μ)				-1,3	-0,2	-0,8
Calibration factor					1,0148	0,9951	Calibration factor					0,931	0,994

1.1 Calibration of TERRATEST 9000 LWD							Ser. Nr.		20201001		0922		
Comparative measurement of deflection amplitudes between LDTV's and external geophones (G01 / G02)													
Target area : 0,5mm +/- 0,02mm						Target area : 0,8mm +/- 0,03mm							
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Mean Value	0922 G01	0922 G02	Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Mean Value	0922 G01	0922 G02
1	0,488	0,551	0,487	0,509	0,556	0,574	1	0,761	0,847	0,784	0,797	0,876	0,907
2	0,480	0,551	0,487	0,506	0,554	0,573	2	0,764	0,850	0,776	0,797	0,876	0,906
3	0,479	0,551	0,488	0,506	0,555	0,572	3	0,768	0,851	0,782	0,800	0,878	0,907
4	0,484	0,550	0,486	0,508	0,555	0,574	4	0,765	0,850	0,783	0,799	0,877	0,905
5	0,480	0,553	0,494	0,509	0,557	0,575	5	0,765	0,850	0,782	0,800	0,878	0,908
6	0,482	0,550	0,492	0,508	0,555	0,574	6	0,767	0,852	0,777	0,799	0,876	0,906
7	0,484	0,550	0,483	0,506	0,554	0,573	7	0,769	0,852	0,783	0,799	0,877	0,908
8	0,488	0,550	0,488	0,508	0,556	0,574	8	0,762	0,852	0,780	0,798	0,877	0,908
9	0,487	0,553	0,488	0,509	0,557	0,575	9	0,767	0,844	0,786	0,799	0,876	0,906
10	0,482	0,552	0,490	0,508	0,557	0,575	10	0,762	0,851	0,786	0,800	0,877	0,908
Mean	0,483	0,551	0,488	0,5078	0,5556	0,5739	Mean	0,764	0,85	0,782	0,7988	0,877	0,907
Maximum value				0,509	0,557	0,575	Maximum value				0,8	0,878	0,909
Minimum value				0,506	0,554	0,572	Minimum value				0,797	0,876	0,906
Standard deviation (μ)				1,3	1,2	1	Standard deviation (μ)				1,1	0,8	1,1
Mean deviation max (μ)				1,2	1,4	1,1	Mean deviation max (μ)				1,2	1,2	1,7
Mean deviation min (μ)				-1,8	-1,6	-1,9	Mean deviation min (μ)				-1,8	-0,8	-1,3
Calibration factor					0,914	0,8848	Calibration factor					0,911	0,88



Calibration Certificate

V210216

for the examination of Light Weight Deflectometer according to ASTM E2583-07

File number: 20201001-0922-G1G2

TERRATEST LWD GmbH

Applicant: INGEOTECON RUC 20494918910

Device location: A.H. COVADONGA MZ P2 LOTE 8, 051 AYACUCHO, Perú

Make/Type: TERRATEST 9000 LWD Year: 2020

Manufacturer: TERRATEST LWD GmbH Firmware: 1.0

Serial number: 20201001 0922 G01/G02

Type of drop weight: 10 kg

Calibration date: 01.10.2020

Test result:

The Light Weight Deflectometer was inspected according to ASTM E2583-07 and can be used for relevant tests according to this norm.

Individual results see calibration record.

As an indicator of the undertaken examination an inspection tag with following designation is to be found on the Light Weight Deflectometer:
TERRATEST LWD GmbH, next calibration 10/21



TERRATEST LWD GmbH
Dianastrasse 4, 16515 Oranienburg - GERMANY
Tel: +49 152 385 54404 - info@terratest-lwd.com

Sven Krone
General Manager

Oranienburg, 01.10.2020

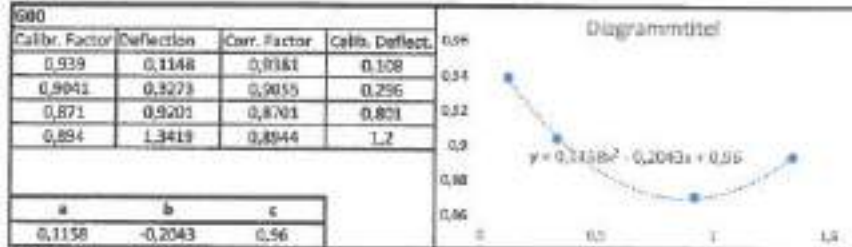
The test certificate including calibration record comprises of 3 pages.

TERRATEST LWD GmbH

Dianastrasse 4 • 16515 Oranienburg • Tel: +49 33 01 700 700 • info@terratest-lwd.de • www.terratest-lwd.de

Geschäftsführer: Sven Krone • Registered with AC Berlin-Oranienburg - HRB 20899 F - Sitz der Gesellschaft: BERLIN • Steueramtter: 3050940000000

1.2 Calibration of TERRATEST 9000 LWD Ser.Nr. 20201001 0922
 Comparative measurement of deflection amplitudes between LDTV's, central geophone (GEO 0)
 Calibration graph G00



0922 G00						
Target area	Reference			Geophone		
	Average	Precision	μ	Average	Precision	μ
	mm	mm		mm	mm	
0,1	0,1078	1,2	-0,8	0,115	0,2	-0,8
0,3	0,296	1,1	-0,9	0,327	0,7	-1,3
0,9	0,801	1,6	-1,4	0,920	1,9	-1,1
1,4	1,300	1,8	-1,6	1,342	1,1	-1,9

0922 G00		
Bias	Bias	Average calib.
μ	%	mm
-0,2	-0,2	0,108
-0,1	0	0,296
0,4	0	0,801
-0,4	0	1,200

1.1 Calibration of TERRATEST 9000 LWD						Ser. Nr.	20201001	0922			
Comparative measurement of deflection amplitudes between LDTV's and central geophone (G00)											
Target area : 0,1mm +/- 0,01mm				Target area : 0,3mm +/- 0,01mm							
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Ref. Mean Value	0922 G00	Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Ref. Mean Value	0922 G00
1	0,103	0,113	0,107	0,107	0,115	1	0,288	0,297	0,302	0,294	0,327
2	0,103	0,112	0,107	0,107	0,115	2	0,295	0,296	0,303	0,297	0,328
3	0,102	0,114	0,11	0,109	0,115	3	0,29	0,298	0,299	0,296	0,328
4	0,101	0,115	0,11	0,109	0,115	4	0,289	0,297	0,298	0,295	0,325
5	0,102	0,112	0,11	0,108	0,115	5	0,291	0,296	0,303	0,297	0,328
6	0,101	0,113	0,109	0,108	0,115	6	0,29	0,296	0,303	0,296	0,328
7	0,1	0,111	0,109	0,107	0,114	7	0,289	0,297	0,302	0,296	0,328
8	0,1	0,113	0,11	0,108	0,115	8	0,289	0,299	0,299	0,296	0,327
9	0,102	0,112	0,11	0,108	0,115	9	0,287	0,298	0,301	0,295	0,326
10	0,1	0,114	0,107	0,107	0,114	10	0,287	0,297	0,301	0,295	0,327
Mean	0,101	0,113	0,109	0,1078	0,1148	Mean	0,289	0,297	0,301	0,2959	0,3273
Maximum value				0,109	0,115	Maximum value				0,297	0,328
Minimum value				0,107	0,114	Minimum value				0,295	0,326
Standard deviation (μ)				0,4	0,4	Standard deviation (μ)				0,7	0,8
Mean deviation max (μ)				1,2	0,2	Mean deviation max (μ)				-1,1	0,7
Mean deviation min (μ)				-0,8	-0,8	Mean deviation min (μ)				-0,9	-1,3
Calibration factor					0,939	Calibration factor					0,9841

Target area : 0,8mm +/- 0,05mm					
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Ref. Mean Value	0922 G00
1	0,747	0,839	0,812	0,803	0,922
2	0,749	0,839	0,812	0,8	0,919
3	0,754	0,843	0,811	0,803	0,92
4	0,75	0,845	0,813	0,803	0,92
5	0,747	0,846	0,811	0,803	0,92
6	0,75	0,844	0,814	0,803	0,921
7	0,749	0,834	0,817	0,8	0,921
8	0,746	0,84	0,816	0,801	0,92
9	0,749	0,844	0,811	0,801	0,919
10	0,75	0,84	0,813	0,801	0,919
Mean	0,749	0,841	0,814	0,8014	0,9201
Maximum value				0,803	0,921
Minimum value				0,8	0,919
Standard deviation (μ)				1,2	1
Mean deviation max (μ)				1,6	1,3
Mean deviation min (μ)				-1,4	-1,1
Calibration factor					0,871

Target area : 1,2 mm +/- 0,08mm					
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Ref. Mean Value	0922 G00
1	1,14	1,244	1,218	1,201	1,343
2	1,142	1,241	1,217	1,2	1,343
3	1,143	1,238	1,213	1,198	1,34
4	1,139	1,242	1,219	1,2	1,342
5	1,14	1,242	1,217	1,2	1,343
6	1,139	1,238	1,217	1,198	1,343
7	1,138	1,25	1,216	1,201	1,343
8	1,143	1,24	1,22	1,201	1,342
9	1,141	1,238	1,215	1,198	1,34
10	1,139	1,246	1,222	1,199	1,34
Mean	1,14	1,242	1,216	1,1996	1,3419
Maximum value				1,201	1,343
Minimum value				1,198	1,34
Standard deviation (μ)				1,3	1,4
Mean deviation max (μ)				1,4	1,1
Mean deviation min (μ)				-1,6	-1,9
Calibration factor					0,894



Calibration Certificate

Version

for the examination of Light Weight Deflectometer according to ASTM E2583-07

File number: 20201001-0922

TERRATEST LWD GmbH

Applicant: INGEOTECON RUC 20494918910
 Device location: A.H. GOVADONGA MZ P2 LOTE 8, 051 AYACUCHO, Perú
 Make/Type: TERRATEST 9000 LWD Year: 2020
 Manufacturer: TERRATEST LWD GmbH Firmware: 1.0
 Serial number: 20201001 0922
 Type of drop weight: 10 kg
 Calibration date: 01.10.2020

Test result:

The Light Weight Deflectometer was inspected according to ASTM E2583-07 and can be used for relevant tests according to this norm.

Individual results see calibration record.

As an indicator of the undertaken examination an inspection tag with following designation is to be found on the Light Weight Deflectometer:

TERRATEST LWD GmbH, next calibration 10/21



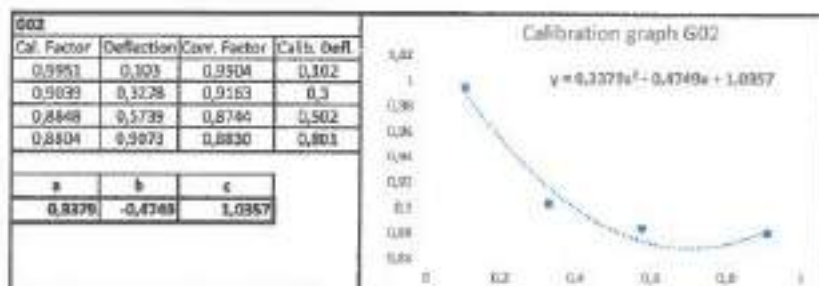
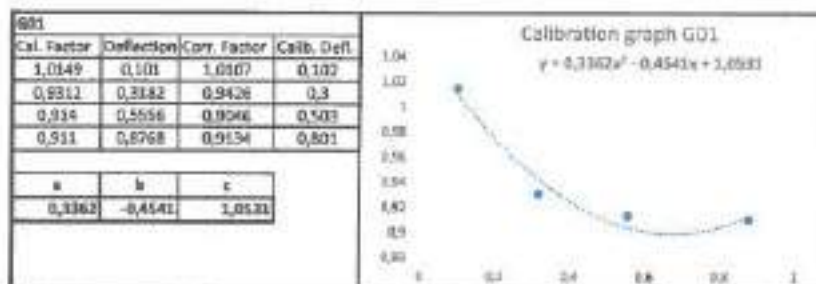
TERRATEST LWD GmbH
 Diemstrasse 4 - 16515 Oranienburg - GERMANY
 Phone: +49 33 01 700 700 - info@terratest-lwd.com

Sven Krone
 General Manager

Oranienburg, 01.10.2020

The test certificate including calibration record comprises of 3 pages.

1.2 Calibration of TERRATEST 9000 LWD Ser.Nr. 20201001 0922
Comparative measurement of deflection amplitudes between L0TV's and external geophones (GEO 1 / Geo 2)



Precision									
Target area	Reference		0922 G01				0922 G02		
	Average	Precision	Average		Precision		Average		Precision
mm	mm	μ	mm	μ	mm	μ	mm	μ	
0,1	0,1025	1,5	-1,5	0,101	0,0	0,0	0,103	1,0	-2,0
0,3	0,296	0,7	-1,5	0,318	0,8	-0,2	0,328	1,2	-0,8
0,5	0,508	1,2	-1,8	0,556	1,4	-1,6	0,574	1,1	-1,9
0,8	0,759	1,1	-1,8	0,877	1,2	-0,6	0,907	1,7	-1,3
		ok	ok		ok	ok		ok	ok

Bias								
Reference	DoEl. G01 calibrated	Bias		DoEl. G02 calibrated	Bias			
		μ	%		μ	%		
0,1025	0,103	0,5	0,5	0,103	0,5	0,1		
0,296	0,300	-3,7	-1,2	0,3	-3,7	-1,2		
0,508	0,505	4,8	0,9	0,502	5,8	1,1		
0,759	0,801	-2,2	-0,3	0,801	-2,2	-0,3		
				ok				ok

1.1 Calibration of TERRATEST 9000 LWD							Ser. Nr.		20201001 0922					
Comparative measurement of deflection amplitudes between LDTV's and external geophones (G01 / G02)														
Target area : 0,1mm +/- 0,01mm						Target area : 0,3mm +/- 0,01mm								
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Mean Value	0922 G01	0922 G02	Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Mean Value	0922 G01	0922 G02	
1	0,097	0,116	0,098	0,104	0,101	0,103	1	0,289	0,311	0,288	0,297	0,318	0,327	
2	0,098	0,116	0,098	0,104	0,101	0,104	2	0,292	0,308	0,287	0,296	0,319	0,329	
3	0,098	0,115	0,098	0,104	0,101	0,104	3	0,289	0,311	0,291	0,297	0,319	0,328	
4	0,096	0,113	0,098	0,102	0,101	0,101	4	0,291	0,311	0,286	0,296	0,318	0,328	
5	0,097	0,114	0,098	0,103	0,101	0,102	5	0,289	0,311	0,285	0,295	0,318	0,328	
6	0,096	0,114	0,096	0,102	0,101	0,104	6	0,292	0,309	0,284	0,295	0,318	0,327	
7	0,096	0,113	0,097	0,102	0,101	0,102	7	0,289	0,311	0,288	0,296	0,318	0,328	
8	0,095	0,114	0,094	0,101	0,101	0,102	8	0,286	0,315	0,290	0,297	0,318	0,328	
9	0,095	0,111	0,097	0,101	0,101	0,104	9	0,292	0,313	0,285	0,297	0,318	0,327	
10	0,095	0,114	0,097	0,102	0,101	0,104	10	0,288	0,314	0,289	0,297	0,318	0,328	
Mean	0,096	0,114	0,097	0,1025	0,101	0,103	Mean	0,29	0,312	0,287	0,2963	0,318	0,328	
				Maximum value	0,104	0,101	0,104				Maximum value	0,297	0,319	0,329
				Minimum value	0,101	0,101	0,101				Minimum value	0,295	0,318	0,327
				Standard deviation (µ)	1,2	0	1,2				Standard deviation (µ)	0,8	0,4	0,6
				Mean deviation max (µ)	1,5	0	1				Mean deviation max (µ)	0,7	0,8	1,2
				Mean deviation min (µ)	-1,5	0	-2				Mean deviation min (µ)	-1,3	-0,2	-0,8
				Calibration factor		1,8348	0,9961				Calibration factor		0,931	0,994

1.1 Calibration of TERRATEST 9000 LWD							Ser. Nr.		20201001 0922					
Comparative measurement of deflection amplitudes between LDTV's and external geophones (G01 / G02)														
Target area : 0,5mm +/- 0,02mm						Target area : 0,8mm +/- 0,03mm								
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Mean Value	0922 G01	0922 G02	Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Mean Value	0922 G01	0922 G02	
1	0,488	0,551	0,487	0,509	0,556	0,574	1	0,761	0,847	0,784	0,797	0,876	0,907	
2	0,480	0,551	0,487	0,506	0,554	0,573	2	0,764	0,850	0,776	0,797	0,876	0,905	
3	0,479	0,551	0,488	0,506	0,555	0,572	3	0,768	0,851	0,782	0,800	0,878	0,907	
4	0,484	0,553	0,486	0,508	0,555	0,574	4	0,765	0,850	0,783	0,799	0,877	0,905	
5	0,480	0,553	0,484	0,509	0,557	0,573	5	0,765	0,850	0,782	0,800	0,878	0,908	
6	0,482	0,550	0,492	0,508	0,555	0,574	6	0,767	0,852	0,777	0,799	0,876	0,906	
7	0,484	0,550	0,483	0,506	0,554	0,573	7	0,763	0,852	0,783	0,799	0,877	0,908	
8	0,486	0,550	0,488	0,508	0,556	0,574	8	0,762	0,852	0,780	0,798	0,877	0,908	
9	0,487	0,553	0,488	0,509	0,557	0,575	9	0,767	0,844	0,786	0,799	0,876	0,906	
10	0,482	0,552	0,490	0,508	0,557	0,575	10	0,762	0,851	0,786	0,800	0,877	0,908	
Mean	0,483	0,551	0,488	0,5078	0,5556	0,5739	Mean	0,764	0,85	0,782	0,7988	0,877	0,907	
				Maximum value	0,509	0,557	0,575				Maximum value	0,8	0,878	0,909
				Minimum value	0,506	0,554	0,572				Minimum value	0,797	0,876	0,905
				Standard deviation (µ)	3,3	3,2	1				Standard deviation (µ)	1,1	0,8	1,1
				Mean deviation max (µ)	3,2	3,4	1,1				Mean deviation max (µ)	1,2	1,2	1,7
				Mean deviation min (µ)	-3,8	-3,6	-1,9				Mean deviation min (µ)	-1,8	-0,8	-1,3
				Calibration factor		0,9314	0,8848				Calibration factor		0,931	0,88



Calibration Certificate

V210216

for the examination of Light Weight Deflectometer according to ASTM E2583-07

File number: 20201001-0922-G1G2

TERRATEST LWD GmbH

Applicant: INGEOTECON RUC 20494918910

Device location: A.H. COVADONGA MZ P2 LOTE 8, 051 AYACUCHO, Perú

Make/Type: TERRATEST 9000 LWD Year: 2020

Manufacturer: TERRATEST LWD GmbH Firmware: 1.0

Serial number: 20201001 0922 G01/G02

Type of drop weight: 10 kg

Calibration date: 01.10.2020

Test result:

The Light Weight Deflectometer was inspected according to ASTM E2583-07 and can be used for relevant tests according to this norm.

Individual results see calibration record.

As an indicator of the undertaken examination an inspection tag with following designation is to be found on the Light Weight Deflectometer:
TERRATEST LWD GmbH, next calibration 10/21



TERRATEST LWD GmbH
Dianastrasse 4 · 16515 Oranienburg · GERMANY
Tel: +49 152 385 54404 · info@terratest-lwd.com

Sven Krone
General Manager

Oranienburg, 01.10.2020

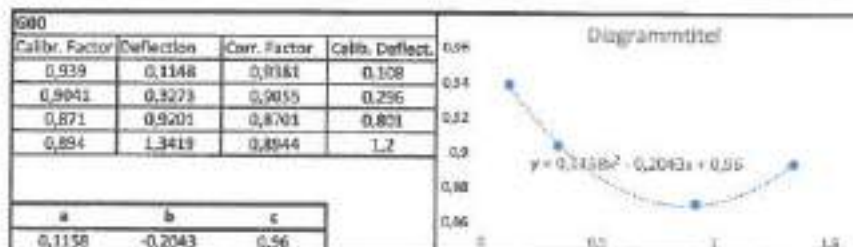
The test certificate including calibration record comprises of 3 pages.

TERRATEST LWD GmbH

Dianastrasse 4 · 16515 Oranienburg · Tel: +49 33 01 700 700 · info@terratest-lwd.de · www.terratest-lwd.de

Geschäftsführer: Sven Krone · Registered with AC Berlin-Oranienburg · HRB 20899 F · Sitz der Gesellschaft: BERLIN · Steueramt: 3050440000000

1.2 Calibration of TERRATEST 9000 LWD Ser.Nr. 20201001 0922 Comparative measurement of deflection amplitudes between LDTV's, central geophone (GEO 0)
Calibration graph G00



0922 G00						
Target area	Reference			Geophone		
	Average	Precision		Average	Precision	
	mm	μ		mm	μ	
0,1	0,1078	1,2	-0,8	0,115	0,2	-0,8
0,3	0,296	1,1	-0,9	0,327	0,7	-1,3
0,8	0,801	1,6	-1,4	0,920	1,9	-1,1
1,4	1,300	1,8	-1,6	1,342	1,1	-1,9

0922 G00		
Bias	Bias	Average calib.
μ	%	mm
-0,2	-0,2	0,108
-0,1	0	0,296
0,4	0	0,801
-0,4	0	1,200

1.1 Calibration of TERRATEST 9000 LWD						Ser. Nr.	20201001	0922			
Comparative measurement of deflection amplitudes between LDTV's and central geophone (G00)											
Target area : 0,1mm +/- 0,01mm				Target area : 0,3mm +/- 0,01mm							
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Ref. Mean Value	0922 G00	Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Ref. Mean Value	0922 G00
1	0,103	0,113	0,107	0,107	0,115	1	0,288	0,297	0,302	0,294	0,327
2	0,103	0,112	0,107	0,107	0,115	2	0,295	0,296	0,303	0,297	0,328
3	0,102	0,114	0,11	0,109	0,115	3	0,29	0,298	0,299	0,296	0,328
4	0,101	0,115	0,11	0,109	0,115	4	0,289	0,297	0,298	0,295	0,325
5	0,102	0,112	0,11	0,108	0,115	5	0,291	0,296	0,303	0,297	0,328
6	0,101	0,113	0,109	0,108	0,115	6	0,29	0,296	0,303	0,296	0,328
7	0,1	0,111	0,109	0,107	0,114	7	0,289	0,297	0,302	0,296	0,328
8	0,1	0,113	0,11	0,108	0,115	8	0,289	0,299	0,299	0,296	0,327
9	0,102	0,112	0,11	0,108	0,115	9	0,287	0,298	0,301	0,295	0,326
10	0,1	0,114	0,107	0,107	0,114	10	0,287	0,297	0,301	0,295	0,327
Mean	0,101	0,113	0,109	0,1078	0,1148	Mean	0,289	0,297	0,301	0,2959	0,3273
Maximum value				0,109	0,115	Maximum value				0,297	0,328
Minimum value				0,107	0,114	Minimum value				0,295	0,326
Standard deviation (μ)				0,4	0,4	Standard deviation (μ)				0,7	0,8
Mean deviation max (μ)				1,2	0,2	Mean deviation max (μ)				-1,1	0,7
Mean deviation min (μ)				-0,8	-0,8	Mean deviation min (μ)				-0,9	-1,3
Calibration factor					0,939	Calibration factor					0,9841

Target area : 0,8mm +/- 0,05mm					
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Ref. Mean Value	0922 G00
1	0,747	0,839	0,812	0,803	0,922
2	0,749	0,839	0,812	0,8	0,919
3	0,754	0,843	0,811	0,803	0,92
4	0,75	0,845	0,813	0,803	0,92
5	0,747	0,846	0,811	0,803	0,92
6	0,75	0,844	0,814	0,803	0,921
7	0,749	0,834	0,817	0,8	0,921
8	0,746	0,84	0,816	0,801	0,92
9	0,749	0,844	0,811	0,801	0,919
10	0,75	0,84	0,813	0,801	0,919
Mean	0,749	0,841	0,814	0,8014	0,9201
Maximum value				0,803	0,921
Minimum value				0,8	0,919
Standard deviation (μ)				1,2	1
Mean deviation max (μ)				1,6	1,3
Mean deviation min (μ)				-1,4	-1,1
Calibration factor					0,871

Target area : 1,2 mm +/- 0,08mm					
Drop Nr.	Ref. A (mm)	Ref. B (mm)	Ref. C (mm)	Ref. Mean Value	0922 G00
1	1,14	1,244	1,218	1,201	1,343
2	1,142	1,241	1,217	1,2	1,343
3	1,143	1,238	1,213	1,198	1,34
4	1,139	1,242	1,219	1,2	1,342
5	1,14	1,242	1,217	1,2	1,343
6	1,139	1,239	1,217	1,198	1,343
7	1,138	1,25	1,216	1,201	1,343
8	1,143	1,24	1,22	1,201	1,342
9	1,141	1,238	1,215	1,198	1,34
10	1,139	1,246	1,222	1,199	1,34
Mean	1,14	1,242	1,216	1,1996	1,3419
Maximum value				1,201	1,343
Minimum value				1,198	1,34
Standard deviation (μ)				1,3	1,4
Mean deviation max (μ)				1,4	1,1
Mean deviation min (μ)				-1,6	-1,9
Calibration factor					0,894



Calibration Certificate

Version

for the examination of Light Weight Deflectometer according to ASTM E2583-07

File number: 20201001-0922

TERRATEST LWD GmbH

Applicant: INGEOTECON RUC 20494918910
 Device location: A.H. GOVADONGA MZ P2 LOTE 8, 051 AYACUCHO, Perú
 Make/Type: TERRATEST 9000 LWD Year: 2020
 Manufacturer: TERRATEST LWD GmbH Firmware: 1.0
 Serial number: 20201001 0922
 Type of drop weight: 10 kg
 Calibration date: 01.10.2020

Test result:

The Light Weight Deflectometer was inspected according to ASTM E2583-07 and can be used for relevant tests according to this norm.

Individual results see calibration record.

As an indicator of the undertaken examination an inspection tag with following designation is to be found on the Light Weight Deflectometer:
 TERRATEST LWD GmbH, next calibration 10/21



Sven Krone
General Manager

TERRATEST LWD GmbH
 Diemstrasse 4 - 16515 Oranienburg - GERMANY
 Phone: +49 33 01 700 700 - info@terratest-lwd.com
 Oranienburg, 01.10.2020

The test certificate including calibration record comprises of 3 pages.



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



L-24388-002 R0

Page / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	18.3 °C	Humedad Máxima:	53 %
Temperatura Mínima:	18.2 °C	Humedad Mínima:	52 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-24388-002

LMPO-01-01-012-A

Fin de Certificado

ACTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.R.L. - CALLE 100 No. 100-1000 - TEL: (591) 2411-1000 - FAX: (591) 2411-1001 - PINZUAR, AZUAYO, ECUADOR





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



L-24388-002 R0

Página 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleada	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11-2020
Procedimiento Interno Número	LM – PC – 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3415 del INM V.L - 21980-003, L - 20067-002, L - 21638-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se constató que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaría defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectivo del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal*	Valor Pienado Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Dímetro Interior	203,2 mm ± 0,76 mm	202,50 mm	0,10 mm	3,32
Alura Nominal	30,8 mm	29,650 mm	0,090 mm	3,32
Dímetro de Trazado	190,2 mm	190,71 mm	0,21 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	Nº. 20	Abertura Nominal	850 µm
Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Medida Promedio Y	850 µm ± 26,188 µm	858,0 µm	3,4 µm
Abertura Máxima X	862,801 µm	870,0 µm	
Desviación Cilíndrica Máxima	33,23 µm	4,9 µm	Abertura medida

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Dímetro del Alambre:

	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Dímetro del Alambre	0,500 mm			
Dímetro Máximo	0,500 mm	0,495 µm	5,4 µm	2,00
Dímetro Mínimo	0,430 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LMPC-01 del 11/22

ACTA TECNOLÓGICA CON CALIDAD HUMANA, AL SERVICIO DEL MUNDO.

Laboratorio de Metrología, C.R. # 10.070.070, 10020 V, 100-022, 37720212 | informacion@pinzuar.com.ve | www.pinzuar.com.ve





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-24388-002 R0

Página / Page 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ Ø1	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de las pérdidas que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos ya que la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reportamos las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en intervalos internados de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for re-calibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	80427	
Identificación interna <i>Internal Identification</i>	TONG23-02	
Malla <i>Mesh</i>	Nº. 20	
Solicitante <i>Customer</i>	INSECTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. P2 LOTE 6 A. H. COVADONGA AYACUCHO - HUANANGA	
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 06 - 21	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 06 - 23	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate including annexes</i>		05

Este es el documento del Laboratorio de Longitud Pinzuar en sus procedimientos de trabajo, cuando sea necesario reportar en su idioma, en otro idioma se acepta como paralelo a este idioma y se emite en español con la fecha de calibración en formato año/mes/día.

This is the document of the Pinzuar Dimensional Metrology Laboratory, the user can use the report issued in his own language if necessary, when necessary the user has to accept that the date of the certificate will follow that of the ONAC. Accepted certificate date/Year and month/day.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing Certificate

Ing. Sergio Fran Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tecg. Javier Arnulfo López
Asesor en Calibración de Metrología

LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORIO DE LONGITUD PINZUAR S.A. - C/ El Pino 72 - P.O. Box 1700 - P.O. - 20123000 - Ayacucho - Perú - Teléfono: 053 1 822 11 111 - Fax: 053 1 822 11 112



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,2 °C	Humedad Máxima:	63 %
Temperatura Mínima:	19,1 °C	Humedad Mínima:	62 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **L-24388-001**



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleados	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11.202G
Procedimiento Interno Número	LJ - PC - 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3415 del INM \ L - 21680-003, L - 20057-002, L - 21636-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectivo del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal**	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95.45 % de Nivel de confianza
Dámetro Interior	203.2 mm ± 0.76 mm	205.56 mm	0.12 mm	3.32
Ancho Nominal	52.8 mm	49.63 mm	0.15 mm	3.32
Dámetro de Tejido	190.2 mm	190.65 mm	0.32 mm	3.32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

	Descripción	No. 10	Abertura Nominal	2 mm
	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95.45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y	2 mm ± 0.050 mm	2011.6 µm	6.6 µm	3.00
Abertura Máxima X	2.204 mm	2045.0 µm		
Desviación Estándar Máxima	0.054 mm	18.7 µm	Aberturas redondas	50

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95.45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0.600 mm			
Diámetro Máximo	1.040 mm	695.0 µm	8.6 µm	3.00
Diámetro Mínimo	0.770 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

Laboratorio

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Ubicación: Av. República 317-2719-27 (Piso 11to. del 11to. 31102258) - e-mail: info@pinzuar.com - www.pinzuar.com





Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-24388-001 R0

Página 1 de 2

Equipo <small>Instrument</small>	TARIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados están comprendidos al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los daños que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos ya de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
Modelo <small>Model</small>	GRANDTEET	
Número de Serie <small>Serial Number</small>	34234	
Identificación Interna <small>Internal Identification</small>	TÓN10-05	
Medida <small>Measure</small>	No. 10	
Solicitante <small>Customer</small>	INDICTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <small>Address</small>	MZA. Pz LOTE 8 A. H. COVADONGA AYACUCHO - HUAMANGA	
Ciudad <small>City</small>	AYACUCHO	
Fecha de Calibración <small>Date of Calibration</small>	2021 - 09 - 21	
Fecha de Emisión <small>Date of Issue</small>	2021 - 09 - 25	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <small>Number of pages of the certificate including annexes</small>	03	
<p>Este certificado es válido en el Perú y está sujeto a las condiciones de uso y mantenimiento que se detallan en el certificado de calibración. Los resultados de calibración son válidos.</p> <p>This certificate is valid in Peru and is subject to the conditions of use and maintenance that are detailed in the calibration certificate. The calibration results are valid.</p>		
<p>Firmas que Autorizan Certificado <small>Signatures Authorizing the Certificate</small></p>		
 Ing. Sergio Iván Martínez <small>Director Laboratorio de Metrología</small>		 Terc. Deliver Arnulfo López <small>Metrología Laboratorio de Metrología</small>

000004910001

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

WORLDWIDE TECHNOLOGY WITH HUMAN QUALITY AT THE SERVICE OF THE WORLD



CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,3 °C	Humedad Máxima:	53 %
Temperatura Mínima:	19,2 °C	Humedad Mínima:	52 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de sí/mos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-24388-006

Fin de Certificado

LMP:03/01/2023



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Lengüed)
Método Empleados	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11.2020
Procedimiento Interno Número	LM - PC - 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3416 del INM \ L - 21980-001, L - 20057-002, L - 21935-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluye que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla. El mismo tiempo evidenciaba defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal*	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm ± 0,76 mm	203,85 mm	0,10 mm	2,00
Altura Nominal	50,8 mm	49,082 mm	0,046 mm	2,52
Diámetro de Trazado	190,2 mm	190,81 mm	0,10 mm	2,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

	Designación	Nº	Abertura Nominal	75 µm
	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Abertura Promedio y Abertura Máxima X	75 µm ± 3,739 µm	76,63 µm	0,76 µm	2,00
Desviación Estándar Máxima	6,64 µm	2,24 µm	Abertura medida	200

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,330 mm	0,334 mm	0,76 µm	2,00
Diámetro Máximo	0,330 mm	0,334 mm	0,76 µm	2,00
Diámetro Mínimo	0,330 mm	0,334 mm	0,76 µm	2,00

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

*Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2.

**Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1.

IMPRINTA 0334

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Dirección: Av. Universidad 12-11-A, Caracas 1058, Venezuela. Teléfono: +58 (0)212 959 2000. Correo: info@pinzuar.com.ve | www.pinzuar.com.ve





Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-24388-006 R0

Página 1 de 3

Equipo <small>Instrument</small>	TAM2.6'	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocasionarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results stated in this certificate refer to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item first related on page number one. The laboratory which issues this certificate is not responsible for any damages that may arise from the improper use of the instruments under the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <small>Manufacturer</small>	PINZUAR	
Modelo <small>Model</small>	GRANOTEST	
Número de Serie <small>Serial Number</small>	74898	
Identificación Interna <small>Internal Identification</small>	TON200-002	
Malla <small>Grid</small>	Nº. 200	
Solicitante <small>Customer</small>	INGEOTECÓN CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <small>Address</small>	MZA. P1 LOTE # A. H. COVADUNGA AYACUCHO - HUAMANGA	
Ciudad <small>City</small>	AYACUCHO	
Fecha de Calibración <small>Date of Calibration</small>	2021 - 09 - 21	
Fecha de Emisión <small>Date of Issue</small>	2021 - 09 - 23	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <small>Number of pages of the certificate including annexes</small>	03	
<p><small>Si se emite en el Laboratorio de Metrología Pinzuar se le puede reproducir el original. También puede ser reproducido en su totalidad, en cualquier idioma, la impresión de la versión del certificado en español en cualquier idioma. Los solicitantes de calibración en Pinzuar son: 180004.</small></p> <p><small>If issued in the Laboratory of Dimensional Metrology Pinzuar, the original can be reproduced. It can also be reproduced in its entirety, in any language, the printing of the certificate version in Spanish in any language. Calibration requesters in Pinzuar are: 180004.</small></p>		
<p>firmas que Autorizan Certificado <small>Signatures Authorizing the Certificate</small></p>		
 Ing. Sergio Iván Martínez <small>Director Laboratorio de Metrología</small>		 Ing. Javier Amulfo López <small>Gerente Laboratorio de Metrología</small>

LMPC-00000001

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

00000001-00000001-01-00000001-00000001-00000001-00000001-00000001-00000001-00000001-00000001-00000001-00000001





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



L-24388-005 RD

Page / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,2 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	15,1 °C	Humedad Mínima:	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ y la probabilidad de cobertura a cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de sí/más patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-24388-005

DSPC-12-F-019/182

Fin de Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORATORIO DE METROLOGÍA | C.A. PINZUAR | CARRERA 17 # 115-117 | TEL: 099 333 33 33 | WWW.PINZUARLABORATORIO.COM.VI | @PINZUARLABOR





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



L-24388-005 R0

Página 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Languid)
Método Empleada	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11-2010
Procedimiento Interno Número	LM-PC-12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interferencia y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3418 del INM \ L - 21800-001, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni armazones en la malla. El marco tampoco evidenció defectos imputables. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal*	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm ± 0,76 mm	205,57 mm	0,30 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	49,970 mm	0,034 mm	3,32
Diámetro de Tamizado	150,2 mm	150,81 mm	0,11 mm	3,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

	Designación	No. 140	Abertura Nominal	106 µm
	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y	106 µm ± 4,662 µm	107,57 µm	0,60 µm	2,00
Abertura Nominal X	137,372 µm	114,50 µm		
Desviación Estándar Máxima	8,60 µm	2,87 µm	Aberturas medidas:	210

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,071 mm			
Diámetro Nominal	0,062 mm	75,70 µm	0,09 µm	3,00
Diámetro Máximo	0,080 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Table E.

** Valores nominales según ASTM E11 Table F.

Laboratorio S.A.

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

SECTORIAL: Metrología C/PTA 120071 P.O. BOX 10000 QUITO, ECUADOR. Teléfono: +593 2 2222222. Email: info@pinzuar.com.ec | www.pinzuar.com.ec



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
 Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-24388-005 R0

Page / Pág 1 de 2

Equipo Equipment	TAMIZ #1	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se detalló en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos, ya de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments, neither the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which relate the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante Manufacturer	PINZUAR	
Modelo Model	GRANOTEST	
Número de Serie Serial Number	80048	
Identificación Interna Internal Identification	TQNT40-001	
Medio Media	No. 140	
Solicitante Customer	INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección Address	MZA, P2 LOTE # A. H. COMADONAS, AYACUCHO - HUAMANGA	
Ciudad City	AYACUCHO	
Fecha de Calibración Date of calibration	2021 - 08 - 21	
Fecha de Emisión Date of issue	2021 - 08 - 23	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos Number of pages of the calibration certificate including annexes	03	

De la aprobación del Laboratorio de Longitud Pinzuar se sujeción a los procedimientos establecidos en el Reglamento de Metrología de la Ley N.º 27122, que aprueba el Reglamento de Metrología, y de la aprobación de ONAC que se encuentra inscrita en el Registro de Acreditación de ONAC.

When the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, we agree with the procedures established in the Regulation of Metrology of the Law N.º 27122, which approves the Regulation of Metrology, and of the approval of ONAC that is registered in the ONAC Accreditation Register.

Firmas que Autorizan Certificado

Firmas Autorizadas de Certificación



 Ing. Sergio Iván Martínez
 Director Laboratorio de Metrología



 Ing. Jhalver Arriaga López
 Gerente Laboratorio de Metrología

1894-02/21/03

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA, AL SERVICIO DEL MUNDO

Avenida Democracia 73 11411222 - 11411211 - 11411212 - 11411213 - 11411214 - 11411215 - 11411216 - 11411217 - 11411218 - 11411219 - 11411220



L-24388-004 R0

Página / Fól. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,2 °C	Humedad Máxima:	54 %
Temperatura Mínima:	18,1 °C	Humedad Mínima:	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

En los certificado(s) de calibración de ejes patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración. No: L-24388-004

IMPRESIÓN R004

Firma de Calibrado

ATRA TECHNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle 24 de Agosto No. 100-100, Caracas 1050, Venezuela. Tel: +58 (0)212 940 1400 - 940 1401 - 940 1402 - 940 1403 - 940 1404 - 940 1405 - 940 1406 - 940 1407 - 940 1408 - 940 1409 - 940 1410





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



L-24388-004 RD
Page / Pág. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11-2020
Procedimiento Interno Número	LM - PG - 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	G-3415 del INM 1 L - 21960-001, L - 20057-002, L - 21838-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Después de realizar una inspección visual al tema se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arrugas en la malla, el marco tampoco evidenciaba defectos importantes. En general, el tema se encuentra en buen estado. Se procedió al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal**	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95-95 % de Nivel de confianza
Dímetro Interior	203.2 mm ± 0.25 mm	203.57 mm	0.19 mm	3.32
Alura Nominal	50.5 mm	49.965 mm	1.065 mm	2.88
Dímetro de Tarbado	190.2 mm	190.625 mm	0.085 mm	2.22

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

	Designación	No. 100	Abertura Nominal	150 µm
	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y	150 µm ± 5.963 µm	152.53 µm	0.95 µm	3.00
Abertura Máxima X	145.216 µm	150.46 µm		
Desviación Estándar Máxima	11.85 µm	2.85 µm	Abertura medida:	203

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Díámetro del Alambre:

	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Díámetro del Alambre	0.100 mm			
Díámetro Medido	0.115 mm	104.79 µm	0.10 µm	3.00
Díámetro Máximo	0.085 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores controlados según ASTM E11 Tabla 2.

** Valores controlados según ASTM E11 Tabla 7.

LABORATORIO

ATA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Centro de Metrología, Calle 100 No. 11-11, 2do. piso, Zona Industrial, San Juan, C.R. | Teléfono: +506 2222 2222 | Email: info@pinzuar.com | www.pinzuar.com





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-24388-004 R0

Page / Page 1 de 2

Equipo Instrument	TAMIZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio no se hace responsable de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos, ya que la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a valores nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments under the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and assures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante Manufacturer	PINZUAR	
Modelo Model	GRANOTEST	
Número de Serie Serial Number	74846	
Identificación Interna Internal Identification	TOX100-002	
Malla Mesh	Nº. 100	
Solicitante Customer	INGEOTECN CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección Address	MZA. P2 LOTE B A. H. DOVADONGA AYACUCHO - HUAMANGA.	
Ciudad City	AYACUCHO	
Fecha de Calibración Date of calibration	2021 - 09 - 21	
Fecha de Emisión Date of issue	2021 - 09 - 23	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos Number of pages of the certificate including annexes	02	

En la conformidad del Laboratorio de Metrología Pinzuar se le puede replicar el mismo contenido cuando se requiera de su totalidad, sin embargo, toda la información de los datos del certificado se deberá de conservar en los archivos de calibración en formato pdf o similar.

When the content of the Pinzuar Metrology Laboratory is required in its entirety, it is possible to replicate the entire content of the certificate, but the user of the data must conserve the data of the certificate in pdf or similar format.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. César Arnulfo López
Asesor Laboratorio de Metrología

0040-00320010

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

0040-00320010 • T. 051-011-252 11 000 • T. 051-011-252 11 000 • T. 051-011-252 11 000 • T. 051-011-252 11 000





L-24388-003 RO

Página / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima:	19,3 °C	Humedad Máxima:	65 %
Temperatura Mínima:	18,2 °C	Humedad Mínima:	52 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, lo cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. Basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-24388-003

LMP-127-01 R033

Firma Certificado

ACTA TECNOLÓGICA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Av. Boyacá 148, Bogotá, Colombia. Tel: +57 (0)1 (601) 248-4000. Email: info@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11-2020
Procedimiento Interno Número	LM - PC - 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Reglas Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de interiores y Medidor de Profundidad
Certificados No.	S-3418 del INM \ L - 21980-003, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al tamiz se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arugas en la malla. El mero tampoco evidencian defectos importantes. En general, el tamiz se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectivo del mero y la malla.

Calibración del Mero:

	Valor Nominal**	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm ± 0,76 mm	205,56 mm	0,17 mm	1,32
Altura Nominal	50,8 mm	49,81 mm	0,11 mm	1,32
Diámetro de Tanizado	190,2 mm	190,77 mm	0,14 mm	1,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del mero.

Calibración de la Abertura:

	Designación	No. 40	Abertura Nominal	425 µm
	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Abertura Promedio Y	425 µm ± 13,662 µm	425,3 µm	2,6 µm	1,00
Abertura Máxima X	497,008 µm	440,0 µm		
Desviación Estándar Máxima	22,43 µm	7,2 µm	Aberturas medidas	120

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,280 mm			
Diámetro Micrómetro	0,320 mm	292,5 µm	2,5 µm	1,00
Diámetro Alfilero	0,240 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 Tabla 2

** Valores nominales según ASTM E11 Tabla 1

LWPC-24-00-0113





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-24388-003 R0

Página / Page 1 de 2

Equipo <i>Instrument</i>	TALIZÓN	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al bien que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproduce las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results stated in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and assures the traceability of the reported results to national and international standards, which reproduces the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	75477	
Identificación Interna <i>Internal Calibration</i>	TONG40-05	
Malla <i>Mesh</i>	Nº. 40	
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOTECÓN CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.A.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. P2 LOTE 8 A. H. COVADONGA AYACUCHO - HUMANGA	
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021-09-21	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021-09-23	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

Se le garantiza el cumplimiento de los requisitos de calidad de impresión de este certificado de calibración en el momento de la impresión. Los certificados de calibración se emiten en formato digital.

We warrant the compliance of the Pinzuar Metrology Laboratory with the requirements of quality of printing of this certificate at the time of printing. Calibration certificates are issued in digital format.

Firmas que Autorizan Certificado
Signatures Authorizing Certificate


Ing. Sergio Ivan Martinez
Director Laboratorio de Metrología


Tceg. Javier Amalfo López
Asesor Laboratorio de Metrología

IMPRESIÓN:

ATA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

ATA Tecnología S.A. - Call Center: 011 4712071 - 011 4712072 - 011 4712073 - 011 4712074 - 011 4712075 - 011 4712076 - 011 4712077 - 011 4712078 - 011 4712079 - 011 4712080



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue obtenida bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008, GUM 1999 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de sí/mos patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.


CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,1	0,5	0,1	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,0

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-012

Fin del Certificado

LMPC-001-F-012-0

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORATORIO METROLOGÍA | CALIBRACIÓN | VERIFICACIÓN DE MÁQUINAS DE ENSAYO | WWW.PINZUAR.CO



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2 , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	...	R^2
-5,36333 E-01	9,98300 E-01	-4,28515 E-07	4,46263 E-11		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 \cdot X) + (A_2 \cdot X^2) + (A_3 \cdot X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación N	Indicación				
	0	50	100	150	200
500	408,51	543,40	508,30	848,19	808,07
750	747,96	797,85	847,73	897,61	947,49
1 000	997,37	1 047,2	1 097,1	1 147,0	1 196,9
1 250	1 246,7	1 296,6	1 346,5	1 396,3	1 446,2
1 500	1 496,1	1 545,9	1 595,8	1 645,7	1 695,5
1 750	1 745,4	1 795,2	1 845,1	1 895,0	1 944,8
2 000	1 994,7	2 044,5	2 094,4	2 144,2	2 194,1
2 250	2 243,9	2 293,8	2 343,6	2 393,5	2 443,3
2 500	2 493,2	2 543,0	2 592,9	2 642,7	2 692,6
2 750	2 742,4	2 792,2	2 842,1	2 891,9	2 941,8
3 000	2 991,6	3 041,5	3 091,3	3 141,2	3 191,0
3 250	3 240,8	3 290,7	3 340,5	3 390,4	3 440,2
3 500	3 490,1	3 539,9	3 589,7	3 639,6	3 689,4
3 750	3 739,3	3 789,1	3 839,0	3 888,8	3 938,7
4 000	3 988,5	4 038,4	4 088,2	4 138,0	4 187,9
4 250	4 237,7	4 287,5	4 337,4	4 387,2	4 437,1
4 500	4 487,0	4 536,9	4 586,7	4 636,6	4 686,4
4 750	4 736,2	4 786,1	4 836,0	4 885,8	4 935,7
5 000	4 985,4				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC N	Promedio S1, 2 y 3 N	Por interpolación N	Residuales
			N
500	408,65	408,51	0
1 000	996,99	997,37	0
1 500	1 496,3	1 496,1	0
2 000	1 994,5	1 994,7	0
2 500	2 493,0	2 493,2	0
3 000	2 991,7	2 991,6	0
3 500	3 490,1	3 490,1	0
4 000	3 988,4	3 988,5	0
4 500	4 487,0	4 487,0	0
5 000	4 985,8	4 985,8	0

LMPG-001-EI-R120

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: C/ La Alfranca, 11 41011 Sevilla, España - 34 954 33661 | administracion@pinzuar.com | WWW.PINZUAR.COM



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...
Tabla 2.

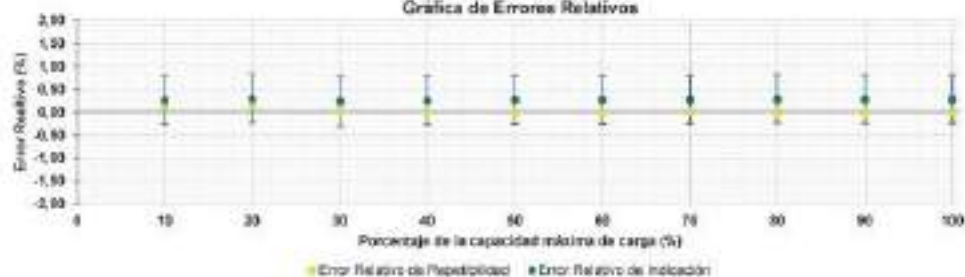
 Error realtivo de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,01}$ %	$f_{0,05}$ %	$f_{0,10}$ %	$f_{0,20}$ %	$f_{0,50}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo

Indicación del IBC %	N	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U %		K _{p=95%} ---
		Indicación g %	Repetibilidad h %	Reversibilidad v %		N	%	
10	500,0	0,27	0,12	---	0,200	2,7	0,53	2,01
20	1 000,0	0,30	0,13	---	0,190	5,3	0,53	2,01
30	1 500,0	0,25	0,03	---	0,057	8,0	0,53	2,01
40	2 000,0	0,28	0,02	---	0,050	11	0,53	2,01
60	2 500,0	0,28	0,01	---	0,040	13	0,53	2,01
80	3 000,0	0,28	0,02	---	0,033	16	0,53	2,01
70	3 500,0	0,28	0,02	---	0,029	19	0,53	2,01
80	4 000,0	0,28	0,00	---	0,025	21	0,53	2,01
90	4 500,0	0,29	0,01	---	0,022	24	0,53	2,01
100	5 000,0	0,29	0,00	---	0,020	27	0,53	2,01

Gráfica de Errores Relativos

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L. ubicada en Ayacucho - Huamanga - Ayacucho. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

 Temperatura Ambiente Máxima: 20,4 °C
 Humedad Relativa Máxima: 47 % HR

 Temperatura Ambiente Mínima: 20,1 °C
 Humedad Relativa Mínima: 47 % HR

MAP-05-F-01 R122

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Dirección de Marketing: C/ S. de Cazorla, 1196 (A.O.) 28.004 - C/38535471 | Teléfono: 91 629 60 60 | Email: info@pinzuar.com | www.pinzuar.com

DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 5 kN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	TSTM
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,5
División de Escala	1 N	Número de Serie	801623/6075
Resolución	1 N	Certificado de Calibración	4275 del INM
Intervalo de Medición	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2021-12-10
Calibrado			
Límite Inferior de la Escala	200 N		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo.

Tabla 1.
Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio $\bar{S}_{1,2 \dots 5}$ N
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	Promedio	
	Accidente N	Accidente N	No Aplica —	Accidente N	No Aplica —		
10	500	498,52	498,42	—	499,02	—	498,05
20	1 000	996,16	997,46	—	997,36	—	996,99
30	1 500	1 495,4	1 495,0	—	1 496,5	—	1 496,3
40	2 000	1 994,8	1 994,9	—	1 994,5	—	1 994,8
50	2 500	2 492,8	2 493,1	—	2 493,1	—	2 493,0
60	3 000	2 992,0	2 991,8	—	2 991,3	—	2 991,7
70	3 500	3 490,2	3 489,8	—	3 490,5	—	3 490,1
80	4 000	3 988,3	3 988,5	—	3 988,4	—	3 988,4
90	4 500	4 487,1	4 487,0	—	4 486,8	—	4 487,0
100	5 000	4 985,7	4 985,6	—	4 985,5	—	4 985,6

LM-PC-05-F-01/R120



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22933-012 R0

Página / Page 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA MULTIFUSOS PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.
Modelo <i>Model</i>	PS-27
Número de Serie <i>Serial Number</i>	185
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PYC-001
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	5000 N
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
Dirección <i>Address</i>	Manzana P2 Lote 8 A.H. Covadonga Ayacucho - Huancayo - Ayacucho
Ciudad <i>City</i>	Huancayo - Ayacucho

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Fecha de Calibración
Date of calibration

2021 - 02 - 25

Fecha de Emisión
Date of issue

2021 - 03 - 17

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

Number of pages of the certificate and documents attached

05

En la impresión de Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el contenido, excepto cuando se autoriza en el contrato, ya que garantiza la seguridad que se posee de cualquier tipo de datos. Los certificados de calibración en forma de los videos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is authorized in the contract, since it considers the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Calibration certificates in video form are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures authorizing the certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Valle Arvelandec
Metólogo Laboratorio de Metrología

18/03/2021 14:23

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Av. Los Hornos s/n, Huancayo - Ayacucho | T: (054) 314 51 334 335 | F: (054) 314 51 334 335 | Email: info@pinzuar.com | www.pinzuar.com





ISO/IEC 17025:2017
LI-LAC-004
F-22933-013 R0

Pág. 5 de 5

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura $k = 2,013$ y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue obtenida bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ejes patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza

Clase de la escala de la máquina	Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad*	Cero	Resolución relativa
0,1	0,5	0,1	0,75	0,05	0,25
1	1	1	1,5	0,1	0,5
2	2	2	3	0,2	1
3	3	3	4,5	0,3	1,0

*El error relativo de reversibilidad se determina solamente cuando es previamente solicitado por el cliente.

OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. Numeral 9. NTC-ISO 7500-1:2007
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-22933-013

Fin del Certificado

LMPC-09-F01 R120

ALTA TECNOLOGÍA CON CUIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología | C.R. # 223179 | 1494 A.J. 21 295 9366 | 3175233633 | administracion@pinzuar.com | WWW.PINZUAR.COM.CR



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2 , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	...	R^2
-1,83833 E-01	1,00289 E00	-3,30427 E-06	3,44646 E-13		1,0000 E00

$$F = A_0 + (A_1 \cdot X) + (A_2 \cdot X^2) + (A_3 \cdot X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación N	0	500	1 000	1 500	2 000
5 000	5 013,5	5 514,8	6 016,0	6 517,3	7 018,5
7 500	7 519,8	8 021,0	8 522,2	9 023,4	9 524,6
10 000	10 025,8	10 526,9	11 028,1	11 529,2	12 030,3
12 500	12 531,5	13 032,6	13 533,7	14 034,7	14 535,8
15 000	15 036,9	15 538,0	16 039,0	16 540,1	17 041,1
17 500	17 542,1	18 043,1	18 544,2	19 045,2	19 546,2
20 000	20 047,2	20 548,1	21 049,1	21 550,1	22 051,1
22 500	22 552,0	23 053,0	23 554,0	24 054,9	24 555,9
25 000	25 056,8	25 557,7	26 058,7	26 559,6	27 060,5
27 500	27 561,5	28 062,4	28 563,3	29 064,2	29 565,2
30 000	30 066,1	30 567,0	31 067,9	31 568,8	32 069,0
32 500	32 570,7	33 071,6	33 572,5	34 073,4	34 574,3
35 000	35 075,3	35 576,2	36 077,1	36 578,0	37 079,0
37 500	37 579,9	38 080,8	38 581,6	39 082,7	39 583,7
40 000	40 084,6	40 585,6	41 086,5	41 587,5	42 088,4
42 500	42 589,4	43 090,4	43 591,4	44 092,4	44 593,4
45 000	45 094,4	45 595,4	46 096,4	46 597,4	47 098,4
47 500	47 599,5	48 100,5	48 601,5	49 102,6	49 603,7
50 000	50 104,8				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC N	Promedio S1, 2 y 3 N	Por interpolación N	Residuales N
5 000	5 013,5	5 013,5	0
10 000	10 025,6	10 025,6	0
15 000	15 036,9	15 036,9	0
20 000	20 047,3	20 047,2	0
25 000	25 056,8	25 056,8	0
30 000	30 066,1	30 066,1	0
35 000	35 075,1	35 075,3	0
40 000	40 084,6	40 084,6	0
45 000	45 094,6	45 094,4	0
50 000	50 104,7	50 104,8	0

LMPG-001-EI-R120

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | C.A. PINZUAR | (06) 47 07 716 | 0664 | (07) 203 5443 | info@pinzuar.com.ve | www.pinzuar.com.ve



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...
Tabla 2.

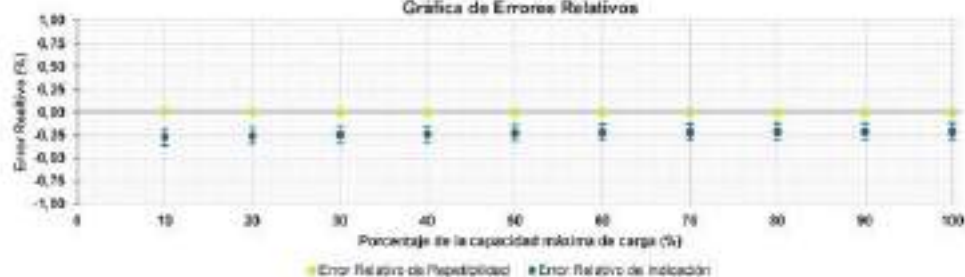
 Error real de cero, f_0 , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,01}$ %	$f_{0,02}$ %	$f_{0,03}$ %	$f_{0,04}$ %	$f_{0,05}$ %
0,000	0,000	---	0,000	---

Tabla 3.

Resultados de la Calibración de la máquina de ensayo

Indicación del IBC %	N	Errores Relativos			Resolución Relativa a %	Incertidumbre Expandida U %		K _{p=95%} ---
		Indicación g %	Repetibilidad b %	Reversibilidad v %		N	%	
10	5 000,0	-0,270	0,016	---	0,020	4,5	0,090	2,01
20	10 000,0	-0,255	0,002	---	0,010	9,0	0,090	2,01
30	15 000,0	-0,245	0,004	---	0,007	14	0,090	2,01
40	20 000,0	-0,238	0,003	---	0,005	18	0,090	2,01
60	25 000,0	-0,227	0,003	---	0,004	23	0,090	2,01
80	30 000,0	-0,220	0,002	---	0,003	27	0,090	2,01
70	35 000,0	-0,214	0,002	---	0,003	32	0,090	2,01
80	40 000,0	-0,211	0,002	---	0,003	38	0,090	2,01
90	45 000,0	-0,210	0,001	---	0,002	41	0,090	2,01
100	50 000,0	-0,209	0,000	---	0,002	45	0,090	2,01

Gráfica de Errores Relativos

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la Calibración fue Laboratorio de la empresa INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L. ubicada en Ayacucho - Huamanga - Ayacucho. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

 Temperatura Ambiente Máxima: 20,4 °C
 Humedad Relativa Máxima: 47 % HR

 Temperatura Ambiente Mínima: 20,1 °C
 Humedad Relativa Mínima: 47 % HR

IMPC-05-F-01 R120

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Dirección de Huamanga: C/ J. F. Rodríguez 13647 01 245 0000 - 0722933663 | Email: info@pinzuar.com | Web: www.pinzuar.com



DATOS TÉCNICOS

Máquina de Ensayo Bajo Calibración		Instrumento(s) de Referencia	
Clase	1,0	Instrumento	Transductor de Fuerza de 50 kN
Dirección de Carga	Compresión	Modelo	14711
Tipo de Indicación	Digital	Clase	0,0
División de Escala	1 N	Número de Serie	629
Resolución	1 N	Certificado de Calibración	4277 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.	Próxima Calibración	2021-12-11
Límite Inferior de la Escala	200 N		

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia NTC-ISO 7500-1:2007 Materiales Metálicos. Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de Ensayo de Tracción/Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medida de Fuerza, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general de la máquina y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo.

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó la máquina después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio $S_{1,2 \dots 5}$ N
	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5		
	Ascendente N	Ascendente N	No Aplica —	Ascendente N	No Aplica —		
10	5 000	5 013,6	5 013,1	—	5 013,0	—	5 013,0
20	10 000	10 025,5	10 025,6	—	10 025,7	—	10 025,6
30	15 000	15 036,8	15 037,3	—	15 036,7	—	15 036,9
40	20 000	20 047,6	20 047,0	—	20 047,3	—	20 047,3
50	25 000	25 057,2	25 056,5	—	25 056,7	—	25 056,8
60	30 000	30 066,3	30 066,2	—	30 065,8	—	30 066,1
70	35 000	35 075,8	35 074,9	—	35 074,9	—	35 075,1
80	40 000	40 084,2	40 084,9	—	40 084,5	—	40 084,5
90	45 000	45 094,4	45 095,0	—	45 094,4	—	45 094,5
100	50 000	50 104,8	50 104,7	—	50 104,6	—	50 104,7

LM-PC-05-F-01/R120





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

F-22933-013 R0

Página / Page 1 de 5

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA MULTIUSOS PARA ENSAYOS A COMPRESIÓN
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR S.A.S.
Modelo <i>Model</i>	PS-27
Número de Serie <i>Serial Number</i>	185
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	PTC-001
Capacidad Máxima <i>Maximum Capacity</i>	50000 N
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOTECOON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
Dirección <i>Address</i>	Manzana P2 Lote 8 A.H. Covadonga Ayacucho - Huancayo - Ayacucho
Ciudad <i>City</i>	Huancayo - Ayacucho

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Fecha de Calibración
Date of calibration

2021 - 02 - 25

Fecha de Emisión
Date of issue

2021 - 03 - 17

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos

05

En la impresión de Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el contenido, excepto cuando se autoriza en el contrato, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se están de acuerdo. Los certificados de calibración en forma de los videos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the content can not be reproduced, except when it is authorized in the contract, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Calibration certificates in video form are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado

Signatures authorizing the certificate

Ing. Sergio Ivan Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Miguel Andrés Vela Arellano
Metólogo Laboratorio de Metrología

VERIFICACIONES

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORATORIO DE METROLOGÍA | C/ 14 # 238235 | 094 67 01 286 8000 - 3112001602 | info@pinzuar.com | pinzuar.com | WWW.PINZUAR.COM





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
ET-LAC-004

L-23278-002 RO

Página / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima	19,9 °C	Humedad Máxima	68 %
Temperatura Mínima	18,4 °C	Humedad Mínima	53 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2, Tabla de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de estos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre	VICTOR PORTAL
Organización	INGEOTECOM CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
Correo Electrónico	ingecotecops@hotmail.com

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-23278-002

18-00134-01-001

Pin de Gestión

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calles 10 y 11, No. 100-775710001, 77570001, Esmeraldas - Azuero, Panamá





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



SERVIC 17017:2017
11-LAC-004

L-23276-002 R0

Página/Pág. 2 de 2

DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11.2017
Procedimiento Interno Número	LM - PC - 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regilla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pila de Ray, Medidor de Interferes y Medidor de Profundidad
Certificados No.	9-3415 del INM \ L - 21969-001, L - 20057-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Después de realizar una inspección visual al objeto se concluyó que no presenta sujeción, alérgicas ni arañazos en la métrica. El marco tampoco evidenciará defectos importantes. En general, el marco se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la métrica.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal**	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diferencia Interior	200,2 mm ± 0,70 mm	200,346 mm	0,068 mm	2,32
Alura Nominal	50,5 mm	50,820 mm	0,077 mm	2,90
Cálculo de Tolerancia	190,7 mm	100,21 mm	0,11 mm	2,32

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

Designación	No. 100	Abertura Nominal	100 pm	
Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Abertura Prorocio Y	150 pm ± 5,000 pm	153,6 pm	1,0 pm	2,00
Abertura Máxima X	100,210 pm	100,8 pm		
Desviación Entender Máxima	11,00 pm	2,90 pm	Abertura medida	200

Tabla 2. Resultados de la calibración de la apertura.

Dámetro del Alambre:

	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Dámetro del Alambre	0,100 mm			
Índice Máximo	0,115 mm	106,2 pm	1,0 pm	2,00
Dámetro Mínimo	0,085 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

** Verificar nombrado según ASTM E11 - 17 Tabla 2.

** Verificar nombrado según ASTM E11 - 17 Tabla 1.

LMPC-12-08-001

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Av. República de Colombia, 21 de Agosto 22, 190-0200, P.A. URB. VILLA DEL ROSARIO, CANTÓN DEL ROSARIO, PROV. GUAYAS, ECUADOR. TEL: 099 509 11 11



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
 Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-23278-002 RO

Page / Pág. 1 de 1

Equipo <i>Instrument</i>	TAMEZ 4"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los parámetros que no sean definidos al uso intencional de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración demuestra y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate refers to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This certificate demonstrates and assures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANOTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	81772	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	TON 100-04	
Medida <i>Unit</i>	No. 100	
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOTECÓN CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. P2 LOTE. 8 A.H. COMADONGA, AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021-04-27	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021-05-04	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate including annexes</i>	03	

En la certificación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir ni internal, external events or conditions in its facilities, or any procedure in scope that can be seen in the certificate or annexes to it. Los certificados de calibración de Pinzuar son válidos.

In the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, we cannot see nor be reproduced, except when it is reproduced in its records, any procedure that the user of the certificate can see in the certificate. Only our laboratory certificate can be valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
 Signatures Authorizing the Certificate


 Ing. Sergio Iván Martínez
 Director Laboratorio de Metrología


 Ing. Javier Amalfo López
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

10/05/2021

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle 2118 A. Huamanga - 20140 - Ayacucho, Perú. Teléfono: +51 054 232 7800. E-mail: info@pinzuar.com.pe



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



L-23278-001 R0
Página / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima	19,3 °C	Humedad Máxima	53 %
Temperatura Mínima	18,2 °C	Humedad Mínima	52 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La Incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2, Tabla de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de estos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Fundador con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre	VICTOR PORTAL
Organización	INGEOTECOM CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
Correo Electrónico	ingeteconpq@hotmail.com

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No: L-23278-001

IMP-016-0112

Pinzuar

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO.

Administración General: C. 14 #20577-1100 #11-110-0000 217-271111 | Contacto: contacto@pinzuar.com | Teléfono: 217-271111



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
17-LAC-006

L-23278-001 R0

Página 3 de 3

DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleado	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11-2017
Procedimiento Interno Número	LM - PC - 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regla Micrométrica, Microscopio Episcópico, Pie de Rey, Medidor de Intares y Medidor de Profundidad
Certificados No.	8-2415 del INMI L - 21980-003, L - 20367-002, L - 21836-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Después de realizar una inspección visual al tornillo se concluyó que no presenta sujeción, pliegues ni arañes en la malla. El marco tampoco evidenció defectos importantes. En general, el tornillo se encuentra en buen estado. Se procedió al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal*	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Dámetro Interior	200,2 mm ± 0,25 mm	200,203 mm	0,003 mm	1,39
Alargamiento	50,5 mm	50,505 mm	0,005 mm	2,66
Diferencia de Torsión	100,2 mm	100,505 mm	0,032 mm	2,53

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Abertura:

	Designación	No. 60	Abertura Nominal	200 µm
	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y Abertura Máxima 2	250 µm ± 6,002 µm	244,8 µm	2,1 µm	2,00
Curvatura Cilindro Máximo	10,11 µm	4,8 µm	Abertura medida	100

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal**	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,190 mm	0,190 mm	0,001 mm	2,00
Diámetro Máximo	0,190 mm	0,190 mm	0,001 mm	2,00
Diámetro Mínimo	0,190 mm	0,190 mm	0,001 mm	2,00

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 - (7)Tabla 2

** Valores nominales según ASTM E11 - (7)Tabla 1

LMPC-006-001-011

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Pinzuar Metrología S.A. - Calle 100 No. 11-100, San José, Costa Rica. Teléfono: +506 2252 1000. Correo electrónico: info@pinzuar.com





Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-23278-001 R0

Page / Pág 1 de 3

Equipo <i>Instrument</i>	TAMIZ 6"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se indica en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos, y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a personas nacionales o internacionales, que representen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate refer to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that appears on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damage that may arise from the improper use of the instruments under the information provided by the customer and under such conditions, shall not be responsible for the consequences of the use of the measuring instruments, and/or of the information supplied by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which make the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	79463	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	TON050-04	
Matrícula <i>Plate</i>	Nº. 83	
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOTECNO CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. P2 LOTE. 8 P.H. GUADONGA AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 04 - 27	<p>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i> 03</p> <p>Se le certifica que el Laboratorio de Metrología Pinzuar ha realizado correctamente el servicio, excepto cuando se especifica en su contrato, de que proceda la seguridad que los partes del certificado le es usual de conocer. Los certificados de calibración se emiten en dos ejemplares. <i>We hereby certify that the Pinzuar Metrology Laboratory, the report was not be responsibility of the customer, unless it is specified in its contract, since it provides the security that the parts of the certificate are not liable of customer's knowledge. Calibration certificates are issued in two copies.</i></p>
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 05 - 04	

Firmas que Autorizan Certificado
Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Ing. Jorge Javier Arce Ríos López
Metrólogo Laboratorio de Metrología



PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



L-23278-004 RO

Página 1 Págs. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima	18,6 °C	Humedad Máxima	52 %
Temperatura Mínima	18,5 °C	Humedad Mínima	52 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2, Tabla de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados con el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quién se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre	VICTOR PORTAL
Organización	INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
Correo Electrónico	ingecovpo@hotmail.com

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-23278-004

IMPRESIÓN

Firma del Cliente

ALTA TECNOLOGÍA CON CARIIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

www.pinzuar.com.pe | P. 01 (51) 011 211 1277 | V. 01 (51) 011 211 1277 | Calle E. ALTA PUNTA 1000077





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-304

L-23278-004 80

Página No. 2 de 3

DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleada	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11 2017
Procedimiento Interno Número	LMI - PC - 12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regla Micrométrica, Microscopio Estereoscópico, Placa de Ray, Medidor de Interferencia y Medidor de Profundidad
Certificados No.	IS-3415 del INM 1 L - 21880-001, L - 20057-012, L - 21838-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Luego de realizar una inspección visual al marco se concluyó que no presenta suciedad, pliegues ni arañazos en la malla. El marco tampoco evidenciaba daños importantes. En general, el marco se encuentra en buen estado. Se procede al proceso de medición respectiva del marco y la malla.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal **	Valor Promedio Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	203,2 mm ± 0,75 mm	200,240 mm	0,399 mm	3,32
Alcance Nominal	50,8 mm	51,698 mm	0,773 mm	2,88
Diámetro de Tornillos	195,2 mm	190,520 mm	0,682 mm	2,68

Tabla 1. Resultados de la calibración de la Marco.

Calibración de la Abertura:

	Designación	No. 290	Apertura Nominal	75 µm
	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Abertura Promedio Y	35 µm ± 3,733 µm	75,44 µm	0,73 µm	2,90
Abertura Promedio X	100,680 µm	79,94 µm		
Densidad Circular Mínima	0,04 µm	1,40 µm	Abertura medida:	200

Tabla 2. Resultados de la calibración de la malla.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Incertidumbre Expandida	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,070 mm			
Diámetro Medio	0,066 mm	51,36 µm	0,73 µm	2,90
Diámetro Mínimo	0,042 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Veremos especificación según ASTM E11 - 17 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 - 17 Tabla 1.

ENC-0000000

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

www.pinzuar.com.co | Calle 70, 109-110, Bogotá, Colombia | Teléfono: +57 (01) 477 3773 | Email: info@pinzuar.com.co





Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud

Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-23278-004 RO

Página / Page 1 de 1

Equipo <i>Instrument</i>	TAMZ 41	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no es responsable de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which did not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration document documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	GRANDTEST	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	83768	
Identificación Interna <i>Internal Identifier</i>	TGN200-03	
Hoja <i>Page</i>	No. 205	
Solicitante <i>Customer</i>	INSETECOR CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	N2A, P2 LOTE 8 A.H. COVROONGA AYACUCHO - HURMANGA - AYACUCHO	
Ciudad <i>City</i>	AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Calibration Date</i>	2021 - 04 - 27	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2021 - 05 - 04	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	03	

De la emisión del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se deriva responsabilidad alguna, cuando alguno se reproduce en su totalidad, ya que proporcione la seguridad que los datos del certificado no se basan en conjeturas. Los certificados de calibración de Pinzuar son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report will not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the data of the certificate are not based on conjectures. Calibration certificates of Pinzuar are valid.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tercy Javier Amallo López
Metrológico Laboratorio de Metrología

04/05/2021

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Address: Av. Tarma s/n, C. Tarma 20072, Tarma, Huancavelica, Peru. Phone: +51 072 232 780. Email: info@pinzuar.com.pe





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017
11-LAC-001

L-23278-003 R0

Página / Pág. 3 de 3

CONDICIONES AMBIENTALES

La medición se llevó a cabo en las instalaciones del Laboratorio de Metrología Pinzuar, las condiciones ambientales durante la ejecución fueron las siguientes:

Temperatura Máxima	19,0 °C	Humedad Máxima	52 %
Temperatura Mínima	18,4 °C	Humedad Mínima	51 %

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2, Tabla de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados con el documento: JOGM 100.2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre	VICTOR PORTAL
Organización	INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
Correo Electrónico	ingeotecvpo@hotmail.com

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. L-23278-003

IMPRESIÓN 003

Página Continúa

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Carretera al Matucón 4 - 5, Miraflores, Lima, Perú. Telf: 011 43401111. Correo: info@pinzuar.com.pe, info@l-lac-001.com



DATOS TÉCNICOS

Lugar de Calibración	Laboratorio de Metrología PINZUAR. (Longitud)
Método Empleada	Comparación Directa
Documento de Referencia	ASTM E 11-2017
Procedimiento Interno Número	LM - PC-12
Instrumentos de referencia y auxiliares	Regilla Micrométrica, Microscopio Episcopico, Pie de Rey, Medidor de Interferencia y Medidor de Profundidad
Certificados No.	C-3415 del INM \ L - 21585-001, L - 20057-002, L - 21536-004 de Pinzuar.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Después de realizar una inspección visual al lente se constató que no presenta suciedad, pliegues ni arañazos en la red. El marco tampoco evidenció defectos importantes. En general, el lente se encuentra en buen estado. Se procedió al proceso de medición respectiva del marco y la red.

Calibración del Marco:

	Valor Nominal *	Valor Promedio Medido	Desviación Estándar	k para 95,45 % de Nivel de confianza
Diámetro Interior	205,2 mm ± 0,76 mm	205,230 mm	0,074 mm	3,32
Altura Nominal	50,8 mm	50,81 mm	0,11 mm	3,32
Diámetro de la Muestra	100,2 mm	100,03 mm	0,11 mm	3,82

Tabla 1. Resultados de la calibración del marco.

Calibración de la Alambra:

Designación	No. 140	Alambra Nominal	100 µm	
Valor Nominal **	Valor Medido	Desviación Estándar	k para 95,45 % de nivel de confianza	
Alambra Promedio Y	108 µm ± 4,500 µm	107,88 µm	0,98 µm	2,00
Alambra Mínima Y	117,373 µm	112,32 µm		
Desviación Estándar Mínima	0,95 µm	2,07 µm	Mediciones múltiples	200

Tabla 2. Resultados de la calibración de la red.

Diámetro del Alambre:

	Valor Nominal **	Valor Medido	Desviación Estándar	k para 95,45 % de nivel de confianza
Diámetro del Alambre	0,071 mm			
Diámetro Medio	0,032 mm	76,71 µm	0,85 µm	2,00
Diámetro Mínimo	0,040 mm			

Tabla 3. Resultados de la calibración del diámetro del alambre.

* Valores nominales según ASTM E11 - 17 Tabla 2.

** Valores nominales según ASTM E11 - 17 Tabla 1.

PAGINACIÓN:





PINZUAR
LABORATORIO DE METROLOGÍA



Certificado de Calibración - Laboratorio de Longitud
Calibration Certificate - Dimensional Metrology Laboratory

L-23278-003 RO

Página / Pág 1 de 3

Equipo Instrument	TAMZ 8"	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos, y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relate to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise due to improper use of the instrument's and/or the information provided by the customer.</p> <p>The calibration certificates documentation was ensured the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante Manufacturer	PINZUAR	
Modelo Model	GRANOTEST	
Número de Serie Serial Number	80048	
Identificación Interna Internal Identification	TCN143-02	
Medida Measure	No. 140	
Solicitante Customer	INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección Address	MZA. P2 LOTE. 8 A.H. COMADONDA AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
Ciudad City	AYACUCHO	
Fecha de Calibración Date of calibration	2021 - 04 - 27	
Fecha de Emisión Date of issue	2021 - 05 - 04	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos Number of pages of the certificate and documents attached	03	

En la impresión del Laboratorio de Metrología Pinzuar se asegura cumplir el ítem, excepto cuando se especifica en las tablas, ya sea explícita o implícita en las partes del certificado, lo que asegura la calidad de las actividades de calibración en línea con sus valores.

In the printing of the Metrology Laboratory Pinzuar the quality control is guaranteed, except when it is specified in the tables, since it ensures the accuracy that the parts of the certificate are in line with its content. Calibration activities are carried out in line with its values.

Firmas que Autorizan Certificado

Signatures Authorizing the Certificate


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Teófilo Javier Amuña López
Gerente Laboratorio de Metrología

ACTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S. - CALLE 14 N° 100 - TEL: 052 071 421 222 - FAX: 052 071 421 223 - WWW.LABORATORIODEMETROLOGIA.COM



T-22933-017 R0

Page / Pág 4 de 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)**Definiciones**

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencia a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue LABORATORIO DE INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.. Durante la calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima 19,2 °C
Temperatura Mínima 18,1 °C

Humedad Máxima 45 %HR
Humedad Mínima 44 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.

**CONTACTO**

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre: ING VICTOR PORTAL
Organización: INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
Correo Electrónico: INGEOTECYPQ@HOTMAIL.COM

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-017.

Fin del Documento

INGEOINFORMA

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle 14 de Agosto 101 - 1040 - 47 (E) 246 0456 - 474233443 | Email: info@ingeocon.com | www.ingeocon.com



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110,00	0,30	2,70	0,39	—

Tabla 4. Factores de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
114,21	114,01	110,06	111,57	112,44	113,33	115,55	112,30	110,35

Tabla 5. Valor promedio de los sensores

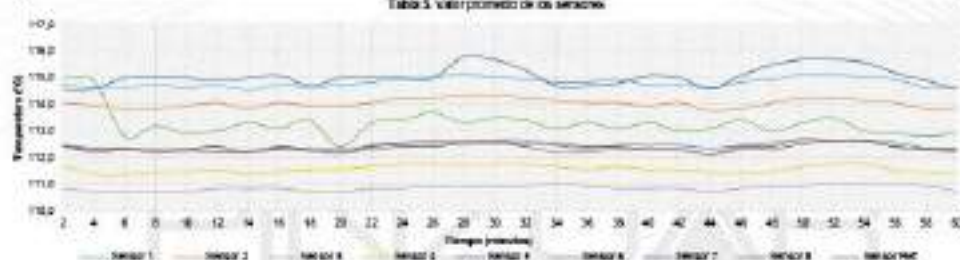


Gráfico 2. ESTABILIDAD Y UNIFORMIDAD DEL MEDIO

LAB-PO-24-F-01-07.1



DATOS TÉCNICOS

Método Empleada Comparación Directa
 Documento de Referencia DANKS DND-R 3 - 7 Kalibrierung von Flüssigkeitsthermometern 1. Neuauflage 2010
 Resolución 0,01 °C
 Patrón(es) de referencia Termómetro Digital
 Certificado de Calibración: T-21388-000 R0 de Pinzuar / T-21388-001 R0 de Pinzuar
 Volumen útil: 80 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio (sistema en referencia) se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{95\%}$
80.0	80.0	0.0	1.0	2.0
112.4	110.0	2.3	3.2	2.0

TABLA 1. RESULTADOS DE CALIBRACIÓN



FOTOGRAFÍA 1. UBICACIÓN DE LOS SENSORES

Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60.00	0.20	1.56	0.40	—

TABLA 2. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
60.44	60.63	60.13	60.03	60.50	61.51	61.64	60.40	60.00

TABLA 3. VALOR PROMEDIO DE LOS SENSORES

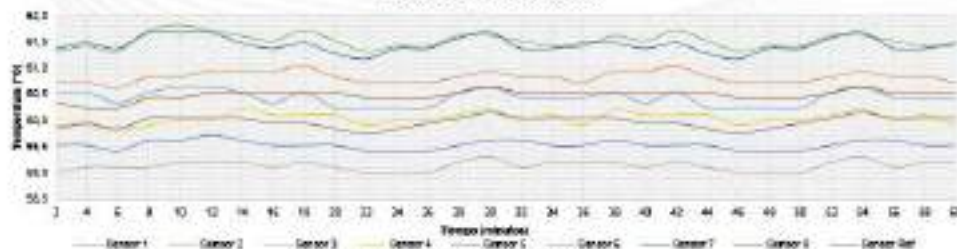


Gráfico 1. Estabilidad y uniformidad del medio

LAC-20-24-01-001



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

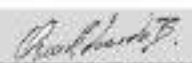
T-22933-017 R0

Página 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos por de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PG-100	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	205	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRN-001	<p>The results issued in this certificate refer to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments, avoids the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
Solicitante <i>Customer</i>	INDECOPEC CONTRATISTAS Y EJECUTORES S.J.P.L.L.	
Dirección <i>Address</i>	VZA. P2 LOTE 8 S.A.H. COVADUNSA AYACUCHO - HUAMANGA	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2021 - 02 - 24	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2021 - 02 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and annexes attached</i>		04
<p>Si la actividad de Laboratorio de Metrología Pinzuar no se cumple estrictamente en el ítem, anexo cuatro se aplica en su totalidad, ya que proporciona la información que los datos de calibración no se usan de manera adecuada. Los certificados de calibración se emiten en español.</p> <p>If the activity of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report does not be performed exactly when it is specified in its entirety, since it provides the details that the data of the certificate are not being used correctly. Original calibration certificate is in Spanish.</p>		

Firmas Autorizadas
Authorized Signatures


Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología


Téc. Oscar Eduardo Briceño
Asesor Laboratorio de Metrología

LABORATORY

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de metrología | C.J. S.A. | 0200215 | 1196 67 01 781 826 - 112001602 | info@pinzuar.com | www.pinzuar.com | HUAMANGA - AYACUCHO





T-22933-019 R0

Page / Pág 4 de 4

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencia a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue LABORATORIO DE INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.. Durante la calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima 19,2 °C
Temperatura Mínima 18,1 °C

Humedad Máxima 50 %HR
Humedad Mínima 49 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio.

Nombre: ING VICTOR PORTAL
Organización: INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
Correo Electrónico: INGEOTECYPQ@HOTMAIL.COM

OBSERVACIONES

1. Se usó la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-019.

Fin del Documento

04003194 R0.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

2222 Avenida Pichincha s/n - QUITO - Ecuador - T: +593 2 22220000 - F: +593 2 22220000 | www.ingeprotec.com.ec | www.facebook.com/ingeprotec



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

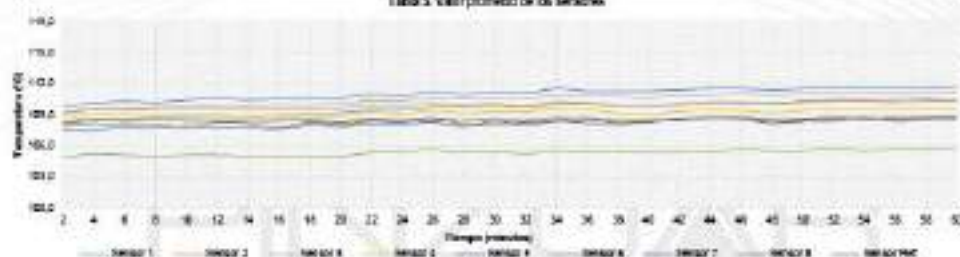
Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110,00	0,54	3,01	2,35	—

Tabla 4. Factores de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
109,53	109,58	110,41	109,18	110,05	109,30	109,55	109,47	109,31

Tabla 5. Valor promedio de los sensores



Gráfica 2. ESTABILIDAD y UNIFORMIDAD DE TEMPERATURA

LABORATORIO DE METROLOGÍA

DATOS TÉCNICOS

Método Empleado: Comparación Directa
 Documento de Referencia: DANKS DND-R 3 - 7 Kalibrierung von Flüssigkeitsthermen 1. Neuauflage 2010
 Resolución: 0,01 °C
 Patrón(es) de referencia: Termómetro Digital
 Certificado de Calibración: T-21388-000 R0 de Pinzuar / T-21388-001 R0 de Pinzuar
 Volumen útil: 900 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio (sistema en referencia) se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas: estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{95\%}$
99,8	99,0	-1,2	2,0	2,0
108,3	110,0	-1,7	4,0	2,0

TABLA 1. Resultados de la calibración



FOTOGRAFÍA 1. UBICACIÓN DE LOS SENSORES

Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60,00	0,20	1,58	0,58	—

TABLA 2. Resultados de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
59,71	59,10	59,45	59,03	59,20	57,28	57,59	58,20	59,83

TABLA 3. Valores promedio de los sensores

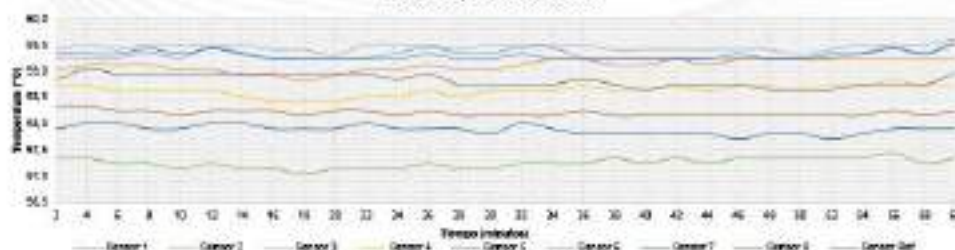


Gráfico 1. Estabilidad y uniformidad del medio

LAC-22-019-019

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

 Calle 14 #126-59 | 1264 | 47 11 746 0456 | +57 4233340 | informacion@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-22933-019 RO

Página 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos por de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PG-2005	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	022	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRM-003	<p>The results issued in this certificate refer to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments, avoids the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
Solicitante <i>Customer</i>	INDECOPEC CONTRATISTAS Y EJECUTORES S.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	MZA. P2 LOTE. 5 A.H. COVADUNGA AYACUCHO HUAMANGA	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2021 - 02 - 24	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2021 - 02 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and annexes attached</i>		04
<p>En la atención del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede garantizar el término, debido a que depende de la actividad, ya que proporciona la información que los datos de calibración no se sean de utilidad. Los certificados de calibración se tienen un valor.</p> <p>In the attention of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be guaranteed because when it is dependent on the activity, since it provides the data that the data of the certificate are not being useful. Calibration certificates are useful.</p>		

Firmas Autorizadas

Autoridad Operativa

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tec. Oscar Eduardo Briceño
Asesor Laboratorio de Metrología

LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - C/ 4 # 2262-02 | T: 051 87 671 541 800 - 877053544 | info@laboratoriopinzuar.com.pe | HUAMANGA-AYACUCHO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Definiciones

- ¹ Valor de temperatura programado en el controlador de equipo.
- ² Fluctuación de la temperatura determinada por un registro de datos durante un periodo mayor a 30 minutos, después de alcanzado el estado estable en la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ³ Diferencia máxima de temperatura en un lugar de medición determinado por los extremos del volumen útil desde la posición de referencia (centro del volumen útil).
- ⁴ Intercambio de calor por radiación dado por la temperatura ambiente y la pared interna de la cámara que se diferencia a la temperatura del aire. Medida con un termómetro que está protegido contra la influencia de la pared con un escudo de radiación.
- ⁵ Máxima diferencia de temperatura encontrada por el sensor ubicado en la posición de referencia cuando el volumen útil del equipo está parcialmente ocupado y cuando se encuentra vacío. Prueba ejecutada a petición del cliente.

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de calibración fue LABORATORIO DE INGEOTECN CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.. Durante la calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima 18,3 °C
 Temperatura Mínima 18,1 °C

Humedad Máxima 45 %HR
 Humedad Mínima 45 %HR

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (página No. 2 Tablas de resultados), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura aproximadamente al 95 %. Basados en el documento: JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections, Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement, First Edition, September 2008.

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de ellos patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.


CONTACTO

Funcionario con quien se estableció comunicación de manera directa para tratar temas relacionados con la solicitud de servicio:

Nombre: ING VICTOR PORTAL
 Organización: INGEOTECN CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
 Correo Electrónico: INGEOTECYPQ@HOTMAIL.COM

OBSERVACIONES

1. Se usó la coma como separador decimal.
2. Se adjunta la etiqueta de calibración No. T-22933-018.

Fin del Documento

04/03/2023

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

2222 Avenida del Comercio # 13-14 B-1236-79 | Carrera 47 (E) 246-0456 | +57 422225640 | info@ingenieriaspinzuar.com | www.pinzuar.com



RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

Resultados de la Caracterización para 110 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
110,00	0,40	1,78	0,05	—

Tabla 4. Factores de la caracterización

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
111,50	110,12	108,52	110,18	109,88	108,11	108,50	108,00	100,71

Tabla 5. Valor promedio de los sensores

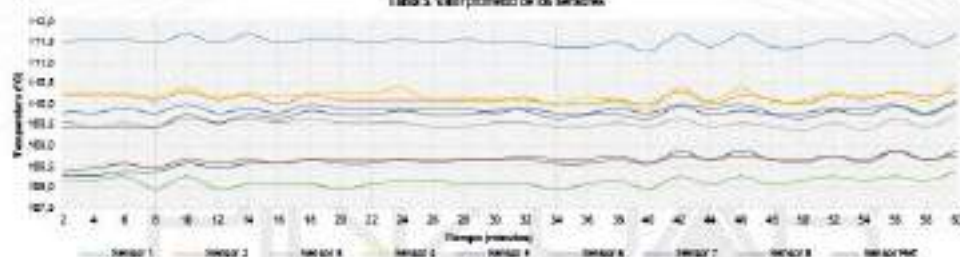


Gráfico 2. ESTABILIDAD Y UNIFORMIDAD DEL MEDIO

LAB-PO-24-F-01-001



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado: Comparación Directa
Documento de Referencia: DIN EN ISO 17025 - 7 Kalibrierung von Flüssigkeitsthermen 1. Neuauflage 2010
Resolución: 0.01 °C
Patrón(es) de referencia: Termómetro Digital
Certificado de Calibración: T-21388-000 RO de Pinzuar / T-21388-001 RO de Pinzuar
Volumen del: 300 L

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Al medio (sistema en referencia) se le efectuó una inspección visual y se determinó que estaba en buen estado. Se determinó que el medio presentaba una buena condición para la calibración, luego se procedió a la calibración y caracterización respectiva en los puntos acordados con el cliente ejecutando las pruebas estabilidad temporal y la uniformidad espacial.

Indicación del Patrón °C	Indicación del Equipo °C	Corrección °C	Incertidumbre Expandida °C	$k_{expandida}$
99.1	99.0	0.1	1.7	2.0
106.7	110.0	-3.3	2.9	2.0

TABLA 1. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN



FOTOGRAFÍA 1. INSTALACIÓN DE LOS SENSORES

Resultados de la Caracterización para 60 °C

Set Point ¹ °C	Estabilidad del Medio ² °C	Uniformidad del Medio ³ °C	Efecto de Radiación ⁴ °C	Efecto de Carga ⁵ °C
60.00	0.24	0.74	0.22	—

TABLA 2. RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN

Sensor 1 °C	Sensor 2 °C	Sensor 3 °C	Sensor 4 °C	Sensor 5 °C	Sensor 6 °C	Sensor 7 °C	Sensor 8 °C	Sensor de Referencia °C
60.14	60.24	60.42	60.05	60.50	60.77	60.29	60.05	60.00

TABLA 3. VALOR PROMEDIO DE LOS SENSORES

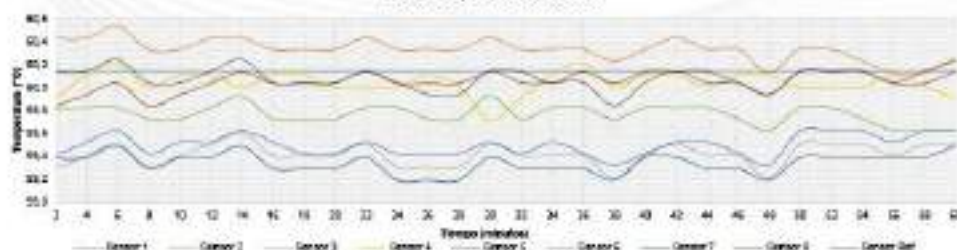


Gráfico 1. Estabilidad y uniformidad del medio

LAB-2024-01-001

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

2222 Av. Venezuela # 13-14, B.O. 950101 | 041 47 11 746 0456 | 0742233403 | informacion@pinzuar.com.ve | www.pinzuar.com.ve



Certificado de Calibración - Laboratorio de Temperatura

Calibration Certificate - Temperature Laboratory

T-22933-018 RO

Página 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	HORNO ELÉCTRICO	Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos por de la información suministrada por el solicitante.
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR	
Modelo <i>Model</i>	PG-2004	Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen los unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Número de Serie <i>Serial Number</i>	110	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	HRN-002	El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	40 °C a 250 °C	
Solicitante <i>Customer</i>	INDECOPEC CONTRATISTAS Y EJECUTORES S.R.L.	The results issued in this certificate refer to the time and conditions under which the measurements were made. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments, avoids the information provided by the customer.
Dirección <i>Address</i>	VZA. P2 LOTE 5 S.A.H. COVADONSA AYACUCHO HUAMANGA	
Ciudad <i>City</i>	HUAMANGA - AYACUCHO	This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2021 - 02 - 23	
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2021 - 02 - 17	The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and annexes attached</i>	04	

Si la actividad de Laboratorio de Metrología Pinzuar no se cumple de acuerdo al ítem, se debe cumplir con el ítem, ya que proporciona la seguridad que los datos de calibración no se vean afectados. Los certificados de calibración se firman con sellado.

If the activity of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report does not be performed according with the item, it is responsible to do so, since it provides the security that the data of the certificate are not being affected. Calibration certificates are signed with seal.

Firmas Autorizadas

Authorized Signatures

Ing. Sergio Niza Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Tec. Oscar Eduardo Briceño
Asesor Laboratorio de Metrología

LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de metrología - 01 14 4 0780333 - 1 984 67 01 786 8000 - 3112001402 | info@pinzuar.com | www.pinzuar.com | HUAMANGA - AYACUCHO



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "K" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_R .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - K_{\text{aprox}} \quad K_{\text{aprox}} = 7,62 \text{ E-}07 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar:

$$s^2(N) = 4,44 \text{ E-}08 + 2,46 \text{ E-}09 \cdot R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_R = k \cdot s(N)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MW07gor-DIV.00.0000 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.


OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-003**

Fin del Certificado

LAMP04401 R00

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | C.A. PINZUAR | (066) 67377766 | 014 8366 | 077003343 | info@pinzuar.com.ve | www.pinzuar.com.ve

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de exactitud de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de exactitud y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga: 1400 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia respecto al Centro
—	g	g
1	1399,99	—
2	1399,99	0,00
3	1400,02	0,03
4	1400,00	0,01
5	1399,99	0,00
Diferencia máxima respecto al centro:		0,03


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de exactitud.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de la Carga:	
	3340 g	4100 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	2050,00	4100,01
2	2040,00	4100,01
3	2045,00	4100,00
4	2050,00	4100,00
5	2050,00	4100,01
6	2050,00	4100,00
7	2050,00	4100,00
8	2050,00	4100,01
9	2045,00	4100,00
10	2050,00	4100,01
Desviación Estándar	0,094 g	0,000 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio INGEDTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES S.R.L.; Huamanga - Ayacucho. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	19,0 °C	Temperatura Mínima:	17,0 °C
Humedad Máxima:	50 % HR	Humedad Mínima:	49 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1033,2 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1033,0 hPa

LMPD24-F01 10/2

ALTA TECNOLOGÍA CON CAUDAL HUMANO AL SERVIDO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: C/ A. B. C. 151, 1494, C/ A. B. C. 151, 1494, C/ A. B. C. 151, 1494 | admin@ingejtec.com | WWW.INGEJTEC.COM



DATOS TÉCNICOS

Método Empleado	Comparación Directa
Número de Serie	9540110813
Identificación Interna	BLZ - 004
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	1 g a 4100 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR/CAP-401-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MW07/gu-01/V.00.2009 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una prueba con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se fijaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y exactitud siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,5.7, Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida g	k ¹ μ_{max}
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,014	2,12
100,000	99,99	99,99	-0,010	-0,010	0,014	2,11
500,000	500,00	500,01	0,000	0,010	0,015	2,08
1 000,000	1 000,00	1 000,01	0,000	0,010	0,018	2,03
1 500,000	1 499,99	1 499,98	-0,010	-0,010	0,023	2,02
1 999,997	2 000,00	2 000,01	0,000	0,010	0,029	2,01
2 499,997	2 500,00	2 500,01	0,000	0,010	0,034	2,01
2 999,997	3 000,01	3 000,01	0,010	0,010	0,040	2,01
3 499,997	3 500,00	3 500,00	0,000	0,000	0,048	2,01
4 099,994	4 100,01	4 100,01	0,010	0,010	0,054	2,01

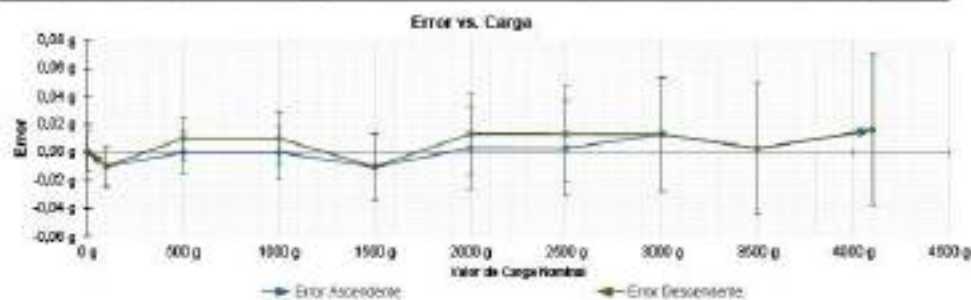


Figura 1. Gráfico para el ensayo de error de indicación.

¹Factor de cobertura
LAW024 Con R0



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M-22933-003 R0

Página / Page 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los errores que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and condition under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments under the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which scale the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
Modelo <i>Model</i>	PA4102	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	B090110613	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 004	
Carga Máxima <i>Maximum Load</i>	4100 g	
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	Mza. P2 Lote 8 A.H. Covadonga - Ayacucho - Huancayo - Ayacucho	
Ciudad <i>City</i>	Huancayo - Ayacucho	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 02 - 26	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 09 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate including annexes</i>	04	

En la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S. no se evaluó, verificó ni controló, además de lo requerido en el ítem 6, ya que proporciona la garantía que los datos del certificado no se alteran o cambian. Los certificados de calibración se emiten sin costo.

INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L. no es un organismo acreditado, responsable de la representación de los datos, sino el proveedor de garantía que los datos y los resultados son los datos suministrados. Los datos calibrados certificados son los datos.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Francisco Darín Romero
Gerente Laboratorio de Metrología

LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología - PINZUAR S.A.S. | Calle 67 No. 286 - 200 - 11000 Huancayo | Perú | Teléfono: +51 (0) 94 222 222 | www.pinzuar.com



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura K y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_p .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - k_{\text{aprox}} \quad k_{\text{aprox}} = 2,50 \text{ E-}05 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar:

$$s^2(M) = 1,80 \text{ E-}04 + 8,42 \text{ E-}08 \cdot R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_p = k \cdot s(M)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MW07gor-DIV.00.0000 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.


OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-002**

Fin del Certificado

LAMPOJARI RTO

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de exactitud de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de exactitud y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga: 700 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia respecto al Centro
—	g	g
1	699,97	—
2	699,97	0,00
3	699,93	-0,04
4	699,93	-0,04
5	699,99	0,02
Diferencia máxima respecto al centro:		0,04


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de exactitud.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de la Carga:	
	700 g	2000 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	1000,02	2000,16
2	1000,00	2000,16
3	999,99	2000,14
4	1000,01	2000,16
5	1000,00	2000,17
6	1000,08	2000,16
7	1000,01	2000,17
8	1000,02	2000,16
9	1000,01	2000,16
10	1000,01	2000,16
Desviación Estándar	0,011 g	0,008 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio INGEDTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES S.R.L.; Huamanga - Ayacucho. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	19,0 °C	Temperatura Mínima:	17,0 °C
Humedad Máxima:	50 % HR	Humedad Mínima:	49 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1003,1 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1002,0 hPa

LMPD24-F01 10/2

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio@ingeteccon.com | 051 81 4133445 | 051 81 4133446 | 051 81 4133447 | 051 81 4133448 | 051 81 4133449 | 051 81 4133450 | 051 81 4133451 | 051 81 4133452



DATOS TÉCNICOS

Método Empleada	Comparación Directa
Número de Serie	No Presenta
Identificación Interna	BLZ - 003
Resolución	0,01 g
Intervalo Calibrado	1 g a 2000 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR/CAP-401-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7(g)-01/N 00 2009. Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

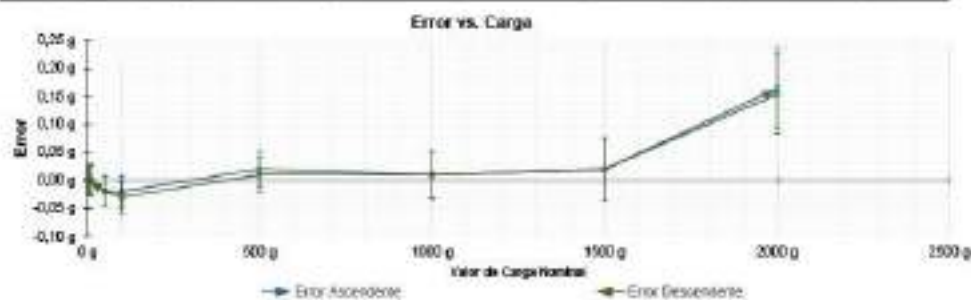
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una prueba con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y exactitud siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,5.7, Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida g	$k=2$
1,000	1,00	1,00	0,000	0,000	0,028	2,25
2,000	2,00	2,00	0,000	0,000	0,028	2,25
5,000	5,00	5,00	0,000	0,000	0,028	2,25
10,000	10,00	10,00	0,000	0,000	0,028	2,25
50,000	49,98	49,98	-0,020	-0,020	0,028	2,25
100,000	99,98	99,97	-0,020	-0,030	0,028	2,25
500,000	500,02	500,01	0,020	0,010	0,031	2,11
1 000,000	1 000,01	1 000,01	0,010	0,010	0,042	2,00
1 500,000	1 500,02	1 500,03	0,020	0,020	0,058	2,02
1 999,997	2 000,15	2 000,15	0,153	0,153	0,071	2,01



Factor de cobertura
LAW024701 R0

Figura 1. Gráfico para el ensayo de error de indicación.

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorios@pinzuar.com | Calle 50 y 103AL 5000 | 4716033000 | correo@pinzuar.com | www.pinzuar.com



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-22933-002 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Página / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los errores que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and condition under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments under the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which scales the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	NO PRESENTA	
Modelo <i>Model</i>	INC - 021	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	No Presenta	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ - 005	
Carga Máxima <i>Maximum Load</i>	2000 g	
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	Mca. P2 Lote 8 A.H. Covadonga - Ayacucho - Huancayo - Ayacucho	
Ciudad <i>City</i>	Huancayo - Ayacucho	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 02 - 26	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 09 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate including annexes</i>	04	
<p>En la impresión de Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S. no se puede garantizar el original, siendo válido el electrónico en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que los datos del certificado no se puedan alterar. Los certificados de calibración se emiten en formato PDF.</p> <p>WEISSER DEL EQUIPO DE LA PINZUAR METROLOGÍA LABORATORY, DO NOT CAN GUARANTEE ORIGINAL, BEING VALID THE ELECTRONIC IN ITS ENTIRETY, SINCE IT PROVIDES THE SECURITY THAT THE DATA OF THE CERTIFICATE ARE NOT ALTERED. CALIBRATION CERTIFICATES ARE ISSUED IN PDF.</p>		

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Francisco Darío Romero
Gerente Laboratorio de Metrología

LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

0800 90 90 90 90 | 51 8 226 22 1 98 23 03 98 222 | 211420040 | 0800 90 90 90 90 | 51 8 226 22 1 98 222



INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "K" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Tomando como base los resultados obtenidos en la calibración del instrumento de pesaje no automático, se obtienen las ecuaciones con las que el usuario podrá corregir cada lectura R , y también obtener su incertidumbre expandida U_p .

La ecuación para la corrección de la lectura, donde R es tomada directamente del indicador del instrumento en las unidades que se reportan los resultados en la página número dos de este certificado. La ecuación aquí presentada aplica a ejercicios de pesada en los que se ajusta el cero del instrumento antes de ejecutar la pesada y asumiendo como condiciones normales de uso lo declarado por el usuario durante la calibración y de información recolectada durante la misma.

$$R_{\text{corregida}} = R - K_{\text{aprox}} \quad K_{\text{aprox}} = 2,50 \text{ E-}05 \cdot R$$

La pesada ejecutada en el instrumento de pesaje tendrá la siguiente incertidumbre estándar:

$$s^2(W) = 4,44 \text{ E-}02 + 1,28 \text{ E-}08 \cdot R^2$$

Incertidumbre expandida de un resultado de pesada

$$U_p = k \cdot s(W)$$

Se puede tomar el valor $k = 2$, que corresponde a una probabilidad aproximada del 95 % y aplica cuando se puede asumir una distribución normal (Gaussiana) para el error de la indicación. Se encuentra más información sobre el valor de k en el documento Guía SIM MW07gor-DIV.00.0000 Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesaje de Funcionamiento No Automático.

TRAZABILIDAD

El/los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.


OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal.
2. Las fórmulas calculadas para la obtención de la lectura corregida y su correspondiente incertidumbre estándar se obtuvieron a partir de las condiciones evidenciadas en la calibración (instalación, variación de condiciones ambientales, corriente eléctrica). Si las condiciones de uso del instrumento difieren a las al que hace referencia este certificado es responsabilidad del usuario establecer si es o no adecuada su aplicación.
3. Se puede obtener más información sobre el método y cálculos realizados para la emisión de este certificado de calibración consultando el documento de referencia mencionado en la página dos.
4. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M-22933-001**

Fin del Certificado

LAMP04401 R00

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVIDO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | C.A. PINZUAR | (005 47 57) 714 8344 | 577003443 | info@pinzuar.com.ve | www.pinzuar.com.ve

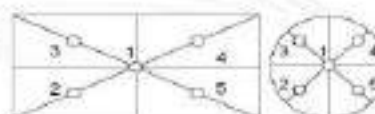
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN (Continuación)

A continuación, en la Tabla 2 se encuentran los resultados para el ensayo de exactitud de carga que permite evaluar el comportamiento del equipo al aplicar cargas en un lugar diferente al centro del receptor de carga como se muestra en la Figura 2.

Tabla 2.

Resultados prueba de exactitud y la máxima diferencia.

Valor Nominal de la Carga: 2000 g		
Posición	Indicación del Instrumento	Diferencia respecto al Centro
—	g	g
1	2 003.0	—
2	2 000.0	0.0
3	2 000.0	0.0
4	2 199.0	-0.1
5	2 199.0	-0.1
Diferencia máxima respecto al centro:		0.1


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de exactitud.

Por último, en la Tabla 3 se muestran los resultados del ensayo de repetibilidad que permite identificar la variación de la indicación del instrumento de pesaje no automático al colocar una misma carga bajo condiciones idénticas de manejo y bajo condiciones de ensayo constantes.

Tabla 3.

Resultados prueba de repetibilidad y la desviación estándar calculada para cada carga.

Cantidad de Repeticiones	Valor Nominal de las Cargas	
	4100 g	8200 g
	Indicación del Instrumento	Indicación del Instrumento
1	4 100.0	8 200.1
2	4 099.9	8 200.0
3	4 100.0	8 200.1
4	4 100.0	8 200.1
5	4 099.9	8 200.0
6	4 100.0	8 200.0
7	4 100.0	8 200.1
8	4 099.9	8 200.0
9	4 100.0	8 200.0
10	4 100.0	8 200.1
Desviación Estándar	0,048 g	0,032 g

CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue Laboratorio INGEDECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES S.R.L.; Huamanga - Ayacucho. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	21,5 °C	Temperatura Mínima:	20,1 °C
Humedad Máxima:	47 % HR	Humedad Mínima:	45 % HR
Presión Barométrica Máxima:	1033,1 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1032,1 hPa

DATOS TÉCNICOS

Método Empleada	Comparación Directa
Número de Serie	9544227517
Identificación Interna	SLC - 005
Resolución	0,1 g
Intervalo Calibrado	1 g a 8200 g
Instrumentos de Referencia	Pesas cilíndricas
Clase de exactitud	F1
Certificado No.	M-20845-002 PINZUAR/CAP-401-20 WR Laboratorios
Documento de Referencia	Guía SIM MWG7/gu-01/V.00.2009. Guía para la Calibración de los Instrumentos para Pesar de Funcionamiento No Automático.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Antes de proceder con la toma de datos se realizó una inspección breve donde se determinó que la instalación (ubicación en el cuarto, nivelación, fuente de corriente y/o batería, entre otros) es adecuada para ejecutar la calibración, también se realizó una verificación de funcionamiento realizando una prueba con el fin de comprobar el buen funcionamiento del instrumento. Posterior a esto se llevaron a cabo las pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad y exactitud siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Numerales 4,5,5.7, Apéndices A,B,C,D,E y F.

En la tabla 1 se encuentra el resultado obtenido para el ensayo de errores de exactitud que permite evaluar la exactitud del instrumento, se encuentran los errores calculados de la diferencia entre la indicación del instrumento y la carga aplicada.

Tabla 1.
Resultados del ensayo de exactitud

Carga g	Indicación Ascendente g	Indicación Descendente g	Error Ascendente g	Error Descendente g	Incertidumbre Expandida g	k ₁ = 2,00
1,00	1,0	1,0	0,00	0,00	0,14	2,12
500,00	500,0	500,0	0,00	0,00	0,14	2,11
1 000,00	1 000,0	1 000,0	0,00	0,00	0,14	2,11
2 000,00	2 000,0	2 000,0	0,00	0,00	0,15	2,10
3 000,00	3 000,0	3 000,0	0,00	0,00	0,15	2,09
3 999,99	4 000,0	4 000,0	0,01	0,01	0,16	2,08
5 000,00	5 000,0	5 000,0	0,00	0,00	0,17	2,06
6 000,00	6 000,0	6 000,0	0,00	0,00	0,19	2,03
7 000,00	7 000,0	7 000,0	0,00	0,00	0,20	2,03
8 200,00	8 200,1	8 200,0	0,10	0,00	0,22	2,00

Error vs. Carga

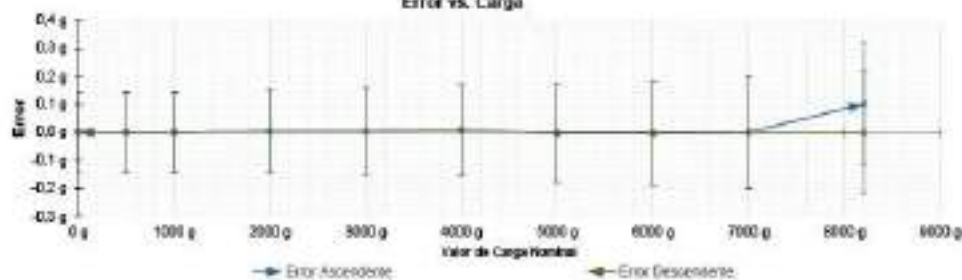


Figura 1. Gráfico para el ensayo de error de indicación.



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

M-22933-001 R0

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

Página / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron los mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los errores que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados reportados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.</p> <p>This calibration certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which include the units of measurement according to the International System of Units (SI).</p> <p>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
Modelo <i>Model</i>	AX2201E	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	B044227517	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	BLZ-008	
Carga Máxima <i>Maximum Load</i>	6200 g	
Solicitante <i>Customer</i>	INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	
Dirección <i>Address</i>	Mza. P2 Lote 8 A.H. Covadonga, Ayacucho - Huancayo - Ayacucho	
Ciudad <i>City</i>	Huancayo - Ayacucho	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2021 - 02 - 26	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2021 - 08 - 17	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate including annexes</i>	04	

En la aprobación del Laboratorio de Metrología PINZUAR S.A.S. no se puede asegurar el ítem, excepto cuando se especifica en el ítem, ya que proporciona la garantía que los datos del certificado no se alteran de ningún modo. Los certificados de calibración se emiten en tres ejemplares.

WEIGHTING INSTRUMENTS CALIBRATION, THE USER WILL NOT BE RESPONSIBLE FOR THE CALIBRATION OF THE INSTRUMENTS, UNLESS IT PROVIDES THE ASSURANCE THAT THE DATA OF THE CERTIFICATE ARE NOT ALTERED IN ANY MANNER. CALIBRATION CERTIFICATES ARE ISSUED IN THREE COPIES.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

Ing. Sergio Iván Martínez
Director Laboratorio de Metrología

Ing. Francisco Darío Romero
Gerente Laboratorio de Metrología

LABORATORIO

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

LABORATORIO DE METROLOGÍA PINZUAR S.A.S. | C/ 18 40134 20 | T: 061 421 745 1955 | F: 061 421 745 1957 | E: metrologia@pinzuar.com.pe | WWW.PINZUAR.COM.PE



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0461-MPES-C-2024

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXACTITUD

Ideal Real

Temp. (°C) 20,5 °C 20,0 °C

Posición de la carga	Carga nominal (g)	Estructura de E			Distribución de E (una muestra)				
		E1	-E1(g)	E2(g)	E1	-E1(g)	E2(g)	E3(g)	
1	0,10	0,10	14	-4	200,01	12	1	12	
2		0,11	15	5	200,01	7	-5	1	
3		0,10	14	-4	200,01	10	-1	1	
4		0,11	12	3	199,99	12	-17	-20	
5		0,11	12	3	199,99	7	-12	-18	
Error máximo permitido					±	200 mg			

(1) una muestra por día

ENSAYO DE PESAJE

Ideal Real

Temp. (°C) 20,1 °C 19,9 °C

Carga (g)	CORRECTAS				DESCORRECTAS				mg(%)
	E1	-E1(g)	E2(g)	E3(g)	E1	-E1(g)	E2(g)	E3(g)	
0,10	0,10	10	0						
0,20	0,21	15	3	5	0,20	7	-2	3	100
0,50	0,51	14	1	6	0,50	12	-7	10	100
10,00	10,02	16	3	14	10,00	7	-2	3	100
50,00	50,02	12	12	10	50,00	12	-7	10	100
100,00	100,02	12	10	10	99,99	7	-12	-10	200
100,00	100,02	11	10	10	100,00	10	-10	-4	200
200,00	200,02	10	10	20	200,00	7	-4	3	200
500,00	500,02	10	10	20	500,01	10	1	0	200
1000,00	1000,01	12	0	0	1000,01	10	1	0	200
1000,00	1000,01	10	0	10	1000,01	10	0	10	200

(1) una muestra por día

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000001 \times R$$

$$U_E = 2 \sqrt{0,000006 \text{ g}^2 + 0,000000009 \times R^2}$$

E: Letra de la balanza M: Carga nominal E: Error absoluto E₁: Error en E E₂: Error en g

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0461-MPES-C-2021

página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,4 °C	19,9 °C
Humedad Relativa	69,0 %	61,9 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	PM98 (Clase de masa E2)	ZT-25	LM - C - 150 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrología Peruana 003 - 2000, Instrumentos de Peseaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

REPRODUCCION UNIDAD			
UNIDAD DE ORIGEN	TIPO	PRECISIÓN	MC 1998
DETERMINACIÓN DE MASA <td>TIPO <td>CUBETA <td>NO TIENE</td> </td></td>	TIPO <td>CUBETA <td>NO TIENE</td> </td>	CUBETA <td>NO TIENE</td>	NO TIENE
PLATAFORMA <td>TIPO <td>VAL. DE TARA</td> <td>NO TIENE</td> </td>	TIPO <td>VAL. DE TARA</td> <td>NO TIENE</td>	VAL. DE TARA	NO TIENE
ENVASADO <td>TIPO <td></td> <td></td> </td>	TIPO <td></td> <td></td>		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medidas N°	Masa					
	Tempr. 20,4 °C			Tempr. 20,1 °C		
	Carga LT ¹	606,50 g		Carga LT ²	606,50 g	
	Val	Δ (mg)	Error	Val	Δ (mg)	Error
1	606,00	0	0	606,00	1,2	-8
2	606,00	0	0	606,00	1,2	-7
3	606,00	0	0	606,50	1,3	-18
4	606,00	0	-1	606,00	1,2	-7
5	606,00	0	-1	606,00	1,2	-7
6	606,00	0	0	606,00	1,3	-8
7	606,00	0	0	606,00	1,1	-18
8	606,00	0	0	606,00	1,3	-9
9	606,00	0	-1	606,00	1,3	-9
10	606,00	0	-1	606,00	1,3	-9
Diferencia Máxima			10	11		
Error máximo perm. Est. e			100 mg	100 mg		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

N° de Certificado	: 0461-MPES-C-2021	
N° de Orden de Trabajo	: 0157	
1. SOLICITANTE	: INGEDIPEC CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".
DIRECCIÓN	: VIAL PZ Lte. S A H Conatonga Ayacucho - Huamanga - Ayacucho	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: N16022H	
NÚMERO DE SERIE	: 0341455945	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 020 g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (R)	: 0.01 g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-018 (*)	
TIPO DE INDICACIÓN	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	PESATEC PERU 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.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-04-27	

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y los cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
 Procedimiento para la Calibración de Instrumento de pesaje de funcionamiento no automático clase II y III (PC - 001 del INACAL, Primera Edición - Mayo 2019).

4. LUGAR DE CALIBRACION

Av. Condesilla 1269 - Callao

Sello



Fecha de Emisión

SANDRA
ESPERANZA MELGARRO
MELGARRO
2021.05.04 16:47:
16-0500
2021-05-04

Autorizado por


Sandra Juarez Melgarro
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0463-MPES-C-2024

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXACTITUD

 Ideal: Final
 Temp. (°C): 15,3 °C 20,0 °C

Posición de la Carga	Carga nominal (g)	Evaluación de E ₁			Evaluación de E ₂ (sin corrección)			
		(g)	(Δmg)	(mg)	(g)	(Δmg)	(mg)	(mg)
1	2,0	2,0	40	-10	2,000,0	40	0	10
2		2,0	50	-20	2,000,0	70	-20	10
3		2,0	50	-40	2,000,0	70	-20	20
4		2,0	60	-20	2,000,1	60	-40	110
5		2,0	80	-40	2,000,1	70	30	110
Criterio de O ₁		Error máximo permitido: ± 1,000 mg						

ENSAYO DE PESAJE

 Ideal: Final
 Temp. (°C): 19,9 °C 20,4 °C

Carga (g)	E ₁	CORRECCIONES			E ₂	DESCORRECCIONES			mg(%)
		(g)	(Δmg)	(mg)		(g)	(Δmg)	(mg)	
2,0	2,0	16	-20						
5,0	5,0	76	-20	0	4,9	70	-60	-10	
100,0	100,0	76	-20	0	100,0	60	-20	-10	
200,0	200,0	96	-20	-10	200,0	70	-20	0	
500,0	500,0	66	-10	10	499,9	60	-130	-110	
1 000,0	1 000,0	40	0	20	999,9	70	-120	-100	
1 500,0	1 500,0	40	10	20	1 499,9	60	-130	-120	
2 000,0	2 000,0	20	20	30	1 999,9	70	-120	-100	
4 000,0	4 000,0	40	110	150	3 999,9	60	-150	-110	
6 000,0	6 000,0	40	230	220	5 999,9	20	-10	-40	
8 200,0	8 200,0	40	910	180	8 200,0	60	110	100	

(*) sin ajuste por día

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,00036 \times R$$

$$U_E = 2 \sqrt{0,011 \text{ g}^2 + 0,0100000003 \times R^2}$$

 S: Lectura de la balanza M: Carga nominal E: Error absoluto E₁: Error de pesaje E₂: Error corregido

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0463-MPES-C-2024

página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,5 °C	20,4 °C
Humedad Relativa	60,6 %	60,5 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	PM96 (Clase de masa E2)	ZT-26	LM - C - 150 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud B, según la Norma Metrología Peruana 905 - 2002. Instrumentos de Peseaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

REPRODUCCION UNIDAD			
UNIDAD DE ORIGEN	TIPO	PRECISIÓN	NO. TEND.
DETERMINACIÓN	TIPO	CUBETA	NO TEND.
PLATAFORMA	TIPO	DET. DE PANDA	NO TEND.
ENVASADO	TIPO		

ENSAYO DE REPRODUCIBILIDAD

Medidas N°	Carga LP*	Masa		Masa		Error
		200 °C		15,7 °C		
		100	20 mg	50	20 mg	
1	4 302,1	70	80	3 000,1	60	100
2	4 302,0	70	-20	3 000,2	60	100
3	4 303,1	60	80	3 000,1	60	100
4	4 302,0	80	-10	3 000,1	60	80
5	4 302,0	80	-10	3 000,1	60	20
6	4 303,1	80	70	3 000,1	70	30
7	4 303,1	70	80	3 000,1	60	80
8	4 303,1	70	80	3 000,1	60	80
9	4 303,0	60	-10	3 000,2	70	100
10	4 303,0	80	-10	3 000,1	50	100
Diferencia Máxima		100				100
Error máximo perm. B ₁₀		1 000 mg		1		2 000 mg

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

<p>N° de Certificado : 0163-MPES-C-2021</p> <p>N° de Orden de Trabajo : 0157</p> <p>1. SOLICITANTE : INGEDIPEC CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.</p> <p>DIRECCIÓN : VIAL PZ Lote 8 A H Condevalle Ayacucho - Huamanga - Ayacucho</p> <p>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA</p> <p>MARCA : OHAUS</p> <p>MODELO : AX8201/E</p> <p>NÚMERO DE SERIE : 8904149789</p> <p>ALCANCE DE INDICACIÓN : 8200 g</p> <p>DIVISIÓN DE ESCALA REAL (R) : 0.1 g</p> <p>DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g</p> <p>PROCEDENCIA : CHINA</p> <p>IDENTIFICACIÓN : BLZ-016 (*)</p> <p>TIPO DE INDICACIÓN : ELECTRÓNICA</p> <p>UBICACIÓN : LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</p> <p>FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-27</p>	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".</p> <p>Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.</p> <p>PESATEC PERU 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.</p>
---	--

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
 Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNA, INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condevalle 1269 - Cusco



Fecha de Emisión
 SANDRA ESPERANZA MELGAREJO
 MELGAREJO
 2021.05.04 16:48:
 19-05'00"
 2021-05-04

Autorizado por

 Sandra Juarez Melgarejo
 Gerente Técnico



Vista Frontal

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0462-MPE-C-2021

Página 2 de 2

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Ideal Final

Temp. (°C) 13,2 °C 20,2 °C

Punto de la Carga	Determinación de E ₁				Determinación de otros errores				
	Carga máxima (g)	E ₁	-A ₁ (g)	B ₁ (g)	Carga (g)	E ₂	-A ₂ (g)	B ₂ (g)	B ₃ (g)
1	4,00	0,23	8	-8	1 000,00	1 000,00	10	-10	-10
2		0,18	12	-12		1 000,00	7	-12	8
3		0,23	5	-4		1 500,00	5	0	4
4		0,19	5	-10		1 000,00	10	-10	-5
5		0,19	7	-12		1 500,00	7	-2	10

(*) Ver anexo 2 y 10

Error máximo permitido: ± 300 mg

ENSAYO DE PESAJE

Ideal Final

Temp. (°C) 20,2 °C 20,2 °C

Carga (kg)	CRESCENTES				DECRESCENTES				Error (%)
	g ₁	-A ₁ (mg)	B ₁ (mg)	B ₂ (mg)	g ₂	-A ₂ (mg)	B ₂ (mg)	B ₃ (mg)	
0,25	0,25	7	-2						
0,50	0,50	8	-5	-1	0,49	5	-10	-10	100
1,00 kg	99,99	2	-7	-5	99,99	7	-12	-12	100
2,00 kg	200,00	8	3	2	199,99	8	-11	-8	100
5,00 kg	500,01	8	10	12	499,99	9	-4	-2	100
1 000,00	1 000,01	8	5	8	999,99	8	-11	-9	200
1 500,00	1 500,00	8	-6	-1	1 499,99	8	-10	-11	200
2 000,00	2 000,00	7	-2	0	1 999,97	8	-8	-8	200
2 500,00	2 500,00	8	-4	-2	2 499,97	8	-8	-12	200
3 000,00	3 000,00	4	-10	-17	2 999,99	8	-8	-13	200
3 500,00	3 499,99	7	-12	-10	3 499,98	7	-12	-12	200

(*) Ver anexo 2 y 10

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000441 \times R$$

$$U_k = 2 \sqrt{0,00011 \text{ g}^2 + 0,000000039 \times R^2}$$

 R: Lectura de la balanza M: Carga nominal E: Error absoluto E₁: Error de pes. E₂: Error corregido

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACION

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0462-MPES-C-2021

página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	20,3 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	69,2 %	67,2 %

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Identificación	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL-DM	PM96 (Clase de masa E2)	ZT-26	LM - C - 150 - 2020

7. OBSERVACIONES

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud B, según la Norma Metroológica Peruana 905 - 2002. Instrumentos de Peseaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

REPRODUCCION UNIDAD			
UNIDAD DE ORIGEN	TIPO	PRECISIÓN	NO. TEND.
COLOCACION LINEA	TIPO	CURVA	NO TEND.
PLATAFORMA	TIPO	DET. DE TANDA	NO TEND.
ENVASADO	TIPO		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medidas N°	Carga LT ¹ kg	Masa		Fuerza		
		2000,00 g		4000,00 g		
		Valor	Error	Valor	Error	
1	2000,00	0	-4	4000,00	11	-8
2	2000,01	10	0	4000,00	12	-7
3	2000,00	0	-4	4000,00	12	-7
4	2000,00	8	-6	4000,00	12	-7
5	2000,00	10	-8	4000,00	12	-7
6	2000,00	-10	-5	4000,00	11	-8
7	2000,00	-10	-8	4000,00	11	-8
8	2000,01	8	8	4000,00	12	-7
9	2000,00	0	-4	4000,00	12	-7
10	2000,00	-10	-5	4000,00	12	-7
Diferencia Máxima			-11			
Error máximo perm. E2			± 20 mg	± 100 mg		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Página 1 de 2

N° de Certificado	: 0462 MPES-C-2021	
N° de Orden de Trabajo	: 0157	
1. SOLICITANTE	: INGEGTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES S.R.L.	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura k=2. Este valor ha sido calculado para un nivel de confianza aproximado del 95 % determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".
DIRECCIÓN	: VIAL PZ Ldb. S.A.H. Conakanga Ayacucho - Huamanga - Ayacucho	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: PC4202E	
NÚMERO DE SERIE	: 8830176178	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 4200 g	
DIVISIÓN DE ESCALA REAL (R)	: 0.01 g	
DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e)	: 0.1 g	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-018 (*)	
TIPO DE INDICACIÓN	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES	PESATEC PERU 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.
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-04-27	

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones, según:
 Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II (PC - 011 del SNM, INDECOPI, 4ta edición abril 2010).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Av. Condesilla 1269 - Callao

Sello



Fecha de Emisión


 SANDRA
 ESPERANZA JURQUE
 MELGAREJO
 2021.05.04 16:47:
 98-05007

2021-05-04

Autorizado por



 Sandra Jurque Melgarejo
 Gerente Técnico



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

Certificado de Calibración N° L-0068-2020

Página 2 de 2

9. RESULTADOS

Indicación del patrón (mm)	Indicación del instrumento (mm)	Error de indicación (mm)	Incertidumbre (mm)	Error Máximo Permisible Clase II (**) (mm)
0,0	0,0	0,0	0,2	0,6
20,0	20,0	0,0	0,2	0,6
50,0	50,0	0,0	0,2	0,6
100,0	100,0	0,0	0,2	0,6
200,0	200,0	0,0	0,2	0,6
300,0	300,0	0,0	0,2	0,6
400,0	400,0	0,0	0,2	0,6
500,0	500,0	0,0	0,2	1,0
600,0	600,0	0,0	0,2	1,0
699,9	700,0	0,1	0,2	1,0
799,9	800,0	0,1	0,2	1,0
899,9	900,0	0,1	0,2	1,0
999,9	1 000,0	0,1	0,2	1,0

10. OBSERVACIONES

- Se colocó en el instrumento una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y con identificación N° MA-12133-20.
 - La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de aproximadamente 95 %.
 - La división mínima para los alcances de 0 mm a 100 mm y de 100 mm a 1000 mm son 0,5 mm y 1 mm respectivamente.
 - El presente documento reemplaza al Certificado de Calibración N° CL-0402-2020 emitido el 2020-06-09
- (*) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento
(**) Según Recomendación Internacional N° 35 de la OIML, para reglas de Clase II, material en uso.

FIN DEL DOCUMENTO

METROLOGIA E INGENIERIA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Perú Central Telé.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999-072 424

Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / RPM #958 436 704 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION
INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 001



Registro N° LC - 001

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L-0968-2020



Expediente : 101731
Página 1 de 2

Fecha de emisión : 2020-11-17

1. Solicitante : METROLOGÍA E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL S.A.C.
2. Dirección : Calle Los Jazmines Mz G Lote 13 Coop. Talavera La Reina -
El Agustino - Lima
3. Instrumento : REGLA

- Marca / Fabricante : MITUTOYO
- Modelo : No indica
- Número de serie : 708
- Procedencia : India
- Código de identificación : LA-08 (*)
- Intervalo de indicación : 0 mm a 1 000 mm
- Resolución : 0,5 mm / 1 mm
- Ubicación : No indica
- Código de fábrica : 182-309

4. Lugar de calibración : Laboratorio de Longitud y Ángulo de
METROIL S.A.C.

5. Fecha de calibración : 2020-11-13

6. Método de calibración

La calibración se efectuó según el PC-ML-001 Rev. 07 "Procedimiento de Calibración de Reglas de clase II" de METROIL S.A.C.

7. Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
IL-238	Regla Patrón de Clase I con Inestabilidad de 10 µm	LLA-341-2019 / INACAL-DM
IL-158	Magnificador Óptico con aproximación de lectura de 0,1 mm	LLA-122-2019 / INACAL-DM

8. Condiciones de calibración

Temperatura ambiental : Inicial : 20,6 °C Final : 20,5 °C
Humedad relativa : Inicial : 49,5 %H.R. Final : 49,5 %H.R.

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.

METROIL 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 METROIL S.A.C.

El certificado de calibración no es válido sin la firma del responsable técnico de METROIL S.A.C.

YANINA RIOS CHAVEZ
Laboratorio de Calibración

METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 Lima 01 - Perú Central Telé.: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999-072-424

Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975-432-445 / RPM #958-436-704 E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

Certificado : MT - 1880 - 2021
 Página : 2 de 2
CONDICIONES AMBIENTALES

Magnitud	Final	Final
Temperatura	21.1 °C	23.0 °C
Humedad Relativa	48.0 % hr	49.0 % hr

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
LO JUSTO S.A.C.	Manómetros de 0 bar a 100 bar clase de exactitud 0.05 % FS	BM - 300 - 2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicaciones del instrumento a calibrar (bar)	Indicaciones en el instrumento de medición de fuerza patrón						Incertidumbre Expandida U (bar)
	1º Serie		2º Serie		Valor Medio (bar)	Error Valor Medio (bar)	
	Ascenso (bar)	Descenso (bar)	Ascenso (bar)	Descenso (bar)			
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.00	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	0.04	0.06
4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	0.06
6.00	6.01	6.01	6.01	6.01	6.01	-0.01	0.06
12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	0.00	0.06
14.00	13.97	13.97	13.97	13.97	13.97	0.03	0.06
16.00	16.08	16.07	16.06	16.07	16.08	0.02	0.06
Máximo Error Absoluto de Indicación :							0.04 bar
Máximo Error Absoluto de Histeresis :							0.01 bar

 El error máximo permitido para manómetros de 0 bar a 16 bar de clase de exactitud 0.1 % FS es de ± 0.02 bar
CONSEJOS

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva (CALIBRADO).

INFORMACIÓN

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura k=2, que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

*** FIN DEL DOCUMENTO ***

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE METRINDUST S.A.C.

 Calle Los Jazmines Mz. G U.T. 13 Cbo. Talavera De La Reyna – El Agustino, Lima – Perú
 Celular: 915972598 / 917807794 / 925033922 - Email: informes@metrindust.com.pe
 www.metrindust.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
N° DE CERTIFICADO

MT - 1664 - 2021

Laboratorio de Presión - Fuerza

Página : 1 de 2

EXPEDIENTE : EXP - 1812CT1 - 2021

SOLICITANTE : INGEOTECN CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.

 Dirección : Mza. P2 Lot. 8 A.H. Casavilca Ajacuzho - Huaranga -
 Ayacucho

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	MANOMETRO
Marca	ELE INTERNATIONAL
Modelo	No indica
N° de Serie	89407
Código de identificación	PTX-001
Intervalo de mediciones	0 bar a 10 bar
División de escala	0.01 bar
Clase de exactitud	0.1 % FS
Diámetro de rosca	1/2" NPT
Diámetro de ojal	No Aplica
Posición de trabajo	Vertical
Procedencia	No indica
Ubicación	ENSAYOS ESPECIALES

FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Fecha de calibración : 2021 - 07 - 26

Fecha de emisión : 2021 - 07 - 30

Lugar de calibración : Instalaciones de INGEOTECN CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro manómetro patrón tomando como referencia el procedimiento ME-003 "Procedimiento para la calibración de manómetros, vacuómetros y manovacuumetros" Tercera edición - 2019 CDM, España.

METRINDUST S.A.C. Departamento de Metrología realiza calibraciones y certificaciones metrológicas según procedimientos de calibración validados o normalizados.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al cliente recibir sus instrumentos y equipos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento.

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Las entradas o modificaciones requieren la autorización del Departamento de Metrología de METRINDUST S.A.C.

REVISADO:




 Dennis Oswaldo Rodríguez
 Gerente Técnico

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE METRINDUST S.A.C.

 Calle Los Jazmines Mz. D LT. 13 Cpo. Talavera De La Reyna - El Agustino, Lima - Perú.
 Celular: 915972598 / 917807794 / 925033922 - Email: informes@metrindust.com.pe
 www.metrindust.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0056-LH-2021

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Máximo	Mínimo
Temperatura °C	19,9	19,4
Humedad Relativa %hr	65,0	49,8

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
LO JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con incertidumbre de 1,1 %hr a 1,6 %hr Termómetro Digital con incertidumbre de 0,10 °C	ED05-L-104A-2021-1
LO JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con incertidumbre de 1,1 %hr a 1,6 %hr Termómetro Digital con incertidumbre de 0,10 °C	ED05-L-104A-2021-2

7. OBSERVACIONES

(*) Código usado como serie / Código interno, indicados en una etiqueta adherida al instrumento.

Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

El presente documento reemplaza al certificado de calibración N° 0045-LH-2021 emitido el 2021-09-02, por error en el código de identificación y la ubicación.

II. RESULTADOS

PARA EL TERMÓMETRO INTERNO (IN)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONV. VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (°C)
10,7	-0,5	10,2	1,0
20,1	-0,1	20,0	0,9
26,4	0,3	26,8	0,7

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%hr)	CORRECCIÓN (%hr)	HUMEDAD RELATIVA CONV. VERDADERA (%hr)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%hr)
32	1,9	33,9	3,0
47	3,8	50,8	3,5
65	3,8	68,8	4,8

Humedad Convencionalmente Verdadera = Indicación del Higrómetro + Corrección

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0056-LH-2021

Página 1 de 2

Fecha de Emisión : 2021-09-13
Expediente : 01462

1. SOLICITANTE : INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.

DIRECCION : MZA. P2 LOTE: 8 A.H. COVADONDA
AYACUCHO - HUMANGA - AYACUCHO.

2. EQUIPO DE MEDICION : TERMOMONÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL

Marcas : EUROTECH

Modelo : NO INDICA

Número de serie : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Identificación : LAB-TH-013 / TMH-008 (3)

Unidad : LÍMITES

DESCRIPCIÓN	SENSOR DE HUMEDAD	Temperatura (M)	Temperatura (OUT)
INTERVALO DE INDICACION	20 %RH a 90 %RH	-50 °C a 50 °C	-50 °C a 70 °C
RESOLUCION	1 %RH	0,1 °C	0,1 °C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-09-28 al 2021-09-01

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados con errores en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitarse lo correspondiente al momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a requerimientos legales.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad que lo produce.

CADENT S.A.C. no es responsable de los perjuicios que puede ocasionar el uso no autorizado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarada.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION

La calibración se efectuó por comparación directa con termohigrómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad al INACAL, se usó el procedimiento TH-007 "Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad de aire" Edición digital 1, del Centro Español de Metrología (CEM).

4. LUGAR DE CALIBRACION

La calibración se realizó en Laboratorio de Calibración de CADENT S.A.C., Jr. Llumpa 1382 - Parque Naranjal - Los Olivos - Lima.

Firmado digitalmente por
Luis Zerpa Lopez
Fecha: 2021-09-13
17:26:05

Supervisor de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0055-LH-2021

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Máxima	Mínima
Temperatura °C	10,0	10,4
Humedad Relativa %hr	51,0	46,5

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
LO JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con Incertidumbre de 1,1 %hr a 1,5 % hr Termómetro Digital con Incertidumbre de 1,10 °C	ED85-L-1044-2021-1
LO JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con Incertidumbre de 1,1 %hr a 1,5 % hr Termómetro Digital con Incertidumbre de 1,10 °C	ED85-L-1044-2021-2

7. OBSERVACIONES

(*) Código usado como serie / Código interno, indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

El presente documento reemplaza al certificado de calibración N° 0044-LH-2021 emitido el 2021-09-02, por error en el código de identificación y la abstracción.

8. RESULTADOS

PARA EL TERMÓMETRO INTERNO (IN)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONV. VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (°C)
10,6	-0,4	10,2	1,0
20,0	0,0	20,0	0,8
29,4	0,5	29,9	0,7

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%hr)	CORRECCIÓN (%hr)	HUMEDAD RELATIVA CONV. VERDADERA (%hr)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%hr)
34	-0,4	33,6	3,0
48	2,8	50,8	3,0
85	3,8	88,8	4,0

Humedad Convencionalmente Verdadera = Indicación del Higrómetro + Corrección

FIN DEL DOCUMENTO

REC-006/20
Versión 03

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Dúmpa 1302 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf: 027-0001
Ventas: Av. Defensores del Muro 2428 - Chorrillos Telf: 627-6900

Fecha: 08/04/21
Asesorado por: GPM

ventas@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

operaciones@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 696250011

calidad@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 62756031 (112)

www.cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0055-LH-2021

Página 1 de 2

Fecha de Emisión	: 2021-09-13
Expediente	: 01492
1. SOLICITANTE	: INGEOTECOM CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
DIRECCIÓN	: MZA. P2 LOTE. 8 A.H. COVADONGA, AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO.
2. EQUIPO DE MEDICIÓN	: TERMOHIGRÓMETRO DE INDICACIÓN DÍGITAL
Marca	: EUROTECH
Modelo	: NO INDICA
Número de serie	: NO INDICA
Procedencia	: NO INDICA
Identificación	: LAB-TH-012 / TMH-008 (*)
Utilización	: HUMEDAD

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según el "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 requerimientos vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad que lo produce.

CADENT 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.

DESCRIPCIÓN	SENSOR DE HUMEDAD	Temperatura (IN)	Temperatura (OUT)
INTERVALO DE INDICACIÓN	30 %hr a 99 %hr	-10 °C a 50 °C	-20 °C a 70 °C
RESOLUCIÓN	1 %hr	0.1 °C	0.1 °C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-08-30 al 2021-09-01

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termohigrómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad al INACAL, se usó el procedimiento TH-007 "Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad de aire" Edición digital 1, del Centro Español de Metrología (CEM).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en Laboratorio de Calibración de CADENT S.A.C.
Jr. Llumpa 1302 - Parque Naranjal - Los Olivos - Lima.

Firmado digitalmente por
Luis Zerpa Lopez
Fecha: 2021-09-13
17:22:24

Supervisor de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0054-LH-2021

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Máxima	Mínima
Temperatura °C	10,0	10,4
Humedad Relativa %hr	51,0	46,5

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
LO JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con Incertidumbre de 1,1 %hr a 1,5 % hr Termómetro Digital con Incertidumbre de 1,10 °C	ED85-L-1044-2021-1
LO JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con Incertidumbre de 1,1 %hr a 1,5 % hr Termómetro Digital con Incertidumbre de 1,10 °C	ED85-L-1044-2021-2

7. OBSERVACIONES

(*) Código usado como serie / Código interno, indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

El presente documento reemplaza al certificado de calibración N° 0043-LH-2021 emitido el 2021-09-02, por error en el código de identificación y la abstracción.

8. RESULTADOS

PARA EL TERMÓMETRO INTERNO (IN)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONV. VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (°C)
10,6	-0,4	10,2	1,0
20,1	-0,1	20,0	0,8
29,5	0,4	29,9	0,7

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%hr)	CORRECCIÓN (%hr)	HUMEDAD RELATIVA CONV. VERDADERA (%hr)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%hr)
33	0,5	33,5	3,0
46	2,5	50,8	3,0
84	4,5	88,3	4,0

Humedad Convencionalmente Verdadera = Indicación del Higrómetro + Corrección

FIN DEL DOCUMENTO

REC-006/20
Versión 03

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Dúmpa 1302 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf: 027-0001
Ventas: Av. Defensores del Muro 2426 - Chorrillos Telf: 627-6900

Fecha: 08/04/21
Asesor: ppe@cadent

ventas@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

operaciones@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 696259811

calidad@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 62756031 (112)

www.cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0054-LH-2021

Página 1 de 2

- Fecha de Emisión : 2021-09-13
Expediente : 01492
1. SOLICITANTE : INGEOTECOM CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
- DIRECCIÓN : MZA. P2 LOTE. 8 A.H. COVADONGA
AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO.
2. EQUIPO DE MEDICIÓN : TERMOHIGRÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL
- Marca : EUROTECH
- Modelo : NO INDICA
- Número de serie : NO INDICA
- Procedencia : NO INDICA
- Identificación : LAB-TH-011 / TMH-003 (*)
- Ubicación : ROTURA

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según el "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 de reglamentaciones vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad que lo produce.

CADENT 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.

DESCRIPCIÓN	SENSOR DE HUMEDAD	Temperatura (IN)	Temperatura (OUT)
INTERVALO DE INDICACIÓN	30 %hr a 66 %hr	-10 °C a 50 °C	-20 °C a 70 °C
RESOLUCIÓN	1 %hr	0.1 °C	0.1 °C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-08-30 al 2021-09-01

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termohigrómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad al INACAL, se usó el procedimiento TH-007 "Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad de aire" Edición digital 1, del Centro Español de Metrología (CEM).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en Laboratorio de Calibración de CADENT S.A.C.
Jr. Llumpa 1302 - Parque Naranjal - Los Olivos - Lima.

Firmado digitalmente por
Luis Zerpa Lopez
Fecha: 2021-09-13
17:22:22

Supervisor de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0053-LH-2021

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Máxima	Mínima
Temperatura °C	10,0	10,4
Humedad Relativa %hr	51,0	46,5

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
LO JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con Incertidumbre de 1,1 %hr a 1,5 % hr Termómetro Digital con Incertidumbre de 0,10 °C	ED85-L-1044-2021-1
LO JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con Incertidumbre de 1,1 %hr a 1,5 % hr Termómetro Digital con Incertidumbre de 0,10 °C	ED85-L-1044-2021-2

7. OBSERVACIONES

(*) Código usado como serie / Código interno, indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

El presente documento reemplaza al certificado de calibración N° 0042-LH-2021 emitido el 2021-09-02, por error en el código de identificación y la abstracción.

8. RESULTADOS

PARA EL TERMÓMETRO INTERNO (IN)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONV. VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (°C)
10,7	-0,5	10,2	1,0
20,1	-0,1	20,0	0,8
29,5	0,4	29,9	0,7

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%hr)	CORRECCIÓN (%hr)	HUMEDAD RELATIVA CONV. VERDADERA (%hr)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%hr)
33	0,5	33,5	3,0
46	2,5	50,8	3,0
84	4,5	88,3	4,0

Humedad Convencionalmente Verdadera = Indicación del Higrómetro + Corrección

FIN DEL DOCUMENTO

REC-006/20
Versión 08

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Dúmpa 1302 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf: 027-0001
Ventas: Av. Defensores del Muro 2426 - Chorrillos Telf: 627-6900

Fecha: 08/04/21
Asesor: ppe/OPM

ventas@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

operaciones@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 696250011

calidad@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 62756031 (112)

www.cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0053-LH-2021

Página 1 de 2

Fecha de Emisión	: 2021-09-13
Expediente	: 01492
1. SOLICITANTE	: INGEOTECOM CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.
DIRECCIÓN	: MZA. P2 LOTE. 8 A.H. COVADONGA, AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO.
2. EQUIPO DE MEDICIÓN	: TERMOHIGRÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL
Marca	: EUROTECH
Modelo	: NO INDICA
Número de serie	: NO INDICA
Procedencia	: NO INDICA
Identificación	: LAB-TH-019 / TMH-002 (*)
Ubicación	: CONTRAMUESTRA

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según el "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 de los requisitos vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de gestión de la calidad que lo produce.

CADENT 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.

DESCRIPCIÓN	SENSOR DE HUMEDAD	Temperatura (IN)	Temperatura (OUT)
INTERVALO DE INDICACIÓN	30 %hr a 99 %hr	-10 °C a 50 °C	-20 °C a 70 °C
RESOLUCIÓN	1 %hr	0.1 °C	0.1 °C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-08-30 al 2021-09-01

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termohigrómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad al INACAL, se usó el procedimiento TH-007 "Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad de aire" Edición digital 1, del Centro Español de Metrología (CEM).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en Laboratorio de Calibración de CADENT S.A.C.
Jr. Llumpa 1302 - Parque Naranja - Los Olivos - Lima.

Firmado digitalmente por

Luis Zerpa Lopez
Fecha: 2021-09-13
16:21:57
Supervisor de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1623-LM-2021

2	5
3	4

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	(***) Carga Mínima* (g)	Determinación de E_g			Determinación del Error corregido				
		l (g)	ΔL (mg)	E_g (mg)	(***) Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)
1	10	10	700	-200	10 000	10 000	800	-300	-100
2		10	800	-100		10 000	700	-200	-100
3		10	700	-200		8 810	400	-88 800	-88 700
4		10	700	-200		8 710	800	-284 000	-283 800
5		10	800	-100		10 800	700	-200	-100

Temp. (°C) Inicial: 19,6 Final: 19,6

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: $\pm 3 000$ mg

ENSAYO DE PESAJE

(***) Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	
10	10	700	-200						1 000
20	20	700	-200	0	20	800	-100	100	1 000
500	600	800	-100	100	500	800	-100	100	1 000
1 000	1 000	800	-100	100	1 000	700	-200	0	2 000
5 000	5 000	800	-100	100	5 000	700	-200	0	3 000
8 000	8 000	800	-100	100	8 000	700	-200	0	3 000
10 000	10 000	700	-200	0	10 000	700	-200	0	3 000
15 000	15 000	700	-200	0	15 000	800	-100	100	3 000
20 000	20 000	700	-200	0	20 000	800	-1 000	-800	3 000
25 000	25 000	700	-200	0	25 000	800	-100	100	3 000
30 000	30 000	800	-100	100	30 000	800	-100	100	3 000

Temp. (°C) Inicial: 19,7 Final: 19,8

(**) error máximo permitido

(***) Carga convencionalmente verdadera

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	$R - 3,30E-06 \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times (2,22E-01 \text{ g}^2 + 7,85E-05 \times R^2)^{1/2}$

donde el símbolo E-co significa potencia de 10. Ejemplo: $E-03 = 10^{-3}$

l, R: Indicación de la balanza
 ΔL : Carga incrementada
 E: Error encontrado
 E_g : Error en cero
 E_c : Error corregido

Fin de documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1623-LM-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	19,5	19,8
Humedad Relativa (%)	52	65

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M ₁	M - 1213 - 2020
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M ₁	M - 0170 - 2021
Patrones de referencia de INACAL - DM	Juego de Pesos de clase E ₂	LM-C-130-2021
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M ₁	M - 1209 - 2020

7. OBSERVACIONES

(*) El valor de división de verificación "e", capacidad mínima y clase de exactitud se encuentran indicado en la balanza.

Se realizó el ensayo de precarga, con una carga de 30 000 g, la indicación del equipo fue 30 018 g.

Antes de la calibración, se procedió con el ajuste externo de la balanza con las pesas patrones empleadas en la calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 005.

(**) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

La estructura base de la balanza es modelo D150FL con número de serie 8340326981.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 19,5			Final 19,6		
	Carga L1 = 15 000 (g)			Carga L2 = 30 000 (g)		
	I (g)	ΔI (mg)	E (mg)	I (g)	ΔI (mg)	E (mg)
1	15 000	800	-200	30 000	700	-200
2	15 000	700	-200	30 000	700	-200
3	15 000	800	-200	30 000	800	-100
4	15 000	800	-200	30 000	700	-200
5	15 000	800	-200	30 000	700	-200
6	15 000	800	-200	30 000	800	-100
7	15 000	700	-200	30 000	700	-200
8	15 000	700	-200	30 000	700	-200
9	15 000	800	-200	30 000	700	-200
10	15 000	800	-200	30 000	800	-100
Diferencia Máxima			100			100
Error máximo permitido	± 3 000 mg			± 3 000 mg		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1623-LM-2021

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2021-11-30	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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
EXPEDIENTE	: 01482	
1. SOLICITANTE	: INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 e a reglamentaciones vigentes.
DIRECCIÓN	: MZA P2 LOTE 8 A H. COVADONGA AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: R31P30	CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo pagueros que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
NÚMERO DE SERIE	: 8937280275	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 30000 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 1 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 1 g (*)	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-012 (*)	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: ALMACÉN	
CLASE DE EXACTITUD	: III	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-11-25	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	PC-001, Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII. ENM-INDECOPI, 3ra edición, Sines 2009.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	Laboratorio de Calibración N° 2 de CADENT S.A.C. Jr. Llampá N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos.	



Firmado digitalmente
por Luis Zerpa Lopez
Fecha: 2021-11-30
17:07:25

Supervisor de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1618-LM-2021

2	5
3	4

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	(***) Carga Máxima ^a (kg)	Determinación de E _g			Determinación del Error corregido				
		l (kg)	ΔL (g)	E _g (g)	(***) Carga L (kg)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,10	0,10	6	-1	30,00	30,00	7	-2	-1
2		0,10	6	-1		30,00	7	-2	-1
3		0,10	7	-2		28,89	7	-12	-10
4		0,10	7	-2		30,00	7	-2	0
5		0,10	6	-1		30,00	6	-1	0
6		0,10	6	-1					

Temp. (°C) Inicial: 22,0 Final: 22,0

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 30 g

ENSAYO DE PESAJE

(***) Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**) (g)
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,10	0,10	7	-2						10
0,20	0,20	7	-2	0	0,20	6	0	-2	10
2,00	2,00	7	-2	0	2,00	6	-1	1	10
5,00	5,00	7	-2	0	5,00	6	-1	1	10
10,00	10,00	7	-2	0	10,00	6	-1	1	20
20,00	20,00	8	-3	-1	20,00	7	-2	0	20
40,00	40,00	8	-1	1	39,99	5	-10	-8	30
60,00	60,00	7	-2	0	40,00	4	-6	-7	30
80,00	80,00	6	-1	1	50,00	4	-6	-7	30
80,00	80,00	6	-1	1	70,00	5	-10	-8	30
100,00	100,00	8	-1	1	100,00	6	-1	1	30

(**) error máximo permitido

(***) Carga convencionalmente verdadera

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	R - 2,30E-06 x R
Incertidumbre Expandida	=	2 x (2,37E-05 kg) ² + 9,47E-09 x R ² / 5

donde el símbolo E-co significa potencia de 10. Ejemplo: E-03 = 10⁻³

l, R : Indicación de la balanza
 ΔL : Carga incrementada
 E : Error encontrado
 E_g : Error en cero
 E_c : Error corregido

Fin de documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1618-LM-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	22,0	22,2
Humedad Relativa (%)	54	68

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesos de clase M ₂	0900 - LM - 2021
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Juego de Pesos de clase M ₂	0905 - LM - 2021

7. OBSERVACIONES

(*) El valor de división de verificación "e", capacidad mínima y clase de exactitud fueron tomados de acuerdo a la NMP-003.

Se realizó el ensayo de precarga, con una carga de 100,00 kg, la indicación del equipo fue 99,98 kg.

Antes de la calibración, se procedió con el ajuste externo de la balanza con los pesos patrones empleadas en la calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrología Peruana 003.

(**) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

La estructura base de la balanza es modelo D150FL con número de serie 0340345709.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAJO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Inicial			Final		
	Temp. (°C)	22,2	22,2	Temp. (°C)	22,2	22,2
	(***) Carga L1 =	50,00	(kg)	(***) Carga L2 =	100,00	(kg)
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	50,00	8	-3	100,00	7	-2
2	50,00	8	-3	100,00	8	-1
3	50,00	7	-2	100,00	7	-2
4	50,00	7	-2	100,00	7	-2
5	50,00	7	-2	100,00	7	-2
6	50,00	7	-2	100,00	7	-2
7	50,00	7	-2	100,00	7	-2
8	50,00	7	-2	100,00	8	-1
9	50,00	7	-2	100,00	7	-2
10	50,00	7	-2	100,00	8	-1
Diferencia Máxima			1	1		
Error máximo permitido ±			50 g	± 30 g		



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LC-005



Registro N° LC - 005

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1618-LM-2021

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2021-11-30	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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
EXPEDIENTE	: 01482	
1. SOLICITANTE	: INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 e a reglamentaciones vigentes.
DIRECCIÓN	: MZA P2 LOTE 8 A H. COVADONGA AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: T24PE	CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo pagueros que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
NÚMERO DE SERIE	: 8000117JFV	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 100 kg	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0,01 kg	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,01 kg (*)	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-001 (*)	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: RECEPCIÓN	
CLASE DE EXACTITUD	: II	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-11-24	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	PC-001, Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII. ENM-INDECOPI, 3ra edición, Sines 2009.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	Laboratorio de Calibración N° 2 de CADENT S.A.C. Jr. Llampá N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos.	

Firmado digitalmente
por Luis Zerpa Lopez
Fecha: 2021-11-30
17:07:27

Supervisor de Laboratorio

REC-LM-002
Versión 12

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llampá 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf: 027-0001
Ventas: Av. Defensores del Muro 2428 - Chorrillos Telf: 627-6930

Fecha: 2021-11-30
Antes de ser J.R.

ventas@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

operaciones@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 696250011

calidad@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 62769011112

www.cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221023

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1118-LM-2021

2	5
3	4

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	(***) Carga Mínima* (g)	Determinación de E_g			Determinación del Error corregido				
		l (g)	ΔL (mg)	E_g (mg)	(***) Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)
1	10	10	600	-100	10 000	8 889	600	-1 400	-1 300
2		10	600	0		8 897	600	-3 000	-3 000
3		10	600	-100		8 889	600	-1 400	-1 300
4		10	700	-200		10 000	600	0	200
5		10	700	-200		9 999	600	-1 000	-800

Temp. (°C) Inicial 19,7 Final 19,7

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20.000 mg

ENSAYO DE PESAJE

(***) Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp (**)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	E_c (mg)	
10	10	700	-200						10.000
20	20	700	-200	0	20	500	0	200	10.000
500	600	800	-300	-100	500	400	100	300	10.000
1 000	1 000	900	-400	-200	1 000	900	-100	100	10.000
5 000	5 000	800	-500	-100	4 000	500	-1 000	-900	10.000
8 500	8 498	900	-1 400	-1 200	8 498	400	-900	-700	20.000
10 000	8 888	800	-1 300	-1 100	8 888	500	-1 000	-900	20.000
15 000	14 998	400	-1 000	-1 700	14 998	100	-1 000	-1 400	20.000
20 000	20 000	400	100	300	20 000	500	0	200	20.000
25 000	25 000	600	-100	100	25 000	500	0	200	30.000
30 001	30 001	900	-400	-200	30 001	900	-400	-200	30.000

Temp. (°C) Inicial 19,7 Final 19,8

(**) error máximo permitido

(***) Carga convencionalmente verdadera

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R + 7,01E-05 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times (3,35E-01 \text{ g}^2 + 3,21E-09 \times R^2)^{1/2}$$

donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo : E-03 = 10^{-3}

l, R : Indicación de la balanza
 ΔL : Carga incrementada
 E : Error encontrado
 E_g : Error en cero
 E_c : Error corregido

Fin de documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1118-LM-2021

Página 2 de 3

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínima	Máxima
Temperatura (°C)	19,7	19,8
Humedad Relativa (%)	63	63

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesas de clase M ₁	0900 - LM - 2021
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Juego de Pesas de clase M ₁	0924 - LM - 2021

7. OBSERVACIONES

(*) El valor de división de verificación "n", capacidad mínima y clase de exactitud se encuentran indicados en la balanza.

Se realizó el ensayo de precarga, con una carga de 30 000 g, la indicación del equipo fue 30 020 g.

Antes de la calibración, se procedió con el ajuste externo de la balanza con las pesas patrones empleadas en la calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 005.

(**) Indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Temp. (°C)	Inicial 19,8			Final 19,7		
		(g)	ΔL (mg)	E (mg)	(g)	ΔL (mg)	E (mg)
		Carga L1 = 15 000			Carga L2 = 30 001		
1	14 098	500	-2 000	30 000	500	-1 500	
2	14 098	700	-2 200	30 001	500	0	
3	14 098	500	-2 000	30 000	700	-1 200	
4	14 098	700	-2 200	30 000	400	-600	
5	14 098	700	-2 200	30 000	700	-1 200	
6	14 098	500	-2 000	30 000	500	-1 000	
7	14 098	800	-2 100	30 000	200	-700	
8	14 098	500	-2 000	30 000	400	-600	
9	14 098	800	-2 100	30 000	500	-1 000	
10	14 098	700	-2 200	30 000	700	-1 200	
Diferencia Máxima		200			1 200		
Error máximo permitido		± 20 000 mg			± 30 000 mg		



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LC-005



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1118-LM-2021

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN	: 2021-09-03	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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
EXPEDIENTE	: 01482	
1. SOLICITANTE	: INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 e a reglamentaciones vigentes.
DIRECCIÓN	: MZA. P2 LOTE. 8 A.H. CONADONGA, AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO.	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: BALANZA	Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
MARCA	: OHAUS	
MODELO	: R31P30	CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo pagueros que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
NÚMERO DE SERIE	: 8330070020	
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 30000 g	
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 1 g	
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (μ)	: 10 g (°)	
PROCEDENCIA	: CHINA	
IDENTIFICACIÓN	: BLZ-011 (°)	
TIPO	: ELECTRÓNICA	
UBICACIÓN	: NO INDICA	
CLASE DE EXACTITUD	: III	
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2021-09-01	
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	PC-001, Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y IIII, SNM-INDECOPI, 3ra edición, Enero 2009.	
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	Laboratorio de Calibración N° 2 de CADENT S.A.C. Jr. Llampas N° 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos.	

Firmado digitalmente
por Luis Zepeda Lopez.
Fecha: 2021-09-03 09:
28:00

Supervisor de Laboratorio

REC-UNO-02
Versión: 12

"PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO"
Capacitación y Desarrollo de Nueva Tecnología S.A.C. - Metrología
Laboratorio: Jr. Llampas 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos Telf.: 027-6501
Ventas: Av. Defensores del Moro 2426 - Chorrillos Telf.: 027-6500

Fecha: 2021-09-03
Antes de ser J.R.

ventas@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

operaciones@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 986259611

calidad@cadentsac.com.pe
☎ (+51) 62766011112

www.cadentsac.com.pe
☎ (+51) 4485221022

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0057-LH-2021

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Máximo	Mínimo
Temperatura °C	19,9	19,4
Humedad Relativa %rh	51,0	49,5

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
LD JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con incertidumbre de 1,1 %rh a 1,6 %rh Termómetro Digital con incertidumbre de 0,15 °C	E065-L-1044-2021-1
LD JUSTO S.A.C.	Higrómetro Digital con incertidumbre de 1,1 %rh a 1,6 %rh Termómetro Digital con incertidumbre de 0,15 °C	E065-L-1044-2021-2

7. OBSERVACIONES

(*) Código usado como serie / Código interno, indicados en una etiqueta adherida al instrumento.

Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

El presente documento reemplaza al certificado de calibración N° 0046-LH-2021 emitido el 2021-09-02, por corrección en el código de identificación y la ubicación.

8. RESULTADOS

PARA EL TERMÓMETRO INTERNO (IN)

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO (°C)	CORRECCIÓN (°C)	TEMPERATURA CONV. VERDADERA (°C)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (°C)
10,7	-0,6	10,2	1,0
20,1	-0,1	20,0	0,9
29,5	0,4	29,9	0,7

Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección

PARA EL HIGRÓMETRO

INDICACIÓN DEL HIGRÓMETRO (%rh)	CORRECCIÓN (%rh)	HUMEDAD RELATIVA CONV. VERDADERA (%rh)	INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN (%rh)
33	0,0	33,0	3,0
48	2,0	50,0	3,5
97	1,0	98,0	4,5

Humedad Convencionalmente Verdadera = Indicación del Higrómetro + Corrección

FIN DEL DOCUMENTO

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0057-LH-2021

Página 1 de 2

Fecha de Emisión : 2021-09-13
Específico : 01482

1. SOLICITANTE : INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.

DIRECCIÓN : MZA. P2 LOTE. 8 A.H. COMADONGA
AYACUCHO - HUAMANGA - AYACUCHO.

2. EQUIPO DE MEDICIÓN : TERMOMIGRÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL

Marca : EUROTECH

Modelo : NO INDICA

Número de serie : NO INDICA

Procedencia : NO INDICA

Identificación : LAB-TH-014/TMH-004 (*)

Ubicación : GRANULOMETRÍA

DESCRIPCIÓN	SENSOR DE HUMEDAD	Temperatura (IN)	Temperatura (OUT)
INTERVALO DE INDICACIÓN	20 %hr a 90 %hr	-10 °C a 50 °C	-50 °C a 70 °C
RESOLUCIÓN	1 %hr	0,1 °C	0,1 °C

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-09-09 al 2021-09-09

La incertidumbre repetida en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al momento 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 regulaciones vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una evidencia de conformidad con normas de producto o como evidencia del estado de fuerza de la crítica que le produce.

CADENT 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 documentada.

5. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termohigrómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad al INACAL, se usó el procedimiento TH-007 "Procedimiento para la calibración de medidores de condiciones ambientales de temperatura y humedad de aire" Edición digital 1, del Centro Español de Metrología (CEM).

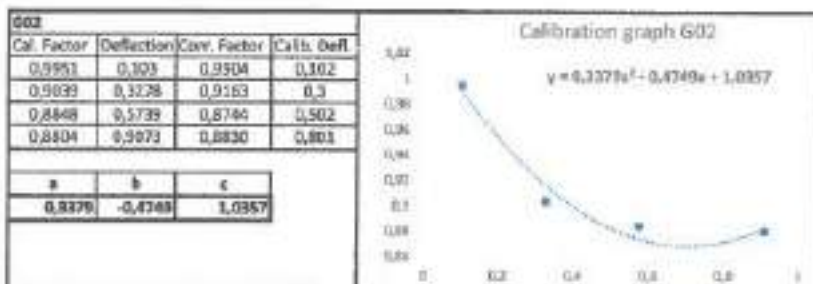
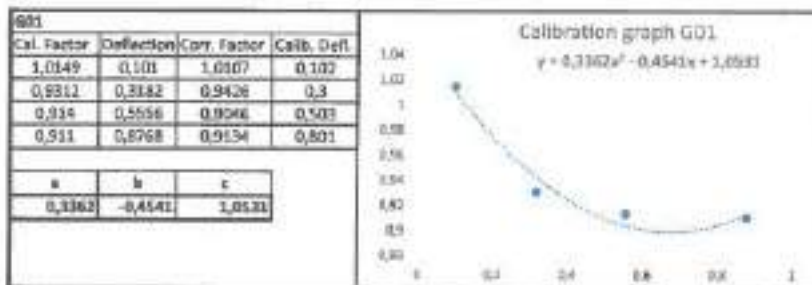
6. LUGAR DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó en Laboratorio de Calibración de CADENT S.A.C.
Jr. Lampa 1302 - Parque Naranjal - Los Olivos - Lima.

Firmado digitalmente por
Luis Zerpa Lopez
Fecha: 2021-09-13
17:22:26

Supervisor de Laboratorio

1.2 Calibration of TERRATEST 9000 LWD Ser.Nr. 20201001 0922
 Comparative measurement of deflection amplitudes between L0TV's and external geophones (GEO 1 / Geo 2)



Precision									
Target area	Reference		0922 G01				0922 G02		
	Average	Precision	Average		Precision		Average		Precision
mm	mm	μ	mm	μ	mm	μ	mm	μ	mm
0,1	0,1025	1,5	-1,5	0,101	0,0	0,0	0,103	1,0	-2,0
0,3	0,296	0,7	-1,5	0,318	0,8	-0,2	0,328	1,2	-0,8
0,5	0,508	1,2	-1,8	0,556	1,4	-1,6	0,574	1,1	-1,9
0,8	0,759	1,2	-1,8	0,877	1,2	-0,6	0,907	1,7	-1,3
		ok	ok		ok	ok		ok	ok

Bias							
Reference	DoEl. G01 calibrated	Bias		DoEl. G02 calibrated	Bias		
		μ	%		μ	%	
0,1025	0,103	0,5	0,5	0,103	0,5	0,1	
0,296	0,300	-3,7	-1,2	0,3	-3,7	-1,2	
0,508	0,505	4,8	0,9	0,502	5,8	1,1	
0,759	0,801	-2,2	-0,3	0,801	-2,2	-0,3	
							ok
							ok



Certificado de registro

(Sistema de manejo de calidad)

QFS MANAGEMENT SYSTEMS LLP.

Esto es para Certificar que el Sistema de Gestión de Calidad de
INGEOTECON CONTRATISTAS Y EJECUTORES E.I.R.L.

MZA. P2 LOTE. 8 A.H. COVADONGA AYACUCHO - HUAMANGA -
AYACUCHO - PERÚ

Se ha determinado que cumple con el estándar del sistema de gestión de calidad

ISO 9001:2015

Este certificado es válido para la siguiente gama de productos o servicios

SERVICIOS DE CONSULTORÍA Y PERITAJE TÉCNICO EN GEOTECNIA, CONCRETO, PAVIMENTOS Y ESTUDIOS GEOTÉCNICOS,
SERVICIO DE CONTROLES DE CALIDAD Y ENSAYOS EN MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN TANTO EN LABORATORIO COMO
EN EL TERRENO,
CAPACITACIONES EN GEOTECNIA, GEOFÍSICA, CONCRETO Y PAVIMENTOS.

Número de certificado: INT/211010/01992

1er Seguimiento antes de: 25.09.2022

Fecha Inicial de Certificación: 26.10.2021

2do Seguimiento antes de: 25.09.2023

Fecha de Certificación: 26.10.2021

Fecha de Expiración: 25.10.2024

Directora:

Fecha: 26.10.2021



La validez del certificado está sujeta a una auditoría de vigilancia periódica en las fechas mencionadas anteriormente o antes y solo es válido después de una vigilancia exitosa con una carta de continuación emitida por QFS. Se emite sujeto a la disponibilidad continua de acceso en cualquier momento y sin previo aviso a las instalaciones de la organización mencionada anteriormente con el propósito de evaluación y vigilancia con respecto al estándar mencionado anteriormente y los términos y condiciones de QFS.

QFS MANAGEMENT SYSTEMS LLP

CORP. OFFICE 4 27/A, Sector 15, Huay 201 50, LLP

www.qfscerts.com

email: admin@qfscerts.com

This Certificate remains the property of QFS