

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Efectos del uso de cemento en la estabilización de
suelos dispersivos de la carretera Desvío
Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021**

Mary Carmen Yana Condori

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Civil

Huancayo, 2021

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por darme vida, por bendecir mi hogar con salud en estos tiempos de pandemia; tiempos donde muchos de mis amigos, familiares y conocidos partieron de este mundo sin tener la oportunidad de completar muchos sueños y anhelos.

A mi madre Teófila, por su apoyo, comprensión, compromiso y su amor inagotable que tiene por cada una de sus hijas; por haberme demostrado que con mucho esfuerzo, humildad y dedicación se puede lograr todo lo que nos propongamos.

A mi padre Pedro, por estar siempre conmigo desde el inicio de este sueño, por la confianza que tuvo en mí al permitirme iniciar mis estudios universitarios a pesar de las adversidades que atravesamos en la economía familiar.

A mis hermanas y sobrinas, que siempre están a mi lado y me motivaban para lograr mis sueños y metas, por sus consejos y su apoyo incondicional. Gracias a las enseñanzas del núcleo de nuestro hogar hoy somos personas de bien, y con principios para poder conseguir nuestros objetivos.

A mi novio Alex, por enseñarme el camino que debo de seguir cuando me sentía sin rumbo, por ayudarme a salir adelante e impulsar mi vida profesional, por alentarme diciéndome que puedo dar mucho más, por apoyarme con los recursos necesarios para la culminación de esta etapa.

Así mismo, a mi asesor Ing. Jorge Aurelio Ticlla Rivera; que, gracias a la orientación, las enseñanzas impartidas y su valiosa colaboración en el desarrollo de mi tesis, hizo posible la culminación de esta investigación, así mismo, por la paciencia y comprensión.

A la Universidad Continental por permitirme obtener el anhelado título profesional de Ingeniería Civil, con el que doy concluido una etapa muy importante en mi vida que me abrirá muchas puertas para emprender un camino profesional.

A la empresa G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. y su Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales G&C GEOTECHNIK M.T.L. por permitirme hacer uso de sus instalaciones, apoyar esta investigación con sus asesorías, exigencias y por implementar los equipos necesarios.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por darme sapiencia, discernimiento y solidez para hacer frente a los retos que se presentaron a lo largo del camino que me tocó recorrer en el desarrollo de esta investigación.

A mi madre, padre y hermanas, por siempre manifestarme su amor infinito, confianza, cariño y demostrarme su apoyo incondicional.

A mi novio, por acercarme a Dios con sus oraciones, por su apoyo infinito a pesar de las circunstancias y por sus consejos que me hacen crecer como persona y como profesional.

A mi asesor, por haberme dirigido satisfactoriamente en la preparación de este trabajo de investigación, con miras de obtener la tan ansiada titulación.

Al Laboratorio de Investigación y Ensayo de Materiales G&C GEOTECHNIK M.T.L. de la empresa G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S. A. C., por su apoyo en todo el proceso de recolección de datos para la ejecución de esta tesis.

A mis amigos Ayder y Piter, personas que partieron de este mundo sin poder cumplir esta meta que tanto anhelábamos, el ansiado título.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCCIÓN.....	xx
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema	1
1.1.1 Planteamiento del problema	1
1.1.2 Formulación de Problema.....	5
1.1.2.1 Problema General.....	5
1.1.2.2 Problemas Específicos	6
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo General.....	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3 Justificación e importancia.....	7
1.3.1 Justificación práctica.....	7
1.3.2 Justificación técnica.....	7
1.3.3 Justificación social	8
1.4 Hipótesis y descripción de variables	8
1.4.1 Hipótesis.....	8
1.4.1.1 Hipótesis general	8
1.4.1.2 Hipótesis específicas	8
1.4.2 Descripción de variables.....	9
1.4.2.1 Variable independiente	9
1.4.2.2 Variable dependiente	9
1.4.2.3 Tabla de operacionalización de variables	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	10
2.1 Antecedentes del problema	10
2.1.1 Antecedentes mundiales	10
2.1.2 Antecedentes regionales	14

2.1.3	Antecedentes nacionales.....	15
2.2	Bases teóricas.....	16
2.2.1	Suelos dispersivos.....	16
2.2.2	Origen geológico de los suelos dispersivos	18
2.2.3	Factores de condiciones geográficas y climatológicas.....	19
2.2.4	Procesos de Piping en suelos dispersivos	21
2.2.5	Procesos de tubificación en suelos dispersivos	22
2.2.5.1	Tubificación retrógrada	23
2.2.5.2	Fractura hidráulica	23
2.2.5.3	Pozos o sumideros	24
2.2.5.4	Tubificaciones Dispersivas en los Cimientos	24
2.2.6	Procesos de Erosión en suelos dispersivos.....	25
2.2.6.1	Erosión por precipitaciones pluviales (Lluvia).....	25
2.2.6.2	Erosión Interna	26
2.2.7	Propiedades de los suelos dispersivos	26
2.2.7.1	Propiedades físicas	26
2.2.7.2	Propiedades químicas	28
2.2.7.3	Propiedades mecánicas.....	29
2.2.8	Identificación y clasificación de suelos dispersivos	30
2.2.8.1	Métodos de identificación de suelos dispersivos en campo	30
2.2.8.2	Ensayos de laboratorio especiales usados para la identificación y clasificación de suelos dispersivos.....	31
2.2.9	Problemas Ocasionados por los Suelos Dispersivos en Obras Civiles	32
2.2.10	Subrasante o Explanada	32
2.2.10.1	Consideraciones importantes de una subrasante	33
2.2.10.2	La importancia de la capacidad de soporte (CBR) en la evaluación de la calidad de la subrasante	34
2.2.11	Estabilización de Suelos.....	35
2.2.11.1	Finalidad de la estabilización de suelos	36
2.2.11.2	Clasificación de los métodos existentes para la estabilización de suelos	37
2.2.12	Estabilización de suelos dispersivos.....	38
2.2.12.1	Sulfato de Aluminio Hidratado.....	39
2.2.12.2	Cemento.....	39
2.2.12.3	Cal.....	39

2.2.13	Estabilización de Suelos Dispersivos con Cemento.....	40
2.2.13.1	Cemento Portland.....	41
2.3	Definición de Términos Básicos.....	41
2.3.1	Arcilla (Suelo Arcilloso).....	41
2.3.2	Arcillas Dispersivas.....	41
2.3.3	Defloculación.....	42
2.3.4	Densidad.....	42
2.3.5	Dispersividad.....	42
2.3.6	El Agua de los Poros.....	42
2.3.7	Estabilización del Suelo.....	42
2.3.8	Hexámatafosfato de sodio.....	43
2.3.9	Límites de Atterberg.....	43
2.3.10	Piping.....	43
2.3.11	Tubificación.....	43
CAPÍTULO III	METODOLOGÍA.....	44
3.1	Método y alcances de la investigación.....	44
3.1.1	Método de la Investigación.....	44
3.1.2	Enfoque de la investigación.....	44
3.1.3	Tipo de investigación.....	45
3.1.4	Alcances de la Investigación.....	45
3.2	Diseño de la Investigación.....	46
3.2.1	Grupo Control.....	47
3.2.2	Grupo Experimental.....	47
3.3	Población y Muestra.....	48
3.3.1	Población.....	48
3.3.2	Muestra.....	49
3.3.2.1	Tipo de Muestreo.....	50
3.3.2.2	Tamaño de la Muestra.....	50
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	50
3.4.1	Técnicas Utilizadas en la Recolección de Datos.....	50
3.4.1.1	Observación Directa.....	51
3.4.2	Instrumentos Utilizados en la Recolección de Datos.....	51
3.4.3	Validez de Instrumentos de Investigación.....	57
3.4.4	Procedimiento de Recolección de Datos.....	59
3.4.4.1	Etaapa 1: Revisión Bibliográfica.....	60

3.4.4.2	Etapa 2: Trabajos de Investigación de Campo (Exploración y Muestreo).....	62
3.4.4.3	Etapa 3: Trabajos de Laboratorio (Ensayos de laboratorio – suelo natural) – Prueba Piloto.....	72
3.4.4.4	Etapa 4: Trabajo de Gabinete para Seleccionar la Muestra Patrón.....	114
3.4.4.5	Etapa 5: Trabajos de Laboratorio (Ensayos de laboratorio – suelo patrón – suelo adicionado con cemento) - Cuasiexperimental	117
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		124
4.1	Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información	124
4.1.1	Preparación de la Muestra Suelo – Cemento.....	124
4.1.2	Efectos de la Adición de Cemento en la Clasificación Dispersiva del Suelo Dispersivo	125
4.1.3	Efecto de la Adición de Cemento en los Límites de Consistencia del Suelo Dispersivo	130
4.1.4	Efecto de la Adición de Cemento en la Capacidad de Soporte del Suelo Dispersivo.....	133
4.1.4.1	Efectos de la Adición de Cemento en las Características de Compactación del Suelo Dispersivo.....	135
4.1.5	Efecto de la Adición de Cemento en la Resistencia a la Compresión Uniaxial del Suelo Dispersivo	137
4.2	Prueba de Hipótesis	139
4.2.1	Análisis Estadístico.....	141
4.2.1.1	Redacción de Hipótesis Específica 01	144
4.2.1.2	Redacción de Hipótesis Específica 02.....	147
4.2.1.3	Redacción de Hipótesis Específica 03.....	156
4.2.1.4	Redacción de Hipótesis Específica 04.....	161
4.3	Discusión de Resultados	166
4.3.1	Validez interna.....	167
4.3.2	Validez externa.....	167
4.3.3	Integración.....	168
4.3.4	Contraste.....	172
CONCLUSIONES.....		173
RECOMENDACIONES.....		175
ANEXO A. MAPA DE EROSIÓN DE LA REGIÓN DE PUNO		182
ANEXO B. HOJA DE VIDA DEL JUICIO DE EXPERTOS.....		184

ANEXO C. FICHAS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS, FORMATOS DE VALIDACIÓN DE CRITERIO DE EXPERTOS Y FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	208
ANEXO D. CERTIFICADOS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO.....	245
ANEXO E. CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DEL LABORATORIO.....	369
ANEXO F. CONSTANCIA DE HABER REALIZADO LOS ENSAYOS EN EL LABORATORIO.....	399
ANEXO G. PANEL FOTOGRÁFICO.....	401
ANEXO H. MATRIZ DE CONSISTENCIA	426

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	9
Tabla 2. Categorías de subrasante según su CBR	34
Tabla 3. Diseño de investigación para un patrón y varias combinaciones.....	48
Tabla 4. Interpretación de la V de Aiken	58
Tabla 5. Presentación del juicio de expertos.....	58
Tabla 6. Resumen de los criterios de la evaluación del contenido de los instrumentos (son 5 instrumentos presentados).....	59
Tabla 7. Número de calicatas para exploración de suelos	68
Tabla 8. Progresivas, calicatas, muestras y coordenadas UTM de las calicatas.....	70
Tabla 9. Requerimientos mínimos de masa para muestras de ensayo, y precisión de balanzas	74
Tabla 10. Resumen de resultados del ensayo de contenido de humedad realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	75
Tabla 11. Serie de tamices empleadas para el ensayo.....	75
Tabla 12. Masa mínima de muestra requerida.....	76
Tabla 13. Resumen de los resultados del ensayo de análisis granulométrico (% que pasa) realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto	78
Tabla 14. Rango de N golpes para el cierre de la ranura	80
Tabla 15. Resumen de resultados de los ensayos de límites de consistencia realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	83
Tabla 16. Carta de clasificación de suelos SUCS – criterio de clasificación.....	84
Tabla 17. Resumen de resultados de la clasificación de suelos por el método SUCS realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	85
Tabla 18. Clasificación de suelos por el método AASHTO.....	86
Tabla 19. Resumen de resultados de la clasificación de suelos por el método AASHTO realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	87
Tabla 20. Determinación del método de ensayo	88
Tabla 21. Componentes de la energía de compactación	88

Tabla 22. Resumen de los resultados obtenidos en el ensayo de proctor modificado realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto	90
Tabla 23. Valores establecidos de penetración para la lectura	92
Tabla 24. Resumen de resultados de los ensayos de CBR realizados en la muestra del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	94
Tabla 25. Cantidad de agua expulsada según el contenido de humedad inicial del suelo.....	96
Tabla 26. Resumen de resultados obtenidos con el ensayo de sales solubles realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	98
Tabla 27. Resumen de resultados obtenidos con el ensayo de pH realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	100
Tabla 28. Clasificación de suelos dispersivos según el método de prueba de Crumb.....	102
Tabla 29. Resumen de resultados del ensayo de crumb realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto	103
Tabla 30. Clasificación y denominación de suelos dispersivos mediante el ensayo de doble hidrometría.....	105
Tabla 31. Resumen de resultados del ensayo de doble hidrometría realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	106
Tabla 32. Criterio de evaluación de resultados de la prueba de pinhole para el método A y B	112
Tabla 33. Descripción de la denominación de cada clasificación dispersiva según la prueba de pinhole de acuerdo a la normativa	113
Tabla 34. Resumen de resultados obtenidos mediante el ensayo de pinhole realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto.....	114
Tabla 35. Evaluación de resultados en los tres ensayos especiales utilizados para la identificación y clasificación de suelos dispersivos realizados en la etapa de la prueba piloto	115
Tabla 36. Resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de proctor modificado y CBR realizados en las muestras del suelo de la etapa de prueba piloto.....	116

Tabla 37. Resumen de los valores obtenidos de los ensayos para la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón – prog. 16+500 (C-02 / M-02)	117
Tabla 38. Resumen de resultados del ensayo de compresión uniaxial de la muestra patrón - prog. 16+500 (C-02 / M-02)	120
Tabla 39. Análisis de la clasificación dispersiva basada en los resultados del ensayo de pinhole realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento.....	126
Tabla 40. Valoración numérica de la simbología a cada tipo de clasificación de suelo dispersivo dada en el método de prueba de pinhole	127
Tabla 41. Análisis de la clasificación dispersiva basada en los resultados del ensayo de crumb realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento.....	128
Tabla 42. Análisis del límite de consistencia basada en los resultados del ensayo de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento	130
Tabla 43. Análisis del % CBR al 100% y 95% de la MDS basado en los resultados del ensayo de CBR realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento.....	133
Tabla 44. Análisis del contenido óptimo de humedad (OCH) y densidad seca máxima (MDS) basada en los resultados del ensayo de proctor modificado realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento	136
Tabla 45. Análisis de la resistencia a la compresión uniaxial basada en los resultados del ensayo de compresión uniaxial (CNC) realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento	138
Tabla 46. Estadísticos de prueba de Kruskal Wallis.....	145
Tabla 47. Comparaciones múltiples con la Prueba de U de Mann - Whitney	146
Tabla 48. Análisis de grupos subconjuntos	146
Tabla 49. Prueba de normalidad del límite líquido (LL)	148
Tabla 50. Prueba de homogeneidad de varianzas del límite líquido (LL)	149
Tabla 51. Prueba de análisis estadístico mediante Anova para el límite líquido (LL)	149
Tabla 52. Comparaciones múltiples mediante las pruebas post hoc con el estadístico de tukey del límite líquido (LL)	150
Tabla 53. Análisis de Subconjuntos homogéneos del límite líquido (LL)	151
Tabla 54. Prueba de normalidad del límite plástico (LP)	152

Tabla 55. Prueba de homogeneidad de varianzas del límite plástico (LP)	153
Tabla 56. Prueba de análisis estadístico mediante Anova para el límite plástico (LP).....	153
Tabla 57. Comparaciones múltiples mediante las pruebas post hoc con el estadístico de tukey del límite plástico (LP)	154
Tabla 58. Análisis de Subconjuntos homogéneos del límite plástico (LP)	155
Tabla 59. Prueba de normalidad de la capacidad de soporte (CBR).....	157
Tabla 60. Prueba de homogeneidad de varianzas de la capacidad de soporte (CBR).....	158
Tabla 61. Prueba de análisis estadístico mediante Anova para la capacidad de soporte (CBR).....	158
Tabla 62. Comparaciones múltiples mediante las pruebas post hoc con el estadístico de tukey de la capacidad de soporte (CBR)	159
Tabla 63. Análisis de Subconjuntos homogéneos de la capacidad de soporte (CBR).....	160
Tabla 64. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC).....	161
Tabla 65. Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC)	162
Tabla 66. Prueba de análisis estadístico mediante Anova para la resistencia a la compresión uniaxial (CNC)	163
Tabla 67. Comparaciones múltiples mediante las pruebas post hoc con el estadístico de tukey de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC).....	164
Tabla 68. Análisis de Subconjuntos homogéneos de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC)	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Comportamiento de los iones de sodio y calcio adheridos a las partículas del suelo.....	2
Figura 2. Proceso de separación de las partículas por dispersión.....	17
Figura 3. Resultados de exponer los suelos dispersivos en contacto con agua.....	18
Figura 4. Formación geológica de suelos dispersivos de zonas de depósitos aluviales a lado del tramo de la carretera que viene siendo evaluada.....	19
Figura 5. La erosión superficial del suelo en forma de canales angostos o de espinazcos dentados.....	19
Figura 6. En la zona de estudio la topografía es llana y se presentan capas de “humus” en la superficie, así como materia orgánica dentro de ella.....	20
Figura 7. Perfil de proceso piping.....	22
Figura 8. Proceso de floculación.....	22
Figura 9. Proceso de erosión regresiva que conduce a la tubificación retrógrada.....	23
Figura 10. Fractura hidráulica.....	23
Figura 11. Pozos o sumideros (jarras - sink holes).....	24
Figura 12. Tubificaciones dispersivas en los cimientos.....	24
Figura 13. Proceso de formación de surcos y cárcavas.....	25
Figura 14. Componentes de la subrasante mejorada.....	33
Figura 15. Proceso para toma de decisiones para el diseño de un pavimento.....	34
Figura 16. Proceso de selección del método de estabilización más adecuado.....	36
Figura 17. Proceso de floculación.....	40
Figura 18. Diagrama de diseño con preprueba - posprueba y grupo de control.....	46
Figura 19. Ficha de recolección de datos del ensayo de límites de consistencia.....	52
Figura 20. Ficha de recolección de datos del ensayo de Pinhole.....	53
Figura 21. Ficha de recolección de datos del ensayo de Crumb.....	54
Figura 22. Ficha de recolección de datos del ensayo de CBR.....	55
Figura 23. Ficha de recolección de datos del ensayo de compresión uniaxial – CNC.....	56
Figura 24. Elección del cemento WARI tipo I como aditivo para la estabilización de suelos dispersivos.....	61
Figura 25. Erosión en la prog. 16+370 de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo ...	64
Figura 26. Exploración de campo para reconocimiento del área de estudio.....	64
Figura 27. Mapa Satelital de la ubicación de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno.....	65

Figura 28. Ubicación y localización geográfica.....	67
Figura 29. Ubicación de calicatas	69
Figura 30. Fotografía de la Calicata 01 - Prog. 16+250.....	70
Figura 31. Fotografía de la Calicata 02 - Prog. 16+500.....	70
Figura 32. Fotografía de la Calicata 03 - Prog. 16+750.....	71
Figura 33. Fotografía de la Calicata 04 - Prog. 17+000.....	71
Figura 34. Fotografía de la Calicata 05 - Prog. 17+250.....	71
Figura 35. Fotografía de la Calicata 06 - Prog. 17+500.....	72
Figura 36. Procedimientos realizados para el contenido de humedad	73
Figura 37. Procedimientos del ensayo: remojo, lavado y secado en el horno de las muestras ensayadas.....	76
Figura 38. Procedimientos del ensayo: tamizado y pesado de la muestra ensayada retenida en cada tamiz.....	77
Figura 39. Preparación de las 12 muestras ensayadas, pasantes del tamiz N°40 antes de ser hidratadas con agua destilada.....	79
Figura 40. Muestra de suelo ensayada en la cuchara de casagrande.....	79
Figura 41. Ranura cerrada después del golpeo	80
Figura 42. Realización de rollitos sobre una placa de vidrio esmerilado.....	81
Figura 43. Suelo en el límite plástico	82
Figura 44. Carta de plasticidad	83
Figura 45. Rangos de índice de plasticidad y límite líquido para materiales limo-arcillosos.....	86
Figura 46. Patrón de compactación con el pisón en el molde	89
Figura 47. Aplicación de la compactación en los ensayos de proctor modificados realizados.....	89
Figura 48. Pruebas de CBR.....	91
Figura 49. Medición de la expansión de los suelos.....	91
Figura 50. Penetración de suelos mediante la aplicación de cargas controlando la deformación.....	92
Figura 51. Corrección de carga-curva de penetración.....	93
Figura 52. Método para ajustar la curva ascendente cóncava	94
Figura 53. Prensa para extraer el agua de los poros del suelo	95
Figura 54. Refractómetro portátil típico	96
Figura 55. Lectura del refractómetro en ángulo recto dirigiéndolo a una fuente de luz.....	97
Figura 56. Escala de medición del refractómetro.....	97

Figura 57. Preparación de la muestra para la realización de la prueba de pH.	99
Figura 58. Lectura del pH con el pH-metro.	99
Figura 59. Procedimiento de preparación de muestra y compactación del suelo para realizar la prueba de dispersividad de los suelos.	101
Figura 60. Tallado de los cubos de suelo para la prueba e inmersión de los especímenes en agua destilada.	101
Figura 61. Especímenes de suelo y grado de dispersión asignados.....	102
Figura 62. Equipo mecánico para unificar el dispersante químico con agua destilada y batidora mecánica como equipo dispersor.	104
Figura 63. Cámara de curado de probetas de 1000 ml con control de temperatura para el ensayo de doble hidrometría.....	104
Figura 64. Esquema del equipo del ensayo de Pinhole.....	107
Figura 65. Implementación de la prueba en el equipo de pinhole.....	107
Figura 66. Control de diámetro final del agujero al término de la prueba.....	108
Figura 67. Flujograma - descripción de procedimientos del Método A.	109
Figura 68. Flujograma - descripción de procedimientos del Método B.	110
Figura 69. Flujograma - descripción de procedimientos del Método C.	111
Figura 70. Criterio de evaluación de resultados de la prueba de pinhole para el método C.....	113
Figura 71. Condiciones de tallado de las muestras que serán ensayadas en prueba de compresión uniaxial.	118
Figura 72. Toma de datos de la muestra previo a ser ensayada.	119
Figura 73. Partes del equipo de compresión inconfiada.....	119
Figura 74. Preparación de la muestra para la compactación del suelo – cemento.	121
Figura 75. Remoldeo de suelos dispersivos con adición de cemento para la prueba de compresión inconfiada.....	121
Figura 76. Probetas de suelo cubiertas de plástico preparados para su periodo de curados dentro de una poza de agua por 6 días.	122
Figura 77. Curado de las probetas de suelo - cemento sin protección por 24 horas.	122
Figura 78. Probetas de suelo – cemento después del periodo de curado, con 6% de cemento.....	123
Figura 79. Probeta de suelo – cemento sometidos a compresión uniaxial.....	123
Figura 80. Preparación de la muestra de suelo dispersivo con cemento.....	125

Figura 81. a. Variación de la dispersividad del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento. b. Variación del caudal final del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento.....	127
Figura 82. Variación del grado de dispersividad del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento.	129
Figura 83. a) Variación del límite líquido del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento; b) Variación del límite plástico del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento; c) Variación del índice de plasticidad del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento.....	131
Figura 84. a) Variación del valor de CBR al 95% de la MDS del suelo dispersivo tratado con diferentes contenidos de cemento b) Variación del valor de CBR al 100% de la MDS del suelo dispersivo tratado con diferentes contenidos de cemento ...	134
Figura 85. a) Variación de la MDS del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento b) Variación del OCH del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento.....	136
Figura 86. Variación de la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo con varios contenidos de cemento, en el caso de suelo - cemento el periodo de curado fue de 7 días en diferentes condiciones	138
Figura 87. Regla de decisión para el rechazo o aceptación de las hipótesis estadísticas.	138
Figura 88. Requisitos del análisis estadístico paramétrico.	141
Figura 89. Requisitos del análisis estadístico no paramétrico.	142
Figura 90. Consideraciones para la prueba de normalidad.	142
Figura 91. Regla de decisión para el análisis de la prueba de normalidad.	143
Figura 92. Consideraciones de la prueba de homogeneidad de varianzas.	143
Figura 93. Regla de decisión para el análisis de la prueba de homogeneidad de varianzas	144
Figura 94. Superficie degradada por procesos de erosión y/o tala indiscriminada – Gobierno Regional de Puno.....	183
Figura 95. Identificación de la problemática en la Localidad de Kelluyo - 01	402
Figura 96. Identificación de la problemática en la Localidad de Kelluyo - 02.....	402
Figura 97. Identificación de la problemática en la Localidad de Kelluyo - 03.....	403
Figura 98. Identificación de la problemática en la Localidad de Kelluyo - 04.....	403
Figura 99. Identificación de la problemática en la Localidad de Kelluyo - 05.....	404
Figura 100. Identificación de tubificación retrógrada que atraviesa la plataforma - 01....	404

Figura 101. Identificación de tubificación retrograda que atraviesa la plataforma - 02....	405
Figura 102. Identificación de erosión interna en puntos cercanos a la carretera	405
Figura 103. Identificación de puntos de agua cercanos a la plataforma de la carretera .	406
Figura 104. Se realizó el reconocimiento campo del tramo que presenta suelos dispersivos.....	406
Figura 105. Se evidencia capas de humus; característico en suelos dispersivos.....	407
Figura 106. Se evidencia materia orgánica; característico en suelos dispersivos	407
Figura 107. Se evidencia erosión interna en el talud de la carretera.....	408
Figura 108. Exploración y muestreo de las calicatas - prog. 17+000 / C-04.....	408
Figura 109. Exploración y muestreo de las calicatas - prog. 17+500 / C-06.....	409
Figura 110. Extracción de muestras inalteradas de las calicatas – prog. 16+750 / C-03.....	409
Figura 111. El cuarteo de muestras es muy importante para tener una muestra representativa.....	410
Figura 112. Muestras que serán sometidas al ensayo de análisis granulométrico	410
Figura 113. Preparación de muestras para el ensayo de límites de consistencia.....	411
Figura 114. Preparación de la muestra suelo - cemento para hacer el ensayo de límites de consistencia.....	411
Figura 115. Ensayo de límite líquido en la cuchara de casagrande.....	412
Figura 116. Preparación de muestras para realizar el ensayo de próctor y CBR	412
Figura 117. Distribución homogénea de la muestra para ser compactada por capas	413
Figura 118. Ensayo de próctor modificado.....	413
Figura 119. Secado de muestras en el horno a 110°C de ensayos varios para determinar el contenido de humedad.....	414
Figura 120. Ensayo de CBR antes de sumergirlo al agua	414
Figura 121. Medición de la expansión de los suelos ensayados.....	415
Figura 122. Muestra sometida al ensayo de CBR, la pigmentación blanca sobresale....	415
Figura 123. Remoldeo de muestras de suelo - cemento para someterlo a la prueba de resistencia a la compresión uniaxial.....	416
Figura 124. Tiempo de curado sumergido en agua, de probetas de suelo – cemento previo al ensayo de resistencia a la compresión uniaxial	416
Figura 125. Preparación de la muestra suelo - cemento para realizar los ensayos para la identificación y caracterización de suelos dispersivos	417
Figura 126. Homogenización del suelo a ensayar con agua, el agua se añade según lo que indique la prueba de compactación que proporciona el OCH.....	417

Figura 127. Compactación de la muestra preparada mediante la prueba de compactación de la miniatura de harvard quien nos permite llegar al 95% de la MDS del próctor	418
Figura 128. Muestra preparada y tallada en cubos de 1.50 x 1.50 cm para el ensayo de Crumb	418
Figura 129. Método de prueba de Crumb para clasificar los suelos por su grado de dispersividad.....	419
Figura 130. Método de prueba de Pinhole	419
Figura 131. Método de prueba de Pinhole - abertura del agujero de 1mm.....	420
Figura 132. Aforo del agua que fluye a través del agujero realizado en el suelo	420
Figura 133. Método de prueba de doble hidrometría	421
Figura 134. Registro de masa del hexametafosfato de sodio y el agua destilada.....	421
Figura 135. Muestras preparadas para ser disueltas en las probetas de 1000 ml.....	422
Figura 136. Uso de batidora para unificar el suelo, el agua y el hexametafosfatos de sodio antes de la prueba.....	422
Figura 137. Medición de sedimentación con el hidrómetro 152-H.....	423
Figura 138. Control del pH de los suelos muestreados	423
Figura 139. Control del pH de los suelos muestreados - medición.....	424
Figura 140. Disposición del cemento Wari tipo I como aditivo estabilizador.....	424
Figura 141. Las muestras de suelo - cemento tuvieron un periodo de curado de 7 días en recipientes herméticos	425
Figura 142. Carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, Distrito de Kelluyo	425

RESUMEN

Las arcillas dispersivas son propensas a la erosión interna y podrían causar problemas significativos en proyectos geotécnicos, por ende, es indispensable identificarlo en una etapa temprana y plantear un método de solución para evitar problemas estructurales a futuro. En esta investigación, se evaluó principalmente al cemento como aditivo para estabilizar un suelo altamente dispersivo que fue encontrado en la Prog. 16+500 de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno. En el proceso, se consideró la adición de 2%, 4%, 6% y 8% de cemento para el tratamiento del suelo altamente dispersivo, de ahí que, se logró apreciar un aumento significativo de la capacidad de soporte (CBR), la resistencia a la compresión uniaxial (CNC) y la máxima densidad seca (MDS), así mismo, se mostró una disminución significativa en la dispersividad, en el contenido óptimo de humedad (OCH) y en los límites de consistencia, tal es el caso del límite líquido y del límite plástico, siendo este comportamiento muy favorable. La metodología empleada en esta investigación fue el enfoque cuantitativo, con un diseño de investigación experimental y para validar la hipótesis se utilizó el análisis estadístico inferencial - paramétrico, donde se determinó que el contenido ideal de cemento para este suelo altamente dispersivo es la muestra tratada con cemento al 6%. El grado de dispersividad de la muestra patrón tratada con cemento al 6% clasifica como un suelo no dispersivo (ND1) según el método de prueba Pinhole donde inicialmente clasificó como un suelo altamente dispersivo (D1) y Grado 1 (no dispersivo) con el método de prueba de Crumb donde inicialmente clasificó como Grado 4 (altamente dispersivo). La capacidad de soporte (CBR) del suelo aumentó 17 veces más para la muestra tratada con cemento al 6% en comparación de la muestra no tratada. La resistencia a la compresión uniaxial (CNC) aumentó 4 veces para la muestra tratada con cemento al 6% en comparación de la muestra no tratada, con un periodo de curado de 6 días y sumergidas en agua por 24 horas, evaluándose así en un estado más crítico que el caso del CBR. Finalmente, se demostró que los efectos del uso de cemento en la muestra son eficaces para estabilizar los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno.

Palabras Clave: Suelos dispersivos, Cemento, Estabilización, Pinhole, Crumb, Plasticidad, Capacidad de Soporte (CBR), Resistencia a la Compresión Uniaxial (CNC).

ABSTRACT

The dispersive clays are prone to internal erosion and could cause significant problems in geotechnical projects, therefore, it is essential to identify it at an early stage and propose a solution method to avoid structural problems in the future. In this investigation, cement was mainly evaluated as an additive to stabilize a highly dispersive soil that was found in Prog. 16+500 of the Desaguadero - Kelluyo bypass road, Puno. In the process, the addition of 2%, 4%, 6% and 8% cement was considered for the treatment of the highly dispersive soil, hence, a significant increase in the support capacity (CBR) was observed, the resistance to uniaxial compression (CNC) and the maximum dry density (MDS), likewise, a significant decrease was shown in the dispersivity, in the optimum moisture content (OCH) and in the limits of consistency, such is the case of liquid limit and plastic limit, this behavior being very favorable. The methodology used in this research was the quantitative approach, with an experimental research design and inferential-parametric statistical analysis was used to validate the hypothesis, where it was determined that the ideal cement content for this highly dispersive soil is the sample treated with 6% cement. The degree of dispersivity of the standard sample treated with 6% cement classifies as a non-dispersive soil (ND1) according to the Pinhole method, where initially it is classified as a highly dispersive soil (D1) and Grade 1 (non-dispersive) with the method Crumb's test where I initially classify as Grade 4 (highly dispersive). The bearing capacity (CBR) of the soil increased 17 times more for the sample treated with 6% cement compared to the untreated sample. The resistance to uniaxial compression (CNC) increased 4 times for the sample treated with 6% cement compared to the untreated sample, with a curing period of 6 days and submerged in water for 24 hours, thus evaluating it in a state more critical than the case of the CBR. Finally, it was shown that the effects of the use of cement in the sample are effective in stabilizing the dispersive soils of the detour Desaguadero – Kelluyo highway, Puno.

Keywords: Dispersive soils, Bearing Capacity (CBR), Uniaxial Compressive Strength (CNC), Pinhole, Crumb, Double Hydrometry, Cement, Soil, Stabilization, Plasticity.

INTRODUCCIÓN

Los suelos dispersivos se caracterizan por presentar un alto contenido de cationes de sodio que envuelve a cada partícula de la microestructura del suelo y hacen que las fuerzas eléctricas repulsivas entre partículas superan a las fuerzas de atracción de manera que al estar en contacto con el agua la microestructura del suelo dispersivo va desprendiéndose gradualmente en un periodo de tiempo muy corto. En la superficie, las partículas del suelo dispersivo que son arrastradas por el agua quedan gradualmente en suspensión (a flote) y eventualmente son transportadas a las capas inferiores del suelo a través de hoyos que quedaron por la extracción de raíces, hoyos que pueden ser excavaciones de la fauna existente en el área, como es el caso de los roedores o simplemente por la pérdida de humedad del suelo llegando a un punto de desecación. Las arcillas dispersivas estudiadas han sido detectadas en climas áridos y semiáridos como acumulación de sedimentos lacustres pluvial situadas generalmente sobre otros estratos de suelos.

La investigación evalúa principalmente las propiedades físicas y mecánicas del suelo dispersivo, por ello, se enfoca en la importancia de identificar y clasificar los suelos dispersivos, en determinar la capacidad de soporte (CBR) y la resistencia a la compresión uniaxial (CNC), debido a que, de acuerdo a la calidad de la subrasante natural (en este caso es pésima) se propone realizar una estabilización ya sea mecánica o en este caso química, pues el cemento es el aditivo estabilizador. Para lograr el mejoramiento de la subrasante natural se busca encontrar un porcentaje ideal de cemento, para ello se experimenta con diferentes contenidos de cemento, mediante esta propuesta el suelo dispersivo logrará estar en los rangos aceptables y cumplirá con los estándares de calidad exigidas en el manual de suelos y pavimentos del ministerio de transportes y comunicaciones (MTC) para una subrasante natural estable.

Según la bibliografía revisada, estos suelos dispersivos han llevado al colapso a muchas obras civiles, tales como, obras hidráulicas, carreteras, edificaciones, terraplenes, presas, etc., esto ocurre cuando las partículas del suelo entran en contacto con el agua, ya sea en la presencia de flujo hidráulico o un charco de agua estancada; las partículas del suelo se separan (dispersan) haciendo que se activen las fallas típicas, tales como la formación de tubificaciones en el suelo, socavones (cárcavas) y hundimientos en la superficie de la subrasante natural (subsidiencias). “Los suelos dispersivos son propensos a la falla por el proceso de erosión interna, una de las subclases de la erosión interna se denomina erosión de contacto, en la que las partículas de la capa del suelo con granos más finos se mueven

hacia los poros de la capa de grano grueso junto con el flujo de agua, en otras palabras, la erosión por contacto ocurre en la interfaz de dos de suelo con diferente tamaño de partículas” (1 p. 1).

En la actualidad, el marco normativo del Perú tiene como referencia de suelos problemáticos a los siguientes: a) Suelos expansivos b) Suelos colapsables y c) Suelos potencialmente licuables, dejando de lado a los suelos dispersivos. Los suelos dispersivos son igual de problemáticos que los anteriores mencionados y se presentan en gran cantidad de obras civiles de nuestro País, muchas veces no son identificados en la etapa inicial, es decir, en la etapa de proyecto. Se hace hincapié a la importancia del estudio y caracterización de este de suelos dispersivos debido a la problemática que causan en el proceso constructivo de movimiento de tierras masivos en las obras civiles y post-construcción.

Los suelos dispersivos son especiales y no pueden ser identificados solo con una clasificación de suelo convencional o por sus propiedades físicas, tales como la gradación del suelo (análisis granulométrico), el contenido humedad o los límites de consistencia, pues esos parámetros son muy convencionales en los estudios de mecánica de suelos. Por lo tanto, es muy importante la exploración de la zona y conocer las características de campo con el cual se puede inferir la presencia de suelos dispersivos, es ahí donde se plantean ensayos especiales que nos permiten identificar este tipo de suelo problemático.

Los ensayos especiales que se plantean en esta investigación son los ensayos que tienen mayor confiabilidad, accesibilidad y que están estandarizados por normativas ASTM internacional (American Society for Testing and Materials). El objetivo principal de estos ensayos especiales son determinar el grado de dispersividad (potencial dispersivo) en un suelo, los ensayos que se aplican son el ensayo de crumb, doble hidrometría y de Pinhole, esta última es el más aceptado ya que implica en inducir un flujo de agua a través de un orificio de 1 mm que atraviesa la muestra, los parámetros del ensayo que nos permitirá clasificar las características dispersivas del suelo dependerá básicamente de la velocidad del flujo de agua, si el agua es turbia, el diámetro final del orificio inicial y la carga hidráulica que soporte el suelo.

Por todo lo mencionado, la investigación tiene como objetivo principal (objetivo general) evaluar los efectos del uso de cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo. La investigación presenta cuatro objetivos específicos, los cuales son: 1) determinar los efectos de la adición de cemento en la

clasificación dispersiva del suelo dispersivo, 2) determinar el efecto de la adición de cemento en los límites de consistencia del suelo dispersivo, 3) determinar el efecto de la adición de cemento en la capacidad de soporte del suelo dispersivo y 4) determinar el efecto de la adición de cemento en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo.

Para determinar las propiedades físicas (algunas propiedades químicas que influyen en las propiedades físicas) y propiedades mecánicas del suelo se aplicó normativas ASTM internacional que estandarizan los procedimientos y cálculos de cada uno de los indicadores planteados en esta investigación. Mediante la aplicación de estas normativas se hizo posible el proceso de recolección de datos en el laboratorio usándolos como instrumentos, ahora bien, las normativas ASTM internacional utilizadas en esta investigación son las de código ASTM D2216-19, ASTM D4318-17, ASTM D6913-17, ASTM D2487-17, ASTM D3282-15, ASTM D1557-20, ASTM D1883-16, ASTM D6572-21, ASTM D4647-13 R-20, ASTM D4221-18, ASTM D7928-17. Para la evaluación de los resultados se utilizó los manuales de carreteras aprobadas por el ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). Para proponer los puntos de exploración en el tramo de estudio, evaluar la calidad de la subrasante natural y la dosificación de cemento se utilizó la sección de suelos y pavimentos del MTC.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del problema

1.1.1 Planteamiento del problema

La tendencia a la erosión de un suelo dispersivo está enlazado específicamente a la microestructura del suelo, y ella está conformada principalmente por la parte mineralógica, el contenido de sales disueltas en el agua intersticial y los componentes químicos del suelo. El grado de dispersividad de los suelos no pueden ser identificados con una clasificación de suelos común, ni con los ensayos convencionales que se suelen realizar en laboratorio; por lo cual se vuelve necesario plantear otro tipo de ensayos para poderlos identificar y clasificar. El poder reconocer, clasificar e identificar la presencia ciertos suelos dispersivos en la subrasante natural del tramo de una carretera, en la fundación de cualquier obra civil, o en la construcción de presas y terraplenes e incluso en evaluaciones ambientales, resulta un aporte muy importante.

Los suelos dispersivos se erosionan fácilmente, ya que contienen un alto porcentaje de iones de sodio intercambiables en su microestructura, y al estar en ese estado físico - químico las partículas del suelo rechazan y no toleran la presencia del agua. Los suelos en ese estado se vuelven muy sensibles y se dispersan al mínimo contacto con el agua (son altamente erosivos), este contacto se puede dar con un menor gradiente hidráulico (flujo de agua) y en algunos casos con el agua estancada que se encuentran completamente en reposo. “Cuando el suelo dispersivo es sumergido en agua, la fracción del suelo tiende a comportarse de manera semejante a las partículas granulares, es decir, las partículas de este suelo

tienen una atracción mínima de electroquímica y fallan hasta adherirse cercanamente o enlazarse con otras partículas de suelo” (2). La principal diferencia entre un suelo dispersivo y uno ordinario es el comportamiento que se percibe al estar en contacto con el agua, donde se puede ver que la arcilla ordinaria tiene una marcada resistencia ante la erosión, y eso, es algo que los suelos dispersivos no tienen. Los suelos dispersivos “tienen una preponderancia de cationes de sodio, en tanto las ordinarias tienen una preponderancia de cationes de calcio, potasio y magnesio en el agua de poros” (2). En la figura 1 se puede apreciar el comportamiento descrito en este párrafo.

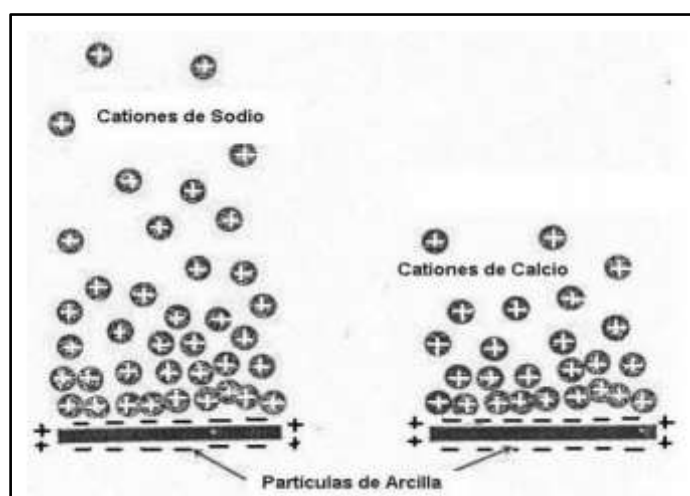


Figura 1. Comportamiento de los iones de sodio y calcio adheridos a las partículas del suelo. Tomada de “Identificación y estabilización de suelos dispersivos: Estado de arte”, González y Armas, 2008, p. 1.

A nivel internacional, los suelos dispersivos son muy estudiados, principalmente en México y en otros países latinoamericanos como Ecuador, Paraguay y Bolivia los cuales le dan mucha relevancia porque estos suelos son frecuentes en sus regiones. En México, en el año 1972 cuando la presa de derivación del proyecto denominado “la escondida” en el estado de Tamaulipas estaba en plena construcción, específicamente cuando aún se construía el vertedero de excesos, se presentó una lluvia torrencial en la región, con una intensidad máxima de 227 mm y tuvo una duración de 24 horas, esta anomalía climatológica natural provocó que el vaso que se construía se llenara de agua hasta una altura de 2 metros por debajo de la corona, a pocas horas el dique del lado izquierdo fallo, los desperfectos que se encontraron dentro de la estructura fueron 45 tubificaciones y 7 fallas por sifonamiento, según los estudios realizados previos a la construcción no existían precedentes históricos similares. Se realizaron estudios de mecánica de suelos,

contenido de sales, difracción rayos X, permeabilidad, todos esos ensayos para encontrar las razones por las que fallaron, al final de los estudios y evaluaciones concluyeron que todas las fallas fueron ocasionadas por la presencia de arcillas dispersivas, las cuales no fueron identificadas en la etapa de proyecto (3), y este fue el primer precedente en México que dio inicio al estudio e identificación temprana de estos suelos problemáticos. En Ecuador, en la Planicie Costanera y en parte de la Amazonia perteneciente al País, es muy frecuente la presencia de suelos dispersivos, pues, se tienen varios casos de fallas en estructuras realizadas en zonas donde hay pendientes, también fallas por tubificación en taludes, afectaciones a los terraplenes de carreteras, canales, etc. El país hizo un aporte muy importante ante la presencia de suelos dispersivos, pues desarrollaron una guía para identificarlos con base en sus características superficiales que les permite la identificación visual en el momento de la exploración en campo, una contribución muy importante por parte de los especialistas (4). En Bolivia, la investigación realizada por profesionales de la especialidad para identificar los límites de la zona en la ciudad de Cochabamba, dónde existe arcilla del tipo dispersivo hasta 2 m de profundidad, fue algo que les tomó mucho tiempo, pero se logró. La identificación de este tipo de arcilla es importante para evitar problemas de agrietamiento y/o colapso de las viviendas. El estudio geotécnico realizado comprendió la extracción de muestras en calicatas excavadas hasta 2 m de profundidad, la clasificación del suelo según el sistema unificado, la determinación del grado de dispersión a partir de ensayos de erosión interna (Pinhole test) y los ensayos de doble hidrometría, se ha podido identificar la zona consistente de arcilla dispersiva. Finalmente, se ha realizado la verificación en campo y ajustado los límites de la zona de estudio. Se refiere de los datos observados, que, para evitar erosión interna en la zona determinada, se debe evitar el ingreso de agua al subsuelo construyendo un sistema de drenaje pluvial adecuado y protegiendo principalmente los taludes en el río Rocha (5).

A nivel nacional, hay escasa información sobre suelos dispersivos, pese a que estas están presentes en varios puntos del país, además, no se tiene respaldo normativo para la implementación de ensayos que permitan clasificar este tipo de suelos. Garay y Alva (2011) (6), en donde describen los ensayos físicos que son confiables y que son usados en la actualidad para la clasificación e identificar de los suelos dispersivos, buscan desarrollar y dar más alcances sobre este suelo peculiar poco estudiado en nuestro país. Los ensayos que plantearon se realizaron en el

Laboratorio Geotécnico del CISMID de la FIC-UNI. Para realizar estos ensayos se basaron en las Normas ASTM, excepto para el ensayo de Crumb, pues se rigieron en una Norma del USBR. Se programaron ensayos de clasificación de suelos para determinar la composición granulométrica y la plasticidad de las muestras, para luego realizar los ensayos de dispersión. A continuación, se indican las obras donde se presentaron suelos dispersivos y fueron analizados en esta publicación: a) Muestras de la Laguna de Oxidación de San José-Chiclayo, b) Muestra de la Cantera de UNICON en Jicamarca-Lima, c) Muestra del Proyecto Rehabilitación de la Carretera Ilo-Desaguadero en Puno, d) Muestra de la Presa Tinajones en Lambayeque, e) Muestra de la Presa Cuchoquesera en Ayacucho. Los ensayos de dispersión de suelos realizados para determinar las características dispersivas fueron: Ensayo de Crumb, Ensayo de Doble Hidrómetro, Ensayo de Pinhole. El propósito principal de los ensayos presentados fue la identificación de los suelos dispersivos, que son la causa de fallas en presas de tierra y serias erosiones en otras estructuras de tierra, realizando también una comparación de resultados, concluyendo que la opción más simple y económica es emplear los ensayos de Crumb y Pinhole, y que el ensayo de Pinhole es el más fiable, por ser un ensayo cuantitativo y cualitativo (6).

A nivel local, en la región de Puno no se tiene antecedentes de investigación respecto a los suelos dispersivos, las principales limitantes son la falta de equipos y es poco difundido entre los especialistas, por ello se ignora la problemática que atrae la existencia de estos suelos.

Según el Mapa de Erosión de la Región de Puno (ver Anexo A); se puede inferir la existencia de suelos dispersivos en varias Provincias de la Región de Puno entre un nivel alto (zona naranja) y muy alto (zona roja). Esta inferencia se toma debido a que la principal acción de los suelos dispersivos es la erosión. La carretera desvío Desaguadero – Kelluyo se ubica geográficamente en el Distrito de Kelluyo, Provincia de Chucuito – Región de Puno. Tomando como referencia nuevamente al Mapa de Erosión de la Región de Puno, se verificó que el lugar de la investigación se encuentra dentro de la zona con erosión de nivel ALTA (zona naranja), esto según la leyenda del mapa en mención, y eso nos da una probabilidad alta de que se trate de suelos dispersivos.

En la zona de investigación el periodo de lluvias se inicia en el mes de setiembre, intensificándose en los meses de enero, febrero y marzo donde se presentan lluvias torrenciales, estas causan la saturación del suelo por la ascensión del nivel freático y la presencia de aguas estancadas en la superficie del suelo de algunos tramos de la carretera. En este periodo de lluvias, el nivel de la subrasante natural del tramo en estudio se muestra muy inestable y crítico. El tramo de la carretera en estudio que presenta el suelo dispersivo, se activa debido al cambio de humedad por el periodo de lluvias y empieza a presentar fallas estructurales en la superficie de rodadura, presentando tubificaciones profundas y cárcavas que van por debajo de la estructura del pavimento, pudiendo colapsar. Esta situación resulta muy preocupante, y viene afectando a los pobladores de la localidad de Kelluyo, como también va generando pérdidas económicas, pues cada año se solicita el mejoramiento de este tramo.

La investigación plantea un aspecto muy importante, pues se enfatiza en la identificación, clasificación y estabilización de estos suelos dispersivos. Esta acción de estabilizar el suelo mediante la adición de un aditivo permitirá tener un tramo más estable en periodos climáticos críticos. El mejoramiento de suelos a través de la estabilización química utilizando el cemento portland como aditivo, es lo que se propone en esta investigación, esto se plantea para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo que compone la subrasante natural inestable del tramo de la carretera estudiada con el fin de incrementar la resistencia a agentes externos que puedan dañar la vía, esta es una práctica muy común en la ingeniería.

La estabilización de suelos con cemento es una tecnología que se usa principalmente para modificar las propiedades físicas y mecánicas a favor del suelo, pues, esta metodología mejora su desempeño. La construcción de vías bajo la tecnología del suelo – cemento es cada vez la mejor opción para brindar estabilidad a la subrasante, esta técnica aprovecha las propiedades adherentes, ligantes y cohesivas del cemento para obtener un material con mejores características.

1.1.2 Formulación de Problema

1.1.2.1 Problema General

¿Cuáles son los efectos del uso de cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?

1.1.2.2 Problemas Específicos

P.1. ¿Cuál es el efecto de la adición de cemento en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?

P.2. ¿Cuál es el efecto de la adición de cemento en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?

P.3. ¿Cuál es el efecto de la adición de cemento en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?

P.4. ¿Cuál es el efecto de la adición de cemento en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Evaluar los efectos del uso de cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

1.2.2 Objetivos Específicos

O.1. Determinar los efectos de la adición de cemento en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

O.2. Determinar el efecto de la adición de cemento en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

O.3. Determinar el efecto de la adición de cemento en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

O.4. Determinar el efecto de la adición de cemento en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

1.3 Justificación e importancia

1.3.1 Justificación práctica

Las condiciones del suelo de fundación siempre serán importantes para la construcción de cualquier obra civil, en este caso, las carreteras son construidas sobre diferentes suelos debido a la distancia de estas, y por la envergadura se requiere de un estudio de suelos bastante completo para definir su diseño y de esta manera evitar fallas que podrían generar ampliaciones de plazo y pérdidas económicas en el proceso de construcción y post-construcción. La importancia de identificar a tiempo la posible presencia de suelos problemáticos en el trayecto de la vía, es muy importante.

Esta investigación propone estabilizar la subrasante natural de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, para ello se plantea el uso de cemento como aditivo estabilizador pues favorece positivamente a las propiedades físicas y mecánicas del suelo haciendo que sea más estable, de manera que, permitirá que el tramo de la carretera en estudio no sea afectado y el tránsito fluya libremente en épocas de avenidas intensas donde se activa las características dispersivas del suelo.

1.3.2 Justificación técnica

La problemática que generan los suelos dispersivos en obras civiles, es que estas se vuelven inestables o desfavorables al modificar la microestructura y el contenido de humedad, dichos cambios conducen a que las obras presenten fallas en su estructura. Los suelos dispersivos, si no son identificados y si son utilizados inapropiadamente pueden acarrear daños graves pudiéndose presentar fallas parciales o totales en la estructura de obras civiles. Las áreas que están propensas a fallas, son las zonas expuestas al agua (flujo hidráulico o aguas estancadas) y pueden desarrollar los fenómenos de tubificación.

Es por ello, que la investigación pretende abordar el tema la estabilización de la subrasante natural (suelo dispersivo), utilizando el método de suelo – cemento, con una perspectiva amplia, para evitar y/o controlar la compleja problemática actual que presenta el tramo en estudio de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, debido al grado de dispersividad que presentan estos suelos.

1.3.3 Justificación social

Esta investigación genera beneficios a los usuarios (población), así como al gobierno local, pues, su principal aporte se da en la mejora y sostenibilidad de los recursos en mano de obra, maquinaria pesada y combustible. Los costos que genera el acarreo de materiales, y otros, que demanda el mantenimiento periódico se reducirán. La estabilización suelo – cemento, trabajara adecuadamente con los suelos dispersivos y se garantizará que cumplan con los requerimientos de calidad de nuestra normativa. Esta acción, hará que el tránsito vehicular en periodos de lluvias sea fluido, y propicia el crecimiento de la localidad de Kelluyo, pues los problemas por la presencia de estos suelos dispersivo en la carretera limitaban su crecimiento; además, esta investigación quedará como un antecedente local para próximas investigaciones sobre suelos dispersivos en nuestra región de Puno.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

1.4.1 Hipótesis

1.4.1.1 Hipótesis general

Los efectos del uso de cemento influyen positivamente en la estabilización de los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

1.4.1.2 Hipótesis específicas

H.1. La adición de cemento influirá positivamente en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

H.2. La adición de cemento influirá positivamente en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

H.3. La adición de cemento influirá positivamente en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

H.4. La adición de cemento influirá positivamente en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

1.4.2 Descripción de variables

1.4.2.1 Variable independiente

Cemento.

El cemento es considerado como un aditivo estabilizador en esta investigación, es un tipo de estabilización química, que, por sus bondades como aglomerante y al tener una característica de endurecimiento al primer contacto con el agua, hace que esta reacción sea propicia para estabilizar un suelo.

1.4.2.2 Variable dependiente

Estabilización de suelos dispersivos.

Principalmente, la estabilización química de suelos dispersivos planteada en esta investigación va enfocada en dar solución a la problemática generada por el grado de dispersividad que presenta el suelo en la muestra patrón. “La dispersividad del suelo se relaciona con el alto porcentaje de iones de sodio (Na^+) adheridos a las partículas del suelo. Por ende, la correcta forma de estabilizar los suelos dispersivos será sustituir los iones inestables de sodio (Na^+) por otros iones como él (Ca^+), (Al^{3+}), (Mg^{2+}), mediante un intercambio químico” (2). Con la estabilización se tiene como objetivo la modificación de las propiedades del suelo mediante la adición de un cementante para un buen desempeño, para ello la investigación buscará la dosificación ideal de cemento para lograr estabilizar los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo bajo la tecnología suelos – cemento.

1.4.2.3 Tabla de operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Tipo de Variable		Definición Operacional	Dimensiones	Indicador	Unidad de Medida	Tipo de Variable	Escala de Medición
Variable Independiente	Cemento	El cemento es considerado como un aditivo estabilizador en esta investigación, es un tipo de estabilización química, que, por sus bondades como aglomerante y al tener una característica de endurecimiento al primer contacto con el agua, hace que esta reacción sea propicia para estabilizar un suelo.	Dosis	% de Cemento adicionado a la Masa Seca del Suelo	%	Cuantitativas - Continuas	Escala de Razón
			Propiedades de características dispersivas del suelo dispersivo estabilizado	Clasificación Dispersiva	Grado de Dispersividad	Cualitativas / Ordinales de Tipo Likert (politómicas)	Escala Ordinal
Variable Dependiente	Estabilización de Suelos Dispersivos	Las propiedades físicas y mecánicas del suelo dispersivo estabilizado se determinan mediante ensayos de laboratorio estandarizados, en este caso se utilizan las normativas ASTM internacional para poder hacerlos medibles y de esta manera poder llegar a nuestros objetivos.	Propiedades de límites de consistencia del suelo dispersivo estabilizado	Límites de Consistencia	%	Cuantitativas / Discreta	Escala de Razón
			Propiedades de capacidad de soporte (CBR) del suelo dispersivo estabilizado	Capacidad de Soporte	% CBR	Cuantitativas / Continuas	Escala de Razón
			Propiedades de resistencia a la compresión uniaxial (CNC) del suelo dispersivo estabilizado	Resistencia a la Compresión Uniaxial	kPA	Cuantitativas / Continuas	Escala de Razón

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del problema

“Los suelos dispersivos son conocidos por los ingenieros agrónomos desde el siglo XIX, aunque el fenómeno de dispersión no fue interpretado hasta mediados del siglo XX. La importancia de este fenómeno para la ingeniería civil e hidráulica fue reconocida por primera vez en la década de 1960, cuando se investigó en Australia el fallo por sifonamiento de pequeñas presas homogéneas de arcilla. Desde aquella época, algunas investigaciones han sido realizadas para refinar procesos de identificación de arcillas dispersivas, ya que las mismas no pueden ser identificadas por los ensayos de laboratorio convencionales normados como clasificación visual, granulometría, o límites de atterberg” (6 p. 16). A continuación, se presentan diferentes investigaciones (entre artículos científicos y tesis actuales) desde el ámbito mundial, regional y nacional relacionada con el problema de investigación de la presente tesis. No se tienen antecedentes locales actuales, por ello, se tomó la estructura de antecedentes del ámbito que se menciona líneas arriba.

2.1.1 Antecedentes mundiales

VAKILI, A. H. et al. (2016) (7). Presentó el artículo de investigación titulado: “*Treatment of dispersive clay soil by ZELIAC*”, que en español dice: “Tratamiento de suelo arcilloso dispersivo con ZELIAC”, en la revista científica “Geoderma”. Los investigadores presentaron como problemática las propiedades geomecánicas deficientes de las arcillas dispersivas, y como consecuencia atraen problemas significativos en proyectos geotécnicos (presas de tierra, terraplenes, carreteras, etc.) y geoambientales. Tuvo como objetivo evaluar el cambio de las propiedades geomecánicas fundamentales del suelo dispersivo de Malasia tratada con ZELIAC

(se compone de carbón activado, piedra caliza, ceniza de cáscara de arroz y cemento portland). La metodología usada se desarrolló en base al enfoque cuantitativo y diseño experimental, la muestra estuvo constituida por una arcilla dispersiva de malasia que fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico intencional, la cual recibió un tratamiento con ZELIAC para mejorar sus propiedades geomecánicas, la técnica utilizada es la observación directa y los instrumentos son fichas de recolección de datos de laboratorio. La prueba consistió en adicionar 2%, 4%, 6%, 8% y 10% de ZELIAC y los tiempos de curado fueron 1, 3, 7, 14, 28 y 90 días, obteniendo como resultado lo siguiente: la dispersividad disminuyó significativamente, la plasticidad se redujo, las características de compactación indican que la máxima densidad seca (MDS) aumenta y el óptimo contenido de humedad (OCH) disminuye y la resistencia a la compresión no confinada (CNC) aumentó gradualmente con un 8% de ZELIAC y un periodo de curado de 28 días, siendo este el óptimo para mejorar todas las propiedades geomecánicas evaluadas. Se concluye que: 1) se considera al ZELIAC como un aditivo económico de fácil acceso, amigable con el ambiente y no peligroso, 2) la disminución de la dispersividad se debió al intercambio catiónico, la floculación y la reacción de aglomeración 3) la relación de tamaño de las partículas fueron modificados, se redujo el porcentaje de finos, 4) las características de compactación mejoraron, la MDS aumentó y el OCH disminuyó, 5) la CNC aumenta a corto plazo, siendo más significativo a largo plazo debido a las reacciones puzolánicas, 6) las propiedades geomecánicas de la arcilla dispersiva mejoró con el incremento de ZELIAC, siendo el 8% el óptimo y no hubo un número óptimo de días de curado hasta los 90 días, 7) el ZELIAC demostró ser eficaz para mejorar la arcilla dispersiva de malasia. Este artículo científico trabaja con la misma variable dependiente e independiente de esta investigación, y será comparable, pues los indicadores son los mismos, este artículo será tomado para realizar la discusión de los resultados.

MOHANTY, S. et al. (2019) (8). Presentó el artículo de investigación titulado: *“Estimating the strength of stabilized dispersive soil with cement clinker and fly ash”*; que en español dice: “Estimación de la resistencia del suelo dispersivo estabilizado con clinker de cemento y cenizas volantes”, en la revista científica “Geotechnical and Geological Engineering”. Los investigadores presentaron como problemática al suelo dispersivo, y la razón principal es porque está detrás de la falla de presas de tierra, terraplenes, pavimentos y otros. Cuando estas estructuras se elevan sobre estos suelos, la medición directa de la fuerza del suelo dispersivo requiere mucho

trabajo y es un proceso costoso y desafiante, por esta razón, se utilizó 4 técnicas de inteligencia artificial para estimar o predecir la resistencia a la CNC del suelo y comparar con el experimento, de esta manera, evaluar cuál técnica de inteligencia artificial es el más acertado. Tuvo como objetivo principal evaluar el rendimiento de los enfoques basados en RF, M5P, GP y ANN para la estimación de la resistencia de la CNC del suelo dispersivo estabilizado con clinker de cemento y cenizas volantes. La metodología usada se desarrolló en base al enfoque mixto, diseño experimental – cuasiexperimental, alcance correlacional, la muestra estuvo constituida por una arcilla de Orissa, Cuttack, India, la cual fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico intencional. De esta manera, el suelo seleccionado recibió un tratamiento con clinker de cemento y cenizas volantes, adicionalmente se trabajó con 52 observaciones obtenidos de los experimentos de laboratorio (36 se usó para el desarrollo del modelo y 16 se usó para probar el modelo), la técnica utilizada es la observación directa e inteligencia artificial y los instrumentos son fichas de recolección de datos de laboratorio y 4 modelos tales como: 1) bosque aleatorio (RF), 2) proceso gaussiano (GP), 3) árbol M5P, 4) red neuronal artificial (ANN). Obteniendo como resultado lo siguiente; la compactación de los materiales primas, el suelo dispersivo tienen una MDS de 13.34 kN/m³ al 34.17% de OCH y el clinker de cemento tiene una MDS de 18.05 kN/m³ al 14.55% de OCH; en la investigación indica que cuando se agrega clinker de cemento hay un aumento en la MDS y una disminución en el OCH; los resultados de resistencia a la CNC indican que el espécimen S3M10 (50%S + 20%F + 30%CC) da lo más alto en comparación con otras mezclas, y los resultados de CBR de las diferentes muestras, el SC7030 (70%S + 30%CC) tiene un valor de CBR más alto en condición sumergida que en otras condiciones sin saturar; y en comparación con los modelos utilizados de inteligencia artificial el modelo RF es más adecuado para la estimación. Se concluye que el conocimiento de la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo es beneficioso en el diseño, para la planificación de redes viales y de riego. Se encuentra que la resistencia a la CNC aumenta significativamente mediante la adición de varias proporciones de cenizas y clinker de cemento, 1) los valores son más altos de resistencia a la CNC en la dosificación de suelo y clinker de cemento (SC7030), pasando de 0.33 a 4.23 MPa con un periodo de curación de 28 días, 2) los valores de CBR en condiciones saturadas son más altas en comparación de los CBR en condiciones no saturadas, 3) los resultados de modelado obtenidos sugieren que la RF tiene una capacidad

adecuada de precisar la estimación de la resistencia a la CNC, ofreciendo también un mejor rendimiento, 4) el tiempo de curado es un parámetro principal y esencial cuando se selecciona el modelo basado en RF para la estimación de la CNC.

MOHANTY, S., Roy, N. y SINGH, S. P. (2021) (9). Presentó el artículo de investigación titulado: "Influence of cement clinker and GGBS on the strength of dispersive soil", que en español dice: "Influencia del clinker de cemento y GGBS en la resistencia del suelo dispersivo", en la revista científica "Lecture Notes in Civil Engineering". Los investigadores presentaron como problemática a los problemas asociados con suelos dispersivos, los cuales tienen un alto problema de hinchamiento y contracción, lo que significa que cuando el suelo entra en contacto con el agua, sufre una severa erosión. Tuvo como objetivo estabilizar el suelo dispersivo para su aprovechamiento en obras de ingeniería civil. La metodología usada se desarrolló en base al enfoque cuantitativo, diseño experimental – cuasiexperimental, alcance exploratorio, la muestra estuvo constituida por una arcilla de Orissa, Cuttack, India que fue seleccionada mediante un muestreo no probabilístico intencional. Mediante la adición de clinker de cemento (5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%) y GGBS (5%, 10% y 15%), obteniendo como resultado lo siguiente, en las características de compactación el valor de la MDS aumenta a medida que se incrementa el porcentaje de clinker de cemento y el OCH disminuye, la prueba de CBR viene a ser la más adecuada para medir la idoneidad de cualquier subrasante compactada y está estrechamente relacionado con la resistencia a la CNC, la mejora en el valor de CBR saturado hasta el 90% es muy estable para el material de subrasante, consiguiendo un resultado bueno con la dosificación de 70% suelo dispersivo y 30% de clinker de cemento y en la resistencia a la CNC muestra que la adición de clinker de cemento, la fuerza de la mezcla de clinker de cemento y suelo nos da la mayor resistencia en comparación con las otras dosificaciones. Se concluye que: 1) La adición de clinker de cemento al suelo dispersivo resulta la mejor opción para poder estabilizar el suelo, contribuyendo positivamente en las propiedades físicas y mecánicas. 2) El suelo dispersivo inicialmente, con la adición de 30% de clinker de cemento se volvieron no dispersivos. 3) En las características de compactación podemos ver que la MDS aumenta y el OCH disminuye. 4) en la resistencia a la CNC y en el CBR, la adición de clinker de cemento mejora las propiedades mecánicas mencionadas, consiguiendo una subrasante estable, lo que reducirá el costo de la construcción de carreteras.

2.1.2 Antecedentes regionales

GÓMEZ, J. et al. (2018) (10). Presentó el artículo de conferencia: “Estudio del comportamiento mecánico y económico de suelos dispersivos de la Región Del Bajo Chaco-Paraguay, con adición de cal hidratada”, en el XIX Congreso Brasileiro de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, Geotecnia y Desarrollo Urbano. Los investigadores presentaron como problemática que en Paraguay aún no se adoptaron medidas necesarias para enfrentar el problema de los suelos dispersivos existentes en la región del chaco paraguayo, para el estado es vital la implementación de estrategias para dar pase a la expansión de la infraestructura. Tuvo como objetivo mejorar las propiedades mecánicas, durabilidad y un análisis económico mediante la adición de cal hidratada al suelo dispersivo. La metodología usada se desarrolló en base al enfoque cuantitativo, diseño experimental – cuasiexperimental, alcance exploratorio, la muestra estuvo constituida por los suelos con comportamiento dispersivo alrededor del municipio de Villa Hayes, el tipo de muestreo es no probabilístico inferencial. Mediante la adición de 5, 8 y 11% de cal hidratada, con tiempo de curado de 7 y 28 días, con temperatura de curado de $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ y $40\pm 2^{\circ}\text{C}$, Pe de suelo – cal de 17, 18 y 19 kN/m³. se obtuvo como resultado lo siguiente, el suelo arcilloso al ser combinado con un estabilizante rico en calcio modifica sus propiedades físicas, en el cual, los principales son la reducción significativamente sus propiedades plásticas y el aumento del tamaño de sus granos, con 2% de cal el suelo mejoró notablemente su comportamiento dispersivo, la resistencia a la compresión no confinada aumentó a una temperatura de curado de 20°C y 40°C , de 2 a 3 veces más. Se concluye que 1) a partir de la adición de 5% de cal el índice de plasticidad baja de 28% a 9.5%, tornándose como un suelo aceptable para la pavimentación sobre este, 2) al adicionar 3% de cal la clasificación dispersiva del suelo cambia de ND4 a ND1 pasando a ser un suelo no dispersivo, 3) referente al comportamiento mecánico, la cal aumentó la resistencia con 3% de cal y se observó que el tiempo de curado provoca un aumento de la resistencia debido a las reacciones puzolánicas.

DURE, L. et al. (2018) (11). Presentó el artículo de conferencia: “Efectos de la temperatura de curado en suelos dispersivos estabilizados con cal y reforzados con fibra de polipropileno en términos de resistencia y durabilidad”, en el XIX Congreso Brasileiro de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica, Geotecnia y Desarrollo Urbano. Los investigadores presentaron como problemática al

comportamiento problemático del suelo dispersivo encontrado en la región del Chaco Paraguayo, tanto con fobia al agua llevando a la erosión. Tuvo como objetivo mejorar la resistencia y durabilidad de los suelos dispersivos estabilizados con cal y reforzarlos con fibra de polipropileno. La metodología usada se desarrolló en base al enfoque cuantitativo, diseño experimental – cuasiexperimental, alcance exploratorio, la muestra estuvo conformada por el suelo dispersivo tomado del municipio Villa Hayes, el tipo de muestreo es no probabilístico inferencial. Obteniendo como resultado lo siguiente, la resistencia a la compresión simple incremento a medida que la temperatura de curado aumentaba, y lo mismo ocurrió con la durabilidad, las propiedades físicas fueron mejoradas, pues la dispersividad del suelo pasó a ser nulo, siendo un punto positivo, pues, la construcción que se haga sobre ella reducirá sus riesgos de falla, la fibra de polipropileno no tiene influencia en la mejora de la durabilidad más si en la resistencia, el tiempo de curado es un proceso que ayuda mucho a mejorar este tipo de suelo gracias a las reacciones puzolánicas. Estos resultados se obtuvieron gracias a los ensayos realizados en laboratorio, donde se trabajó con 0.4% de fibra a diferentes pesos específicos aparentes secos de 17, 18 y 19 kN/m³, con porcentajes de cal de 5, 8 y 11% con tiempos de curado de 7 y 28 días, y temperaturas de curado de 20 y 40°C. Se concluye que 1) los cuerpos con fibra de polipropileno presentaron aumento en la resistencia a la compresión simple a medida que la temperatura aumenta, 20°C no tiene mucho aporte. 2) los cuerpos de prueba de suelo-cal mejoraron la resistencia a la compresión simple, se dio gracias al tiempo de curado y la temperatura de curado.

2.1.3 Antecedentes nacionales

MARÍN, K. J. y CIEZA, R. A. (2020) (12). Sustenta la tesis: “Comportamiento mecánico de los suelos dispersivos tropicales, estabilizados con cemento p^ortland, en la Zona Urbana del Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región de San Martín – 2020”, en la Universidad Científica del Perú, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil. Los investigadores presentaron como problemática la climatología cambiante de la zona, activando de esta manera los suelos dispersivos, llevando a la erosión, pudiendo generar fisuras, grietas o el colapso de alguna estructura que esté cimentada en este tipo de suelo problemático. Tuvo como objetivo evaluar el comportamiento mecánico de los suelos dispersivos estabilizados con cemento portland en la zona urbana del distrito

de Pilluana, provincia de Picota y región de San Martín. La metodología se desarrolló en base al enfoque cuantitativo, diseño experimental – cuasiexperimental, alcance exploratorio, la muestra estuvo constituida por 6 calicatas, las cuales fueron evaluadas, el tipo de muestreo fue no probabilístico inferencial. Obteniendo resultados como, que las dosificaciones de cemento consideradas de 4%, 8% y 12% aportaron en que, el IP disminuyera a medida que se incrementa el % de cemento, las características de compactación mejoraran, la MDS aumentará a mayor porcentaje de cemento y el OCH disminuyera, el valor de CBR aumentará convirtiéndose el suelo en un candidato aceptable para que se pueda construir en el área estabilizada. Se concluye que 1) el cemento estabiliza los suelos dispersivos de la zona urbana del distrito de Pilluana, y se refleja el aumento de la MDS y la reducción del OCH. 2) el CBR al 95% con 2% de cemento aumenta a 7.7%, con 4% a 17.7% y con 8% a 25.7% respecto al natural, teniendo en cuenta que inicialmente era 4.1%. 3) una subrasante buena a regular se obtiene con una dosificación de 4% siendo esta la dosificación ideal, para este tipo de suelo con esas características.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Suelos dispersivos

Las arcillas son suelos cohesivos conocidos por tener una plasticidad que lo vuelve impermeable a corto plazo y permeable a largo plazo, la arcilla ofrece una resistencia alta ante la erosión provocada por el flujo de agua en movimiento o estancado, ante ello, en la naturaleza también existen otro tipo de comportamientos del suelo arcilloso y es que son altamente erosionables (2)(7). Según Vakili, *et al.* (7): La "floculación" de los suelos implica la formación de grumos o de "flóculos" de partículas minerales individuales. Inversamente, "deflocular" es la acción de separar dichas partículas en presencia de un flujo de agua relativamente puro, como es el caso del agua de lluvia, son altamente susceptibles de ser arrastradas a través de los poros del suelo, propiciando la formación de canalículos que dan lugar a fallas por tubificación, principalmente en terraplenes (carreteras y otros) y presas de tierra. En Perú también se designa a las fallas por tubificación como "sifonamiento" o se habla de "erosión interna" (7 p. 2).

Los suelos dispersivos son difíciles de identificar, y las propiedades básicas del suelo con insuficientes, por lo tanto, se deberán de realizar ensayos físicos

especiales, tales como, el ensayo de Pinhole, y se recomienda que este ensayo está acompañado de dos ensayos más, los cuales son, el ensayo de Crumb y Doble Hidrometría para obtener resultados más acertados y confiables. Con los resultados que se obtengan de los ensayos mencionados se logrará identificar y clasificar las características dispersivas del suelo.

“La propensión a la erosión (defloculación de partículas) por dispersión en un suelo dado, depende de muchas variables tales como la mineralogía y química de la arcilla, así como las sales disueltas en el agua en los poros del suelo y en el flujo de agua erosionable. Estas arcillas se erosionan rápidamente por el flujo en movimiento lento y erosiona rápidamente, incluso más rápido en comparación con suelos no cohesivos, tales como arenas finas y limos. Las placas de arcillas individuales del suelo son separadas y arrastradas por el flujo de agua. Esta erosión puede comenzar en una grieta seca, una hendidura por asentamiento, una fractura hidráulica u otro canal de alta permeabilidad en una masa de suelo” (13 p. 17).

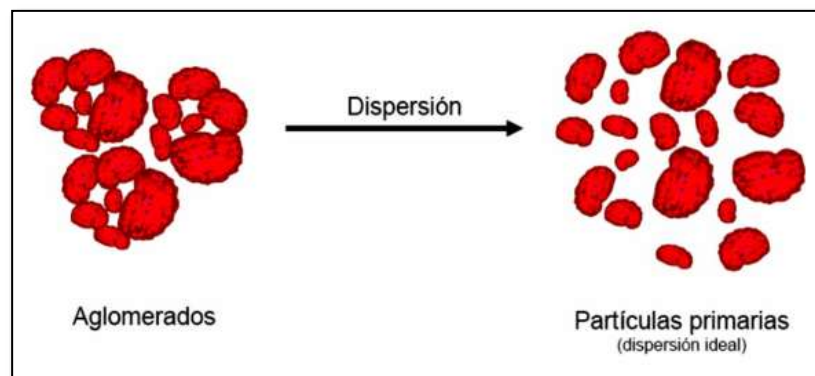


Figura 2. Proceso de separación de las partículas por dispersión. Tomada de “Estudio y caracterización de suelos dispersivos – implementación del ensayo para identificación y clasificación de suelos dispersivos por el método de Pinhole”, Hernández y Gómez, 2012, p. 17.

Las arcillas dispersivas en condiciones saturadas, la fuerza de repulsión es alto y es mayor que la fuerza de atracción, esta acción provoca que las partículas individuales del suelo segregan y se separen de una masa de suelo y se muevan en suspensión, provocando así la debilidad de los enlaces. Los resultados de exponer suelos dispersivos en contacto con agua, son verdaderamente desastrosos.

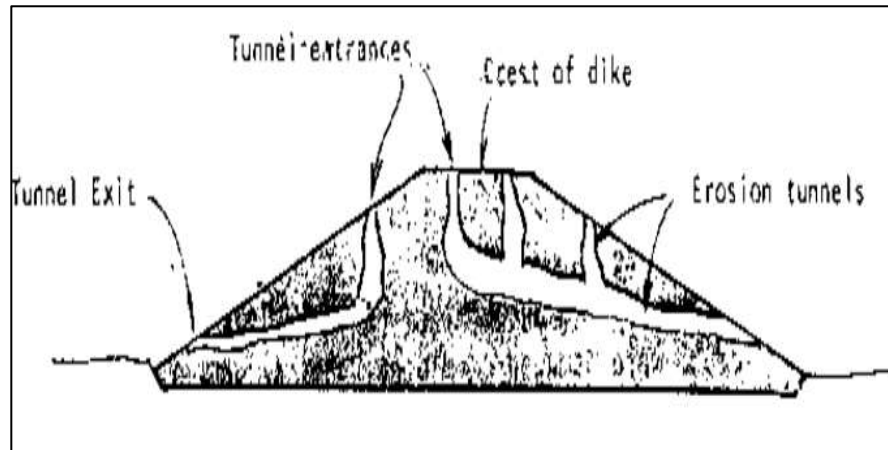


Figura 3. Resultados de exponer los suelos dispersivos en contacto con agua. Tomada de “Estudio y caracterización de suelos dispersivos – implementación del ensayo para identificación y clasificación de suelos dispersivos por el método de Pinhole”, Hernández y Gómez, 2012, p. 18.

2.2.2 Origen geológico de los suelos dispersivos

“Los suelos dispersivos no están definitivamente asociadas a una formación geológica específica, estas son muy comunes en depósitos aluviales, sedimentos lacustres, depósitos de loess y llanuras diluviales. Con frecuencia se han encontrado en el agua de los poros de rocas calizas y esquistos originarios de depósitos marinos con el mismo contenido de sales que en las arcillas dispersivas y el suelo residual de estas rocas es también dispersivo” (14 p. 2).

“Los suelos dispersivos son derivados de rocas con bajo contenido de calcio y magnesio, pero con alto contenido de sodio, rocas como la albita y la anfibolita. El sodio en los suelos puede ser derivado del envejecimiento natural de ciertos tipos de rocas, de materiales depositados bajo condiciones marinas o salinas, o de disolución, filtración y deposición de sodio (superficie blanquecina) en la estratificación del suelo durante procesos geomorfológicos” (15 p. 27).

Los conocedores del tema, con sus experiencias e investigaciones, y en base a especulaciones pueden aseverar que los suelos dispersivos se originan a partir de las rocas que estuvieron inmersas en un tiempo largo de deterioro geológico y que se encuentran en áreas donde fueron depósitos aluviales antiguos, este proceso le da lugar al cambio de la microestructura del suelo, elevándose de esta manera los porcentajes de sodio en la composición del suelo, este cambio hace que los suelos se vuelvan dispersivos. Cabe recalcar que el porcentaje de sodio elevado en la

composición de un suelo resulta una característica que representa a los suelos dispersivos.



Figura 4. Formación geológica de suelos dispersivos de zonas de depósitos aluviales a lado del tramo de la carretera que viene siendo evaluada.

2.2.3 Factores de condiciones geográficas y climatológicas

Reconocer la presencia de suelos dispersivos se hace muy complicado, la naturaleza geográfica es difícil, por lo tanto, requiere de muchas pruebas para poder identificarlas, y es complicado zonificar un área donde está conformado por suelos dispersivos. Pero un dato importante es reconocer que, los suelos dispersivos pueden ser identificados superficialmente “en áreas de topografía irregular donde la erosión superficial del agua forma angostos canales en forma de espinazos dentados que se profundizan rápidamente y llegan a formarse micro-túneles” (4 p. 30) .



Figura 5. La erosión superficial de suelo en forma de canales angostos o de espinazos dentados.

“Los depósitos de aguas someras producto de la lluvia muestran una turbidez persistente. En las regiones llanas no se observan evidencias superficiales de las arcillas dispersivas, debido a que estas se encuentren ocultas por las capas de humus, materia orgánica, superficie blanquecina u otros materiales. En Cuba, en regiones de la Provincia de Camagüey donde existen arcillas dispersivas, la vegetación del suelo es pobre debido a la salinidad del mismo, lo cual también puede ser un indicador de la presencia de material dispersivo” (4 p. 30).

Este tipo de topografía con una superficie llana es lo que predomina en la zona de esta investigación, se visualizan también en los lados del tramo capas de humus, materia orgánica, superficies blanquecinas y bastantes arbustos secos en temporadas secas, solo con visualizar estas características se puede especular que el área ocupada por el tramo investigado de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo y la mayor parte de la zona de la Localidad de Kelluyo tiene suelos dispersivos; en la figura 6 se muestra una fotografía tomada en el área de la investigación mostrando la capa de humus formadas, y al explorarlo se encontró por debajo materia orgánica y suelos con características dispersivas.



Figura 6. En la zona de estudio la topografía es llana y se presentan capas de “humus” en la superficie, así como materia orgánica dentro de ella.

Algunos estudios indican que “las arcillas dispersivas están asociadas con climas áridos o semiáridos y en áreas de suelos alcalinos. Los mismos suelos y problemas de erosión han sido encontrados en climas húmedos en variadas locaciones

geográficas. Australia, Tasmania, México, Trinidad, Vietnam, Sudáfrica, Tailandia, Israel, Ghana, Brasil, Venezuela, y algunas partes del sur de Estados Unidos, han experimentado problemas de arcillas dispersivas en proyectos hidráulicos. En Zimbabwe, más del 60% de los suelos han sido identificados como dispersivos” (4 p. 30). Por ello, no se podría considerar los climas como indicadores importantes de la presencia de suelos arcillosos, ya que podrían encontrarse en cualquier parte.

2.2.4 Procesos de Piping en suelos dispersivos

Los procesos de Piping se pueden dar por una variedad de factores, entre los más importantes factores encontramos al grado de dispersión y el contenido de sodio en el suelo. Se entiende por Piping como un proceso hidromorfológico el cual favorece el desarrollo de conductos sub superficiales en suelos no consolidados y dispersivos, estos conductos se abren paso al estar sometidos el agua que viene desde la parte externa de la superficie del suelo ya sea por lluvias o algún accidente natural donde se pueda dar un flujo de agua, que, así tenga un caudal de 1 ml/s este será suficiente para abrir los conductos y formar los bolsones de aire y agua que se van formando debajo de la superficie del suelo, este proceso se da en un periodo de tiempo amplio, mientras más tiempo esté seguirá ensanchándose y el agua que va filtrando se irá acumulando (15).

En el tramo de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo en el km. 16+600 se presentó este caso, la estructura del pavimento presentaba fisuras y al paso del tráfico pesado este actuaba como un colchón, pues se evidenciaba una marcada deflexión, esto ocurrió en la temporada de lluvias intensas que se vivía en la zona por la temporada. Como solución, para poder corregir esa anomalía se tuvo que investigar el “porqué” de las fallas y para ello se dispuso una excavadora con la que retiraron el material seleccionado que ya hacía compactado, y se llegó a excavar 3 metros por debajo del suelo de fundación, producto de ello se descubrió un bolsón de agua, producto del proceso “Piping” y esta fue la razón por la que la estructura del pavimento fallaba continuamente, para darle solución se enroco ese tramo hasta lograr su estabilización. La siguiente figura 7 otorga una vista de perfil de subsuelo mostrando los procesos Piping para un mayor entendimiento y poder conocer lo peligrosas que pueden llegar a ser, además, la pérdida de recursos de mano de obra y maquinaria que pueden generar.

Estos conductos que tienden a desarrollarse a menos de 5 metros de la superficie, generalmente evolucionan por colapso hacia hoyos o agujeros de distintos diámetros y ocasionalmente, hacia un paisaje caótico en el que tales hundimientos forman parte de badlands.

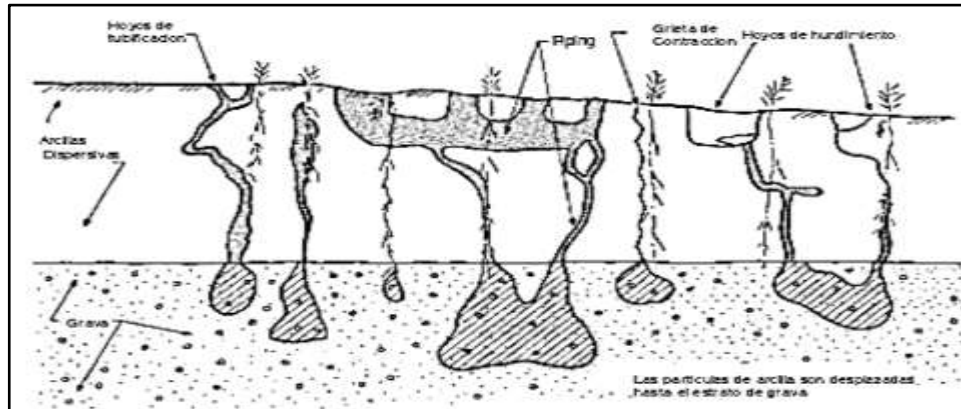


Figura 7. Perfil de proceso piping. Tomada de "Identificación and nature of dispersive soils", por Sherard, Dunnigan y Decker, 1972, p. 4.

2.2.5 Procesos de tubificación en suelos dispersivos

El proceso de tubificación es considerado un fenómeno en la ingeniería, pues ellas pueden llevar al colapso de alguna estructura que está cimentada sobre estas, este fenómeno se da mayormente en suelos dispersivos, o que, se haya hecho uso inadecuado de estos suelos en el caso de construcción de terraplenes de presas de tierra. Este fenómeno se presenta cuando las fuerzas resistentes a la erosión son menores que las fuerzas de flujo del agua, esta acción hace que las partículas de suelo sean transportadas por la corriente, para que esta falla ocurra tiene que haber existido alguna grieta que haya permitido el paso del agua (16).

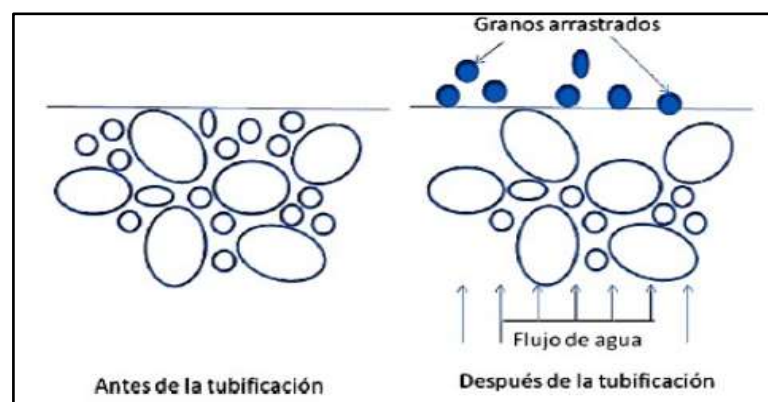


Figura 8. Proceso de floculación. Tomado de "identificación de arcillas dispersivas en las llanuras costeras del golfo de México", por Trejo, 2008, p. 39.

Existen varias formas de fallas por tubificación, entre las más conocidas tenemos a la tubificación retrógrada, fractura hidráulica, pozos o sumideros y las tubificaciones dispersivas en los cimientos. Se conceptualizan a continuación:

2.2.5.1 Tubificación retrógrada

La tubificación retrógrada no se limita por el tipo de suelo y se puede dar en cualquier suelo, este fenómeno se activa a través del nivel freático que va hacia arriba por la ascensión capilar, y también con la filtración de agua. Este fenómeno se da por “el conducto de forma por las zonas geológicamente más débiles, por planos de estratificaciones permeables, o en cualquier otra zona de concentración del flujo donde la energía llega sin sufrir grandes pérdidas debidas a la fricción” (16 p. 18).

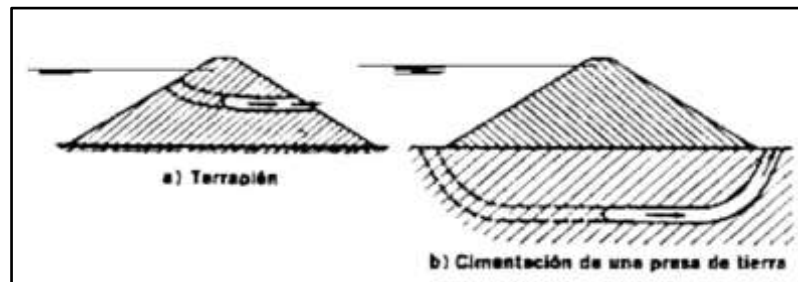


Figura 9. Proceso de erosión regresiva que conduce a la tubificación retrógrada. Tomada de “Diseño, construcción y puesta en marcha de un equipo para la determinación de la dispersividad de suelos arcillosos”, por Suancha, 2014, p. 18.

2.2.5.2 Fractura hidráulica

La fractura hidráulica se produce por la infiltración de agua que ingresa a través de fisuras o grietas en terraplenes de carreteras o presas de tierras, bajo cargas hidráulicas crecientes donde se ejercen fuerzas que van de abajo hacia arriba (sub presione) y presiones en todas las direcciones (16).

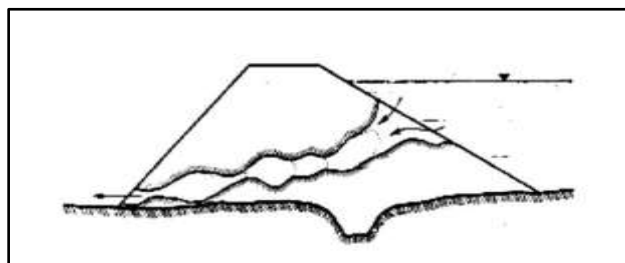


Figura 10. Fractura hidráulica. Tomada de “Diseño, construcción y puesta en marcha de un equipo para la determinación de la dispersividad de suelos arcillosos”, por Suancha, 2014, p. 19.

2.2.5.3 Pozos o sumideros

Los pozos o sumideros son un tipo de tubificaciones horizontales, la morfología más común en las tubificaciones es vertical, pero estas tienden a desarrollarse en forma horizontal y va tomando una forma de “jarras” (sink holes). Este fenómeno se produce en suelos dispersivos y cuando el agua de las precipitaciones pluviales (lluvia) se estanca y penetra en el suelo, esto ocasiona erosión desde fisuras muy pequeñas que se ven abiertas por la contracción del suelo o por la presencia de raíces de arbustos secos y se va ensanchando (16).



Figura 11. Pozos o sumideros (jarras - sink holes).

2.2.5.4 Tubificaciones Dispersivas en los Cimientos

Este tipo de tubificaciones se presentan en suelos dispersivos, principalmente en el cuerpo de la presa o del terraplén de una carretera; esto ocurre cuando la presa entra en funcionamiento y el agua interactúa haciendo contacto con la fundación. Hay muy pocos casos de tubificaciones por debajo de sus cimientos (16).

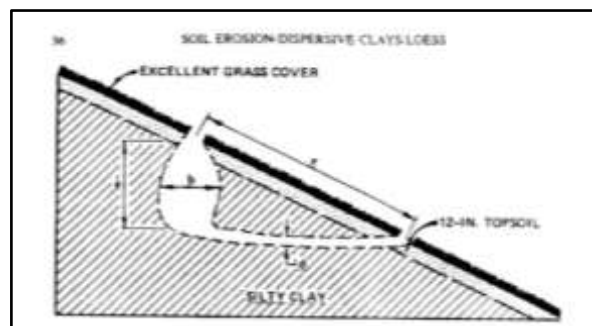


Figura 12. Tubificaciones dispersivas en los cimientos. Tomada de “Diseño, construcción y puesta en marcha de un equipo para la determinación de la dispersividad de suelos arcillosos”, por Suancha, 2014, p. 20.

2.2.6 Procesos de Erosión en suelos dispersivos

El proceso de erosión en los suelos dispersivos se da cuando entra en contacto con el agua, puede darse en dos formas: 1) precipitaciones pluviales y 2) el agua de lluvia que circula sobre la superficie del terreno (escorrentía), el proceso de erosión en suelos dispersivos se da en dos etapas: a) es con impacto, b) es con fuerzas atractivas, cuando las partículas pierden su resistencia, fundando la erosión. Se tienen varios factores de erosión, y se detallan a continuación:

2.2.6.1 Erosión por precipitaciones pluviales (lluvia)

La erosión por precipitaciones pluviales (lluvia) ocurre continuamente en cualquier tipo de suelo, pero especialmente se da en suelos dispersivos que están expuestos en la superficie con una pendiente que permite el tránsito del agua. El desmoronamiento (Slaking), también puede ser un factor de erosión interna y por esto, es necesario nombrar otros tipos de erosión dentro de este factor, tales como:

- **Erosión de Surcos.** Los surcos se dan por un flujo de agua en la superficie del suelo, van creando pequeños canales, siendo un problema de erosión menor, ya que la profundidad a la que llegan es menor a 30 cm, y son fácilmente eliminados.

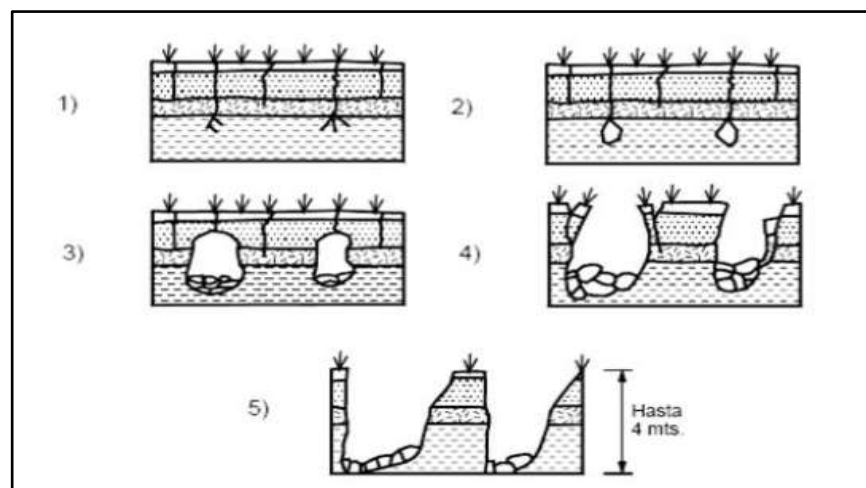


Figura 13. Proceso de formación de surcos y cárcavas. Tomado de “Estudio y caracterización de suelos dispersivos – implementación del ensayo para identificación y clasificación de suelos dispersivos por el método de Pinhole”, por Hernández y Gómez, 2012, p. 23.

- **Erosión en Cárcavas.** Las cárcavas son la siguiente etapa de erosión de los surcos, ya que cuando un surco llega a una profundidad mayor de 30 cm ya se considera cárcavas. La topografía influye mucho en la aparición de este tipo de erosión, ya que en una pendiente alta la erosión alcanza profundidades grandes. En este tipo de erosión se deberá de tener cuidado pues resulta ser incontrolable en algunos sectores.

2.2.6.2 Erosión Interna

La erosión interna se da por uno o varios flujos subterráneos, se produce un debilitamiento interno generando el fenómeno de tubificación y cavernas, los efectos de esta acción pueden originar manantiales, cárcavas y hundimientos. Este resultado provoca fallas por sifonamiento y colapso de la estructura (17).

2.2.7 Propiedades de los suelos dispersivos

Las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los suelos dispersivos son de interés en la especialidad. Los ensayos que se plantean para determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo de la subrasante natural o suelo de fundación de cualquier obra civil son específicos e indispensables. Los ensayos convencionales, no son lo suficientes tratándose de suelos especiales, entre los cuales pueden ser suelos expansivos, colapsables, dispersivos, etc., para ello se requerirán de más ensayos y consideraciones para poder cimentar sobre estos suelos. Para determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo dispersivo será necesario tomar la muestra que se requiere evaluar a una profundidad adecuada, y esto dependerá del tipo de estructura que se pretende construir, en el caso de carreteras los manuales del MTC sugieren una profundidad de 1.50 m, pero también depende del bulbo de presiones para definir de manera objetiva la capacidad de soporte (CBR) (18).

2.2.7.1 Propiedades físicas

Entre una de las propiedades físicas de los suelos dispersivos podemos distinguir con la vista el color, que pueden ser verdes, plomas, blancas, amarillas, grises, negros o una combinación de colores. “Los suelos negros evidencian un alto contenido de materia orgánica, no suelen ser dispersivos

por poseer un comportamiento mecánico compresivo. Casi todos los suelos de grano fino, derivados de la meteorización de rocas metamórficas e ígneas no presentan dispersión, tampoco en derivados de caliza” (14 p. 3).

La acción de dispersión en los suelos tiene lugar cuando se liberan cargas que interactúan sobre ellas, la dispersión depende mucho de la compresibilidad del suelo, quiere decir que mientras más compresible sea el suelo mayor será el grado de dispersividad de este ante la descarga de agua.

El tipo de arcilla, pH, materia orgánica, temperatura, contenido de agua, plasticidad, granulometría, dispersividad, densidad natural, y otros son propiedades físicas principales del suelo, ante ello, son factores que afectan al esfuerzo de corte crítico requerido para iniciar la erosión (18).

Los ensayos convencionales que se realizan para determinar las propiedades físicas del suelo son los que se detallaran a continuación:

Contenido de humedad ASTM D2216-19

Análisis granulométrico (ASTM D6913-17)

Límite líquido y límite plástico (ASTM D4718-17e1)

Clasificación de suelos por los métodos SUCS (ASTM D2487-17e1)

Clasificación de suelos por el método AASHTO (ASTM D3282-15)

Se tiene conocimiento que para complementar las propiedades físicas detalladas líneas arriba, será necesario implementar ensayos especiales, adicionales, los cuales son indispensables, pues nos permitirán identificar y clasificar el suelo según su grado de dispersividad. Estas pruebas de laboratorio son fundamentales para esta investigación, pues nos permitirá identificar las áreas afectadas, estas pruebas se ejecutan en laboratorio, y son los siguientes:

Ensayo de Crumb (ASTM D6572 – 21)

Ensayo de Pinhole (ASTM D4647 – 13 (2020))

Ensayo de Doble Hidrometría (ASTM D4221 – 18)

2.2.7.2 Propiedades químicas

Según González y Armas (2008) (2) “La principal diferencia entre las arcillas dispersivas y las que ordinariamente resisten la erosión interna radica en el tipo de cationes disueltos en el agua intersticial, adheridos a la doble capa de difusión de la partícula. En las dispersivas predominan los cationes de sodio (Na^+), mientras que en las ordinarias predominan los cationes de calcio (Ca^{2+}), potasio (K^+) y magnesio (Mg^{2+}) (2). Además, se necesita un mayor número de cationes de sodio para satisfacer la carga electrostática de la partícula de arcilla. Por tal razón, los cationes (Na^+) son más propensos a ser arrastrados por el agua, que los cationes (Ca^{2+}) y (Mg^{2+})” (2 p. 1).

Según González y Armas (2008) (2), que “con la salida de los cationes de sodio disminuyen las dimensiones de las partículas de arcilla y las fuerzas que las enlazan, formándose oquedades que facilitan su arrastre. El flujo de agua con bajo contenido de sales, activa y acelera el proceso, incluso con cargas hidráulicas muy bajas, creando pequeños conductos que con el tiempo se convierten en grandes sifones y ocasionan pérdida de volúmenes de agua e inestabilidad en las masas del suelo. El agua remanente es turbia, cargada con una suspensión coloidal de partículas de arcilla entre las que median fuerzas electrostáticas de repulsión. Los cationes de sodio disueltos no son tan efectivos como los de otros elementos al neutralizar la carga de coloides, por lo que las partículas de arcilla continúan repeliéndose y la suspensión es estable” (2 p. 2).

En esta investigación es importante determinar el contenido de salinidad (sodio) en el agua de los poros del suelo dispersivo y el pH, pues son indicadores muy importantes y accesibles para confirmar la presencia de suelos dispersivos, en esta investigación se implementarán los ensayos químicos que se detallarán a continuación:

Ensayo de Contenido de Sales Solubles en Suelos Mediante el Refractómetro (ASTM D4542 – 15).

Ensayo de pH mediante un medidor multiparámetro / pH-metro (NTP 339.176-2002 (revisada el 2015)).

2.2.7.3 Propiedades mecánicas

La determinación de las propiedades mecánicas, son muy importantes en la construcción de cualquier obra civil, en este caso, en carreteras es fundamental la determinación de la capacidad de soporte de la subrasante natural, pues, a partir del valor del CBR se realizará el diseño de la estructura del pavimento y si la capacidad de soporte es baja, según los criterios de la normativa, la subrasante deberá de ser mejorada o estabilizada.

Para que un suelo sea estable, depende de sus propiedades mecánicas, es una propiedad muy importante y principal, es determinar el estado de compactación del suelo. Esto nos permite entender de manera más clara el comportamiento del suelo frente a fuerzas externas. La erosión por dispersión se producirá si no se considera el efecto de la humedad y el esfuerzo de compactación. A partir del comportamiento del suelo ante la compactación, ensayos de esfuerzos y deformaciones para determinar la capacidad de soporte de un suelo (CBR) y la resistencia a la compresión uniaxial de los suelos (CNC), se puede deducir que los suelos dispersivos tienen o no resistencias aceptables. Los suelos dispersivos poseen un valor de CBR muy bajo, al igual que la resistencia a la compresión uniaxial (CNC).

Para determinar las propiedades mecánicas del suelo dispersivo con fines de pavimentación, será necesario realizar pruebas que nos permita conocer las propiedades de compactación, capacidad de soporte y adicionalmente la resistencia a la compresión uniaxial (este ensayo se implementó debido a que estamos trabajando con un agente estabilizador, y la normativa lo exige), para esta investigación todos los procedimientos se realizarán en el suelo dispersivo sin aditivo, como también, del suelo con aditivo (suelo-cemento); los ensayos se detallaran a continuación

Proctor modificado (ASTM D1557-12(2021))

Relación de carga de california - CBR (ASTM D1883-21)

Compresión uniaxial de suelos cohesivos - CNC (ASTM D2166-16)

Resistencia a la compresión de cilindros moldeados de suelo –
cemento – CNC s-c (ASTM D1633-17)

2.2.8 Identificación y clasificación de suelos dispersivos

2.2.8.1 Métodos de identificación de suelos dispersivos en campo

En el proceso de exploración y muestreo de suelos se deben de tomar en cuenta las pautas que se irán relatando en este ítem. El reconocimiento de los suelos dispersivos debería de iniciar con la inspección visual del especialista en campo para confirmar la presencia de suelos dispersivos considerando las formaciones de la superficie, uno de los indicadores que evidencian los suelos dispersivos son los “humus” y las manchas blanquecina sobre la superficie del suelo, la zona se ve abandonada pues no produce cosecha, arbustos secos y el crecimiento de la población es limitada en estos áreas por las mismas características que se mencionaron, eso indica una alta probabilidad de que se trate de suelos altamente salinos, muchos de los cuales son dispersivos.

Para Garay y Alva (1999) (6 p. 9), aunque la superficie pueda dar un fuerte indicio de suelos dispersivos, la falta de esas características en la superficie del suelo no excluye su presencia en la profundidad, para ello se requiere necesariamente de ensayos de laboratorio e esto implica una mejor campaña de exploración.

Una evaluación inicial de las características dispersivas en el campo podría ser muy útil para comenzar. Se sugieren las siguientes pautas a tomar en cuenta en campo:

- La presencia de surcos, cárcavas y fallas por tubificación en pequeñas presas, habitualmente indican la presencia de suelos dispersivos.
- Las grietas en el camino por la erosión, la erosión tipo túnel a lo largo de las líneas de quebradas y la erosión de intemperización o arcillas unidas en roca pueden señalar suelos potencialmente dispersivos.

La geología del área puede ser un indicador que nos puede ayudar a identificar superficialmente a los suelos dispersivos. Sherard, Dunnigan y Decker (1977) (19 p. 7) señalan que:

- En su mayoría las arcillas dispersivas son sedimentos originados por material aluvial.
- Ciertos suelos derivados de la lutita y arcilla, con un origen marítimo son dispersivos.
- Suelos orgánicos no presentan dispersividad, exceptuando los suelos tipo “algodón negro”.

Con un criterio muy conservador el especialista que realiza la exploración del área puede indicar que hay indicios de la presencia de suelos dispersivos, pero estos no serán de mucha credibilidad, pues será necesario confirmar lo informado por el especialista mediante ensayos de laboratorio para incrementar ese porcentaje de credibilidad, y confirmar de manera asertiva la presencia de suelos dispersivos, y de esta manera evitar fallas futuras.

2.2.8.2 Ensayos de laboratorio especiales usados para la identificación y clasificación de suelos dispersivos

Los ensayos de laboratorio especiales más importantes y confiables para identificar los suelos dispersivos son el ensayo de Crumb, el ensayo de Doble Hidrometría y el ensayo de Pinhole, siendo estos, ensayos físicos. Los ensayos que se mencionaron son consistentes y muy confiables si se realiza un análisis de los tres resultados. En consecuencia, sería recomendable realizar mínimamente los 3 ensayos físicos mencionados líneas arriba en cada muestra de suelo, ya que un solo no brinda la suficiente confiabilidad, y estaríamos incurriendo en ser muy conservadores. En todo caso, lo ideal sería hacer por lo menos dos de los ensayos mencionados.

Dichos ensayos son propiedades físicas especiales para el tipo de suelo que estamos estudiando (suelos dispersivos). Las pruebas de laboratorio más importantes y resaltante que se pueden realizar en un laboratorio de mecánica de suelos son:

Ensayo de Crumb (ASTM D6572 – 21)

Ensayo de Pinhole (ASTM D4647 – 13 (2020))

Ensayo de Doble Hidrometría (ASTM D4221 – 18)

2.2.9 Problemas Ocasionados por los Suelos Dispersivos en Obras Civiles

La existencia de suelos dispersivos en proyectos de construcción ha provocado incidentes de fallas y colapso de estructuras de diferentes tipos de obras civiles en todo el mundo, principalmente afectan a estructuras de presas de tierra, terraplenes, canales de riego, terraplenes de carreteras, edificaciones y otras estructuras geotécnicas.

Los terraplenes construidos con y sobre suelos dispersivos, que no fueron compactados apropiadamente, experimentan el lavado del suelo que contiene sodio, originando la formación de vacíos dentro del relleno. De continuar el proceso de disolución, se formarán entonces pequeños conductos, y si el proceso se prolonga, se podrían formar grandes túneles que ocasionarían la ruptura o colapso de la cortina del terraplén o bóveda del suelo, o el colapso de la estructura que va sobre ella en el caso de pavimentos. La formación de estos conductos puede ocurrir en tiempos relativamente cortos por lo que este problema es típico en cortinas de presas, canales de irrigación y terraplenes carreteros, principalmente.

2.2.10 Subrasante o Explanada

La calidad de la subrasante natural definirá el espesor que debe de tener la estructura del pavimento, quiere decir que es muy importante caracterizar el suelo en el que se fundará la carretera. La particularidad de otorgar la respuesta estructural, el comportamiento del pavimento en construcción y operación, será muy importante. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito (20).

La subrasante se constituye en dos condiciones, cuando está constituida por suelos en su "estado natural", o podría tratarse de una "subrasante mejorada" pues se hizo un mejoramiento tal como la aplicación de un tipo de estabilización mecánica, la estabilización química con la adición de algún aditivo. Esto dependerá de la condición del suelo de la subrasante natural, el especialista propondrá si se trabajará sobre la subrasante natural o sobre una subrasante mejorada.



Figura 14. Componentes de la subrasante mejorada.

“El valor de CBR tiene una gran influencia en las operaciones de construcción del pavimento y en la eficiencia del mismo. Las subrasantes inestables presentan problemas relativos a la colocación y compactación de los materiales de base y/o subbase y no dan soporte adecuado para las subsiguientes operaciones de pavimentación. Frecuentemente, las deficiencias en la construcción debidas a problemas de la subrasante no se detectan por encontrarse “ocultas” en el pavimento final; sin embargo, pueden aparecer en el pavimento después de la exposición al tráfico y al medio ambiente” (21 p. 89).

2.2.10.1 Consideraciones importantes de una subrasante

Una de las consideraciones importantes en la subrasante es “las respuestas estructurales de un pavimento (esfuerzos, desplazamientos y agrietamientos), pues son influidas significativamente por la subrasante. Un gran porcentaje de las deflexiones en la superficie de un pavimento se puede atribuir a la subrasante. Por ser la deflexión de la superficie un criterio de diseño, es NECESARIO ASEGURAR que la caracterización de la subrasante sea la adecuada” (21 p. 89). Los suelos tienen un comportamiento no lineal y son muy variantes, quiere decir que las propiedades físicas y mecánicas cambian frecuentemente a lo largo de una carretera.

Las principales propiedades que se requiere de una subrasante son: 1) La resistencia, 2) El drenaje, 3) La compactación, 4) La durabilidad y 5) La estabilidad volumétrica.

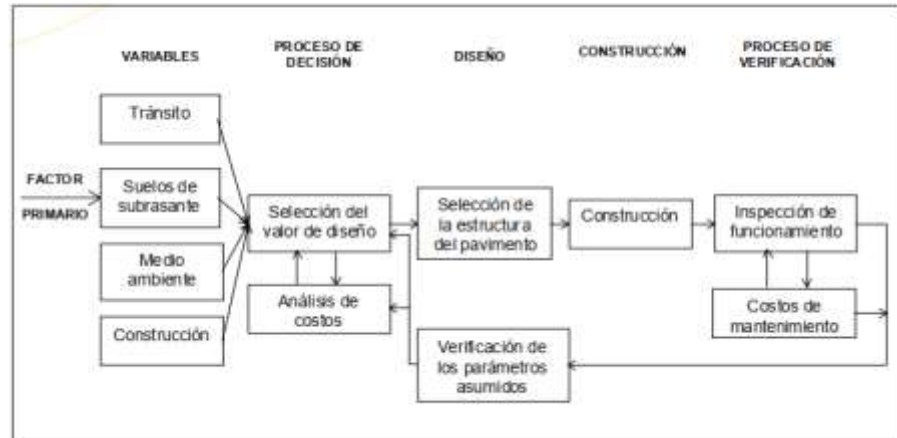


Figura 15. Proceso para toma de decisiones para el diseño de un pavimento. Tomada de “Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos”, por el MTC, 2014, p. 90.

2.2.10.2 La importancia de la capacidad de soporte (CBR) en la evaluación de la calidad de la subrasante

La capacidad de soporte (CBR) está relacionada directamente con el comportamiento del pavimento, para establecer parámetros con los que se pueden determinar el espesor. Este método de prueba es muy cuestionado a nivel internacional ya que es considerado muy conservador, pues el suelo es sometido a un estado saturación de 96 horas previo a la penetración del suelo, esto es considerado un estado muy crítico ya que el suelo en el periodo de saturación tiende a expandirse y eso reduce el valor de CBR del suelo. Según el MTC (sección: suelos y pavimento) (21), una vez definido el valor del índice CBR de diseño para cada sector con características homogéneas, se determinará a qué categoría de subrasante pertenece el referido sector o subtramo.

Tabla 2.

Categorías de subrasante según su CBR

Categorías de subrasante	CBR
So: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	3% ≤ CBR < 6%
S2: Subrasante regular	6% ≤ CBR < 10%
S3: Subrasante buena	10% ≤ CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	20% ≤ CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	30% ≤ CBR

Nota: Tomada del “Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos”, 2014.

El MTC (sección: suelos y pavimento) (21), indica que, “los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados estables, con $CBR \geq 6\%$. En caso de que el suelo debajo del nivel superior de la subrasante tenga un $CBR < 6\%$, corresponde estabilizar los suelos, tal como se detalla más adelante. Referido a la susceptibilidad a la expansión, se considera que debe tenerse en cuenta también en los materiales de las explanaciones, pues, naturalmente, si estos sufren fuertes cambios de volumen se tendrán deformaciones importantes en la superficie de la subbase, con los correspondientes problemas de pérdida de apoyo, aun si la subrasante, y la propia subbase están formadas con materiales no susceptibles. También refieren, que la mezcla con una cierta cantidad de cemento (estabilización), ha dado excelentes resultados para eliminar la susceptibilidad a los cambios volumétricos de los suelos finos” (21 p. 37).

2.2.11 Estabilización de Suelos

“La estabilización de suelos es una tecnología que se basa en la aplicación de un producto, genéricamente denominado estabilizador, el cual se debe mezclar íntima y homogéneamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a especificaciones técnicas propias del producto” (22 p. 6). En la realidad, los suelos inadecuados son frecuentes, y se deben de plantear ciertos criterios de acuerdo a la condición de la subrasante natural. Según su condición se presentan las siguientes alternativas de solución:

- Compactar el suelo encontrado y mantener la subrasante natural para construir la estructura del pavimento sobre él, considerando las limitaciones que nos impone el suelo por su condición.
- Eliminar la capa de suelo inadecuado mediante corte, y este será sustituido por material granular, se podría considerar, enrocado o pedraplén el cual permitirá que la estructura del pavimento se construya sobre una subrasante mejorada.
- Modificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo mediante la adición de algún aditivo estabilizador haciendo que este sea una subrasante estable.

El MTC (RD N° 073-2005-MTC/14) (22, p. 1), define a “la estabilización de suelos como el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo a través de procedimientos mecánicos o incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos”. Los aditivos estabilizantes son la mejor solución en el caso de suelos dispersivos por su acción inmediata pero no resulta ser rentable y solo es viable aplicarlo en tramos cortos o áreas específicas y no se puede masificar, este procedimiento se plantea en suelos de una subrasante natural insuficiente e inadecuada, esta clasificación se le da según el valor de CBR y la categoría de subrasante a la que corresponde.

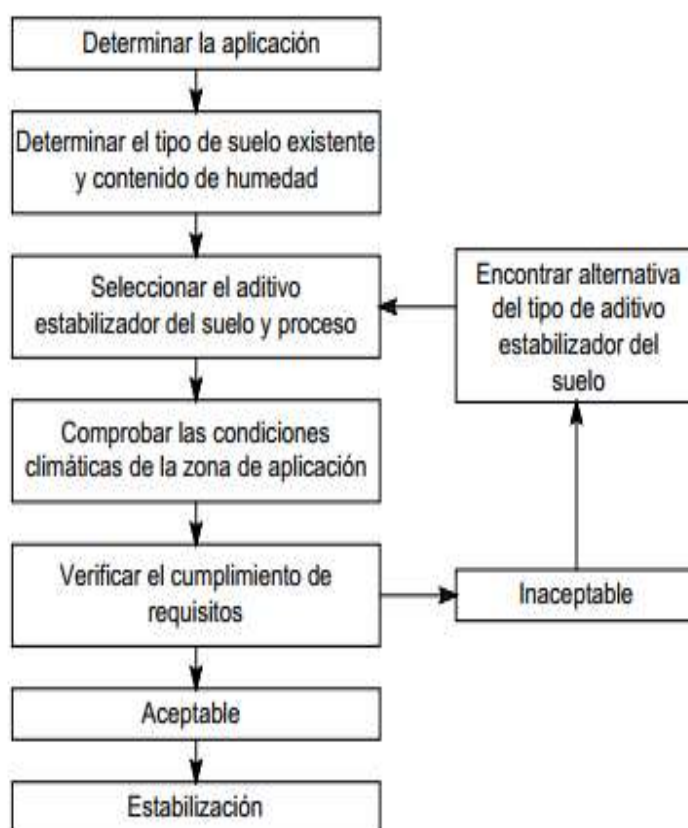


Figura 16. Proceso de selección del método de estabilización más adecuado. Tomada de “Manual de suelos, geología y pavimentos; sección suelos y pavimentos”, por el ministerio de transportes y comunicaciones, 2014, p. 91.

2.2.11.1 Finalidad de la estabilización de suelos

Lo que se busca con una estabilización de suelos es simple, su “objetivo principal es incrementar la capacidad de resistencia a la deformación de un suelo, reducir la sensibilidad al agua, reducir la erosión y los cambios volumétricos”. Con esta acción, se puede dar uso de suelos inadecuados para cimentar estructuras o considerarlas como subrasante adecuada que

cumple con los parámetros exigidos por el ministerio de transportes y comunicaciones (22). La finalidad de la estabilización de suelos es:

- La modificación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- Incrementar la capacidad de resistencia del suelo.
- Incrementar la durabilidad del suelo.

2.2.11.2 Clasificación de los métodos existentes para la estabilización de suelos

En la actualidad existen métodos de estabilización de suelos variados, y la elección del método dependerá del tipo de suelo y del propósito que tiene la obra y/o construcción.

El MTC (sección: suelos y pavimento) (21 pp. 97-106), considera distintas técnicas de estabilización de suelos que se los puede agrupar de la siguiente manera:

a) Estabilización por medios físicos y mecánicos. Dentro de este tipo de estabilización, las más utilizadas son:

- La compactación.
- La combinación de suelos (material de préstamo de 2 y hasta 3 canteras diferentes).
- La sustitución de suelos (reemplazo del suelo con pedraplén o enrocados).
- Uso de geosintéticos.

b) Estabilización por medios químicos. Generalmente lograda por la adición de agentes estabilizantes específicos, dentro de este tipo de estabilización tenemos:

- Estabilización con cemento Portland, suelo – cemento.
- Estabilización con cal, el suelo – cal.
- Estabilización con escoria.
- Estabilización con cloruro de sodio.
- Estabilización con cloruro de calcio.
- Estabilización con cloruro de magnesio.

- Estabilización con productos asfálticos.
- c) Estabilización por drenaje.** Consiste en diseñar las estructuras adecuadas de subdrenaje que permitan encauzar el agua por gravedad y eliminarla a las presiones más bajas posibles.
- d) Estabilización por medios eléctricos.** De los que la electroósmosis y la utilización de pilotes electrometálicos son los mejor conocidos.
- e) Estabilización por empleo de calor y calcinación.** Se fundamenta en la observación de cómo el calor convierte cualquier arcilla en un ladrillo resistente. A temperatura suficiente el proceso se vuelve irreversible y la resistencia adquirida no se pierde ni por inmersión.

2.2.12 Estabilización de suelos dispersivos

“La estabilización de los suelos dispersivos conlleva a resolver la dispersividad de las arcillas que componen los suelos dispersivos. La dispersividad del suelo se relaciona con el alto porcentaje de cationes de sodio (Na^+) adheridos a las arcillas. Por lo tanto, la mejor forma de estabilizar o reducir la inestabilidad de los suelos dispersivos será sustituir los cationes inestables de sodio (Na^+) por otros cationes estables como son de Calcio (Ca^{2+}), Aluminio (Al^{3+}), Magnesio (Mg^{2+}), mediante un intercambio químico” (2 p. 3).

La existencia de numerosas obras hidrotécnicas construidas con o sobre suelos dispersivos, crea la necesidad de estabilizar los suelos dispersivos. “En este caso, la estabilización está dirigida a eliminar una propiedad perjudicial como lo es la dispersividad en los suelos. La naturaleza electroquímica del fenómeno conduce a buscar métodos y/o aditivos que mejoren las propiedades necesarias mediante el intercambio catiónico, de ahí que el proceso que se ajusta al mejoramiento de los suelos dispersivos es la “estabilización química”. Como ya se ha explicado, generalmente la dispersividad está dada por la presencia de cationes de Sodio (Na^+) adheridos a las partículas de arcilla y lo mejor será sustituir estos cationes inestables por otros de mayor estabilidad, como son los cationes de Calcio (Ca^{2+}), Magnesio (Mg^{2+}) o Aluminio (Al^{3+}) que conferirá estabilidad al suelo, eliminando el problema de dispersión. Con base en este razonamiento, se ha estudiado la estabilización química de suelos dispersivos mediante aditivos que propicien el

intercambio catiónico. A continuación, se recogen experiencias sobre la utilización de algunos de estos aditivos” (2 p. 6).

En el área de la ingeniería existen una gran gama de aditivos estabilizadores para suelos. Para el tratamiento de suelos dispersivos los aditivos más utilizados hasta el momento son 03: 1) sulfato de aluminio de hidratado, 2) cemento y 3) cal. Sin embargo, ante las limitaciones y dificultades de aplicación que presentan, se continúan haciendo estudios con nuevas sustancias y métodos dispersivos.

2.2.12.1 Sulfato de Aluminio Hidratado

El Sulfato de Aluminio Hidratado $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ “es de uso común en la estabilización de suelos dispersivos, el suelo dispersivo obtenido es sometido a un nuevo proceso de intercambio catiónico mediante la adición de Sulfato de Aluminio Hidratado, induciéndose la sustitución de los cationes de Sodio por cationes de Aluminio. Durante este proceso se controla rigurosamente el comportamiento de las variables de temperatura y pH, se reduce en más de un 50% el límite líquido, entre otras. Es oportuno valorar positivamente el haberse logrado el proceso químico de intercambio catiónico en ambos sentidos” (2 p. 6).

2.2.12.2 Cemento

“Al igual que en muchos otros casos, el cemento Pórtland también ha sido utilizado para estabilizar los suelos dispersivos, esta acción se relaciona con el proceso de compactación de la mezcla suelo-cemento, obteniéndose resultados satisfactorios cuando se alcanzan grados de compactación superiores al 95% de la máxima densidad seca alcanzada con un ensayo de proctor en laboratorio” (2 p. 7).

2.2.12.3 Cal.

“En el caso del tratamiento de los suelos con cal se ha realizado utilizando este aditivo en tres estados diferentes, a saber: cal viva u Óxido de Calcio (CaO), cal hidratada o Hidróxido de Calcio ($Ca(OH)_2$), y lechada de cal (suspensión de cal hidratada en agua). La cal viva se utiliza en aquellos casos en que es necesario “secar” el suelo, es decir, disminuir su humedad, con fines de compactación u otro uso. El proceso de hidratación de la cal

viva genera gran cantidad de calor, que contribuye a secar el suelo. Sin embargo, si este es atravesado por una red de flujo, el efecto de secado se pierde, y la cal viva se convertirá en hidrato y, más tarde, en una suspensión” (2 p. 7).

2.2.13 Estabilización de Suelos Dispersivos con Cemento

“El material llamado suelo-cemento se obtiene con la mezcla íntima de un suelo suficientemente disgregado con cemento y agua, seguida de una compactación y un curado adecuado. El suelo dispersivo estabilizado con cemento en condición suelta a otro endurecido, mejora sus propiedades físicas y mecánicas, por ende, es mucho más duradero y resistente. Las partículas de suelo no son cubiertas por cemento endurecido, sino que quedan unidos entre sí, por ello, el suelo-cemento tiene una resistencia menor y un módulo de elasticidad más bajo que el concreto” (21 p. 98).

El principal objetivo de la aplicación de cemento en un suelo dispersivo es reducir la dispersión, estabilizar la plasticidad, incrementar la capacidad de soporte y la resistencia a la compresión axial. El suelo adopta una estructura más floculada, reduciendo el rechazo entre la doble capa difusa del suelo. “Una estabilización de este tipo de suelos es obtenida, sustituyendo los cationes de sodio por cationes más estables, utilizándose principalmente cationes de calcio, obtenidos con la aplicación de cemento a los suelos dispersivos, confiriendo así estabilidad al suelo y eliminando el problema de dispersión” (2 p. 6).

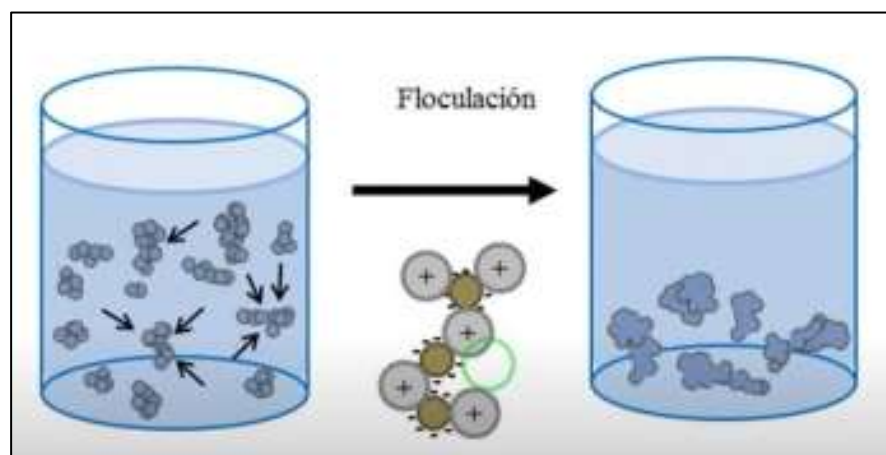


Figura 17. Proceso de floculación. Tomada de “Identificación y estabilización de suelos dispersivos: Estado de arte”, González y Armas, 2008, p. 7.

2.2.13.1 Cemento Portland

El cemento portland es de uso comercial, y se tiene una amplia gama de tipos. Se define al cemento portland como un compuesto cementante y sus principales componentes son el clinker pulverizado y sulfatos de calcio, además es un aglomerante hidrófilo. Esas cualidades que ofrece el cemento son idóneas para estabilizar suelos dispersivos y de otro tipo de problemática para hacerlos más estables, ya que el cemento aporta iones de calcio en el suelo.

2.2.13.1.1 Hidratación del Cemento

La reacción del cemento con el agua es exotérmica, es decir, se genera calor en la reacción (calor de hidratación) durante la hidratación del cemento. La hidratación en la mezcla suelo-cemento es muy importante, pues provoca la reacción química que se da por el intercambio de agua y los componentes del cemento. Esta reacción aporta resistencia, pues en la etapa de hidratación del suelo-cemento se endurece.

2.3 Definición de Términos Básicos

2.3.1 Arcilla (Suelo Arcilloso)

“Suelo de grano fino o la porción de suelo de grano fino que se puede hacer exhibir plasticidad (propiedades similares a masilla) dentro de un abarcar de contenido de agua, y que exhibe una considerable fuerza cuando se seca al aire. El término se ha utilizado para designar el porcentaje más fino que 0,002 mm (0,005 mm en algunos casos), pero se recomienda encarecidamente que se interrumpa este uso” (6 p. 6).

2.3.2 Arcillas Dispersivas

Las arcillas que se disgregan fácil y rápidamente en agua con baja concentración de sal y sin asistencia mecánica significativa. “Estas arcillas suelen tener una alta proporción de su capacidad de absorción. Capacidad saturada con cationes de sodio. Tales arcillas generalmente tienen un alto potencial de contracción-hinchamiento, tienen baja resistencia a erosión y tienen baja permeabilidad en un cuerpo de textura apretada y poco porosa” (2 p. 2).

2.3.3 Defloculación

“La defloculación es el proceso mediante el cual los sólidos que se adhieren se dispersan ya sea por concentración de electrolito, aumentando el pH de la lechada o agregando diluyentes o dispersantes al sistema. A través del proceso de dispersión, las partículas se descomponen en partículas finas” (23 p. 170).

2.3.4 Densidad

“La densidad es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo, y cuya unidad en el sistema internacional es el kilogramo por metro cúbico. La densidad natural y la densidad máxima seca son muy importantes características del suelo” (24 p. 1).

2.3.5 Dispersividad

La dispersividad es un parámetro principal para la caracterización de la dispersión en suelos. “Es una propiedad empírica de un medio poroso que determina la dispersión característica del medio relacionando de los componentes de velocidad del fluido en los poros para el coeficiente de dispersión” (2 p. 2).

2.3.6 El Agua de los Poros

El agua se retiene en el suelo en los poros entre las partículas del suelo. Por lo tanto, la cantidad máxima de agua que un suelo específico puede contener es igual a su porosidad (el volumen total de los poros). Es el agua contenida en los huecos o espacios vacíos del suelo o roca que pueden ser microscópicas (23 p. 171).

2.3.7 Estabilización del Suelo

La estabilización del suelo es un término general que designa cualquier método físico, químico, mecánico, biológico o combinado para modificar un suelo natural con el fin de cumplir un objetivo de ingeniería. “Es un tratamiento químico o mecánico diseñado para aumentar o mantener la estabilidad de una masa de suelo o de otro modo para mejorar sus propiedades de ingeniería” (25 p. 35).

2.3.8 Hexametáfosfato de sodio

El hexametáfosfato de sodio “es un agente químico en forma de polvo blanco, de flujo libre, inodoro, insaboro, de granos gruesos, o medio granular. Es una mezcla de metafosfatos poliméricos, indicando que es levemente higroscópico” (26 p. 3).

2.3.9 Límites de Atterberg

“Los límites de Atterberg, originalmente, conocido como límites de consistencia de suelos de grano fino fueron definidos por Albert Atterberg: el límite superior de flujo viscoso, el límite líquido, el límite pegajoso, la cohesión límite, límite plástico y límite de contracción. En el uso actual de la ingeniería, pueden definirse como los límites de los contenidos de humedad que caracterizan los cuatro estados de consistencia de un suelo de grano fino: estado sólido, estado semisólido, estado plástico y estado semilíquido o viscoso. Así de este modo, un suelo de grano fino puede pasar de un estado de consistencia a otro en función del contenido en humedad. Pero generalmente se refiere sólo al límite líquido, límite plástico y, en algunas referencias, al límite de contracción” (27 p. 3).

2.3.10 Piping

El proceso Piping “es conceptualizado como la formación de conductos naturales en el suelo (pipes) o en otros depósitos no consolidados por eluviación o por procesos de erosión diferencial subsuperficial. En general el desarrollo de estos conductos hipodérmicos va ligado con materiales poco consolidados” (15 p. 59).

2.3.11 Tubificación

“Se describen los procesos erosivos conocidos como tubificación retrógrada, y tubificación en suelos dispersivos. También los asociados de levantamiento o “reventón” de suelos y la ruptura hidráulica” (16 p. 61).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Método y alcances de la investigación

3.1.1 Método de la Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “la investigación es una consulta sistemática que sirve para describir, explicar, predecir y controlar el fenómeno observado. La investigación implica métodos inductivos y deductivos. Los métodos de investigación inductiva se utilizan para analizar el fenómeno observado, mientras que los métodos deductivos se utilizan para verificar el fenómeno observado. Los enfoques inductivos están asociados con la investigación cualitativa y los métodos deductivos están asociados a la investigación cuantitativa” (28 p. 98).

Bajo estas consideraciones, la investigación está realizada con base al método de investigación DEDUCTIVO, pues esta es una investigación cuantitativa y mediante ensayos de laboratorio verificamos y analizaremos el comportamiento del suelo dispersivo sin tratamiento y el suelo dispersivo con tratamiento (con un aditivo estabilizador), siendo los suelos dispersivos el fenómeno observado.

3.1.2 Enfoque de la investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “cuando nos referimos al enfoque de la investigación, nos referimos a la naturaleza del estudio, la cual se clasifica como cuantitativa, cualitativa o mixta. El proceso investigativo en todas sus etapas abarca desde la definición del tema, el planteamiento del problema de investigación, hasta el desarrollo de la perspectiva teórica, la definición de la estrategia metodológica, la recolección, y el análisis e interpretación de los datos” (28 p. 24).

Bajo estas condiciones la investigación pertenece al enfoque de investigación CUANTITATIVA, porque se hace un análisis estadístico con los datos recolectados, se realiza un análisis entre de las propiedades dispersivas, la plasticidad, la capacidad de soporte y la resistencia a la compresión uniaxial del suelo sin tratamiento y con tratamiento (suelo-cemento).

3.1.3 Tipo de investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “los tipos de investigación son: Básica, Aplicada y tecnológica, los cuales tienen diferentes objetivos en la investigación, tales como, para “una investigación básica su principal objetivo es generar conocimientos nuevos sobre un hecho o un objeto, para una investigación aplicada su propósito es dar solución a situaciones o problemas concretos e identificables” (28 p. 30).

Bajo estas condiciones esta investigación es APLICADA, porque se propondrá solucionar la problemática generada en la etapa de movimiento de tierras y subrasante natural de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo. Esta investigación plantea la estabilización de suelos dispersivos aplicando un aditivo estabilizador (cemento), para modificar favorablemente las propiedades físicas y mecánicas del suelo. El principal propósito es cambiar su clasificación dispersiva a una clasificación no dispersiva, regular la plasticidad, incrementar la capacidad de soporte (CBR) y la resistencia a la compresión axial del suelo (CNC).

3.1.4 Alcances de la Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “los alcances de la investigación permiten afinar el planteamiento del problema, el siguiente paso consiste en visualizar el alcance que tendrá. Se podría tener alcances de estudios exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. En la práctica, cualquier estudio puede incluir elementos de más de una de estas cuatro clases de investigación” (28 p. 90).

Bajo el análisis de la problemática de investigación de esta tesis, se plantea el alcance EXPLICATIVO debido a que tiene una relación causal, que trabaja con hipótesis para explicar los efectos de la relación de la variable independiente sobre la variable dependiente. La investigación busca las causas y efectos del uso de

cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno.

3.2 Diseño de la Investigación

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “el diseño de investigación se define como los métodos y técnicas elegidos por un investigador para combinarlos de una manera razonablemente lógica para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente” (28 p. 129).

Este trabajo se desarrolla empleando el diseño de la investigación EXPERIMENTAL, debido a que, se tiene como objetivo de estudio, la evaluación de los efectos del cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno. Para lograr alcanzar el objetivo de esta investigación se manipula la variable independiente: *Cemento*, para medir el efecto en la variable dependiente: *Estabilización de suelos dispersivos*.

Dentro de la clasificación del diseño de investigación experimental se opta por realizar una prueba piloto como primera fase, pues se validará la población mediante pruebas de laboratorio, y de este grupo se tomará como muestra patrón. Los resultados más conservadores (valores críticos) obtenidos en los ensayos de laboratorio, serán tomados como muestra patrón para estabilizar. Como segunda fase, se trata de implementar el diseño de investigación experimental, dentro de la sub - denominación Cuasiexperimental, pues la muestra de suelo dispersivo elegido como muestra patrón recibirá tratamiento (adición de cemento). Para evaluar su estabilización se aplicará diferentes porcentajes de cemento según se requiera; de tal manera que se maneje un suelo patrón o grupo de control y el suelo al que se le añadirá cemento que será el grupo experimental, y en este caso se manejan 4 experimentos.

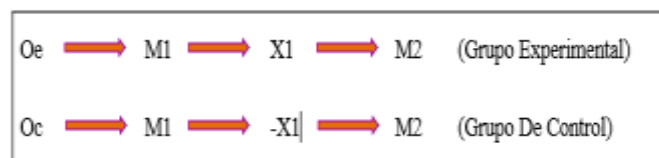


Figura 18. Diagrama de diseño con preprueba - posprueba y grupo de control. Tomada de “metodología de la investigación para ingeniería”, por Borja, 2012, p.15.

Siendo:

O = Objeto de Estudio o Unidad de Análisis

- X = Estímulo en la Variable Independiente
- X = Ausencia de Estímulo
- M = Medición de la Variable Dependiente "Y"

Borja (2012) (29, p. 16) explica en su libro que para realizar el control y la validez interna se requiere lo siguiente:

- a. Tener dos o más grupos de comparación.
- b. Equivalencia total en los grupos excepto con la manipulación de variables

3.2.1 Grupo Control

El grupo de control o muestra patrón es la muestra de suelo que no recibirá el tratamiento para su estabilización, se realizarán diferentes ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas del suelo ya mencionado, en su estado natural sin la adición de ningún aditivo.

3.2.2 Grupo Experimental

El grupo experimental es la muestra de suelo que recibirá el tratamiento para su estabilización. Este grupo experimental es al que se le va realizar el testeo, se realizaron 4 dosificaciones de diferentes porcentajes de cemento de 2%, 4%, 6% y 8% con referencia al peso del suelo (esto se definió en la etapa de revisión bibliográfica), todo ello para evaluar los efectos del cemento en el suelo dispersivo o muestra patrón. Y con ello se buscó encontrar la dosificación ideal de cemento para la estabilización; para ello se realizaran pruebas que nos permitirán hacer medible la mejora de las propiedades físicas y mecánicas del suelo dispersivo en estado natural y estabilizado con cemento, para luego realizar una comparación de resultados obtenidos, definiendo así el objetivo principal el cual es el evaluar los efectos del cemento en la estabilización del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno.

La investigación opta el diseño de "preprueba/posprueba" con un solo grupo únicamente y grupo control, que incluye 2 grupos. "El primero que recibe el tratamiento experimental y el segundo que no recibe tratamiento por ser el grupo control". En la tabla 3 se detalla el diseño de posprueba para un patrón y varias combinaciones:

Tabla 3.

Diseño de investigación para un patrón y varias combinaciones

Objeto de estudio	Medición de la variable dependiente (preprueba)	Estímulo de la variable independiente	Medición de la variable dependiente (posprueba)
Oc	M Suelo Dispersivo Patrón	- X Sin Cemento	M -
Oe	M ₁ Suelo Dispersivo de la progresiva 16+500	X ₁ Dosis de Cemento en Base al Peso de 2%	M ₁ Suelo Dispersivo de la progresiva 16+500 Estabilizado con Cemento
Oe Suelo - Cemento	M ₂ Suelo Dispersivo de la progresiva 16+500	X ₂ Dosis de Cemento en Base al Peso de 4%	M ₂ Suelo Dispersivo de la progresiva 16+500 Estabilizado con Cemento
Oe	M ₃ Suelo Dispersivo de la progresiva 16+500	X ₃ Dosis de Cemento en Base al Peso de 6%	M ₃ Suelo Dispersivo de la progresiva 16+500 Estabilizado con Cemento
Oe	M ₄ Suelo Dispersivo de la progresiva 16+500	X ₄ Dosis de Cemento en Base al Peso de 8%	M ₄ Suelo Dispersivo de la progresiva 16+500 Estabilizado con Cemento

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “una población es un conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde la población posee una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación” (28 p. 174).

Según lo establecido en la normativa del MTC en la Sección de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos se define el programa de exploración e investigación de campo para definir y delimitar la población. Se realizó varias campañas de exploración en todo el tramo de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, el tramo tiene una longitud de km. 18+976. En la primera visita se aplicó el método de identificación de suelos dispersivos en campo, para ello, se realizó un reconocimiento de la zona de estudio para definir la población y se identificó características dispersivas en la superficie, como zonas blanquecinas, erosión, tubificaciones, jarras, etc., hay un índice alto de probabilidad de suelos dispersivos en el tramo de la Prog. 16+000 a la Prog. 17+500.

Para validar esta población será necesario realizar una prueba piloto para demostrar mediante ensayos de laboratorio que este tramo este conformado por suelos dispersivos, y este sería la característica común. Para ello, en la segunda visita se propuso una campaña de ejecución de calicatas o pozos exploratorios, las calicatas se realizaron en las progresivas 16+250, 16+500, 16+750, 17+000, 17+250 y 17+500 (fue distribuido de acuerdo a lo establecido en la normativa del MTC: sección de suelos y pavimentos) donde se obtuvieron muestras de cada estrato que fueron representativas y cantidades suficientes para los ensayos, asimismo se determinó un perfil estratigráfico de los suelos. Ahora, según la exploración y las pruebas realizadas que serán demostradas, se define como población: al tramo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo que comprende las Prog. 16+000 a la Prog. 17+500, pues ese tramo presenta algo común (problema) y es la presencia de suelos dispersivos.

La población se encuentra delimitada por el tramo de las progresivas 16+000 al 17+500 de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, donde se presentan los suelos dispersivos. En esencia la población en esta investigación es el suelo dispersivo que está en el tramo, es por ello que nos enfocaremos en las progresivas km. 16+000 a 17+500 de la carretera.

3.3.2 Muestra

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “la muestra es un subgrupo de la población. Es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que se le llama población. Básicamente, se categorizan las muestras en dos grandes ramas: las muestras no probabilísticas y las muestras probabilísticas” (28 p. 175).

La muestra será el suelo con mayor grado de dispersividad, tomado de la población estudiada. La muestra patrón es la C-02 / M-02 de la Prog. 16+500 de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, más adelante se presentan los resultados y la muestra 02 de la calicata 02 tiene una clasificación dispersiva más crítica (suelo altamente dispersivo), por este motivo será tomada como muestra patrón para realizar la estabilización química mediante la adición de cemento. Con esta investigación se buscará evaluar los efectos del cemento en la estabilización del suelo dispersivo de la progresiva 16+500.

3.3.2.1 Tipo de Muestreo

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “en las muestras probabilísticas, todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para la muestra y se obtienen mediante el uso de fórmulas. En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador. Elegir entre una muestra probabilística o una no probabilística depende del planteamiento del estudio, del diseño de investigación y de la contribución que se piensa hacer con ella” (28 p. 176).

El muestreo aplicado en esta investigación se basa en el criterio técnico del investigador, y los puntos donde se realizan las calicatas se hicieron considerando especificaciones del manual de suelos y pavimentos del MTC, en donde especifica la distancia entre calicatas y la profundidad, esto según el tipo de carretera.

3.3.2.2 Tamaño de la Muestra

Para definir el tamaño de la muestra, de los 6 puntos de exploración (calicatas a cielo abierto) donde se tomaron muestras representativas, la C-02 / M-02 de la Prog. 16+500 resultó ser altamente dispersivo, por ende, el tamaño de la muestra se centrará en ese punto. Se trabajará con 2%, 4%, 6% y 8% de cemento para la estabilización del suelo dispersivo (para obtener los porcentajes de cemento nos basaremos en las recomendaciones del manual del MTC). Se realizará una evaluación del comportamiento mecánico del suelo dispersivo ya estabilizado con los diferentes porcentajes de cemento, para hacer un comparativo, los resultados serán presentados en tablas y figuras donde se verán la influencia del uso de cemento en los indicadores analizados.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.4.1 Técnicas Utilizadas en la Recolección de Datos

Para la recolección de datos de esta investigación se tomó la técnica de observación directa, siendo este muy utilizado en la rama de ingeniería vial,

teniendo como ventaja analizar los principales problemas que afectan a la carretera en estudio. Se da una breve reseña de la técnica empleada en el siguiente:

3.4.1.1 Observación Directa

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “es una de las técnicas de recopilación de información con mayor credibilidad, debido a que se enfoca en obtener datos de forma directa, confiable e in situ del objeto o situación en estudio” (28 p. 204).

La presente investigación observó la situación actual de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo realizando varias visitas a campo, se visualizó un tramo donde presenta características dispersivas propias de su naturaleza; y de esta manera se seleccionó el tramo ubicado en las progresivas 16+000 al 17+500. Para realizar las calicatas se procedió a explorar, para luego muestrear. Posteriormente se hizo la medición de las propiedades físicas y mecánicas en el laboratorio, donde se siguieron procedimientos estandarizados por normativas ASTM internacional actualizadas para obtener los valores cuantificados en escala de razón y ordinal de las propiedades en evaluación.

3.4.2 Instrumentos Utilizados en la Recolección de Datos

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), “afirma que el instrumento de recolección de datos, es un recurso al que recurre el investigador para recopilar datos y obtener información sobre las variables que son motivo de estudio (28 p. 207).

En la presente utilizaremos las fichas técnicas como instrumentos, estas fueron planteadas de acuerdo a las normativas ASTM internacional, que son validadas y actualizadas con regularidad. De esta manera se garantiza la confiabilidad del instrumento ya que es usado a nivel internacional, llegando a un grado de estandarización de procedimientos.

Para la investigación se plantearon los siguientes instrumentos, organizados y nombrados en orden del procedimiento que se planteó por etapas para lograr la demostración de la hipótesis, además se adjunta la tabla de cálculo del coeficiente de validez de cada instrumento; se menciona a continuación los instrumentos:

- Ficha de Recolección de datos del ensayo de límites de consistencia (Figura 19).
- Ficha de recolección de datos del ensayo de Pinhole (Figura 20).
- Ficha de recolección de datos del ensayo de Crumb (Figura 21)
- Ficha de recolección de datos del ensayo de CBR de laboratorio (Figura 22).
- Ficha de recolección de datos del ensayo de compresión no confinada – CNC (Figura 23).

A continuación, se muestran las fichas de recolección de datos de esta investigación:

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

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA					
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO		
LÍMITE PLÁSTICO		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		

Figura 19. Ficha de recolección de datos del ensayo de límites de consistencia.


III. DATOS DEL ENSAYO													
Altura de Carga (mm)	FLUJO			TURBIEDAD DEL FLUIDO					PARTÍCULAS EN EL FLUIDO			RESULTADOS Y FOTOGRAFÍAS	
	Volumen (ml)	Tiempo (seg)	Caudal (ml/seg)	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible	Completamente Claro	Ninguna	Alguna		Muchas
													FOTOGRAFÍA:
													
													RESULTADOS:
													Diámetro Final (mm):
													Clasificación Disp. :
													Descripción :
													OBSERVACIONES:

Figura 20. Ficha de recolección de datos del ensayo de Pinhole.




DATOS DEL ENSAYO											
Especimen N°			Especimen N°			Especimen N°					
Identificación del Contenedor			Identificación del Contenedor			Identificación del Contenedor					
Temperatura Inicial del Agua			Temperatura Inicial del Agua			Temperatura Inicial del Agua					
Hora de Inicio (hh:mm)			Hora de Inicio (hh:mm:ss)			Hora de Inicio (hh:mm:ss)					
LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s				2 min ± 15 s				2 min ± 15 s			
1 h ± 8 min				1 h ± 8 min				1 h ± 8 min			
6 h ± 45 min				6 h ± 45 min				6 h ± 45 min			
CLASIFICACIÓN DISPERSIVA			CLASIFICACIÓN DISPERSIVA			CLASIFICACIÓN DISPERSIVA					
Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			Agua adicional añadida para remoldear el espécimen					
Metodo B		SI	NO	Metodo B		SI	NO	Metodo B		SI	NO
FOTOGRAFÍAS											
											

Figura 21. Ficha de recolección de datos del ensayo de Crumb.

DATOS DE LA MUESTRA				DATOS PARA EL ENSAYO											
CLASIFICACIÓN (SUCS) :				METODO DE ENSAYO											
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :				PESO UNITARIO SECO	klN/m ³	TIEMPO DE INMERSIÓN									
DESCRIPCIÓN (SUCS) :				HUMEDAD ÓPTIMA	%	TIPO DE MARTILLO									
				MET. DE PREPARACIÓN											
MOLDE No		COD.													
NUMERO DE CAPAS		n°													
NUMERO DE GOLPES POR CAPA		n°													
N° SOBRECARGA CIRCULAR		n°													
N° SOBRECARGA ANULAR		n°													
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO								
REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO															
Masa Suelo Humedo + Molde		g.													
Masa del Molde		g.													
Masa del Suelo Humedo		g.													
Volumen del Suelo		cm ³													
Densidad del Suelo Humedo		g/cm ³													
Capsula No		No													
Masa de la Capsula		g.													
Suelo Humedo + Capsula		g.													
Masa del Suelo Seco + Capsula		g.													
Masa del Agua		g.													
Masa del Suelo Seco		g.													
% de Humedad		%													
Promedio de Humedad		%													
Densidad del Suelo Seco		g/cm ³													
Peso Unitario Seco		klN/m ²													
EXPANSIÓN															
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión					
				mm	%		mm	%		mm	%				
		0:00:00													
		24:00:00													
		48:00:00													
		72:00:00													
		96:00:00													
PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	MOLDE No A-9				MOLDE No A-16				MOLDE No Q-1			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00													
0.63	0.025	00:30													
1.27	0.050	01:00													
1.90	0.075	01:30													
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9												
3.17	0.125	02:30													
3.81	0.150	03:00													
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35												
6.35	0.250	05:00													
7.62	0.300	06:00													
8.89	0.350	07:00													
10.16	0.400	08:00													
11.43	0.450	09:00													
12.70	0.500	10:00													
OBSERVACIONES :															

Figura 22. Ficha de recolección de datos del ensayo de CBR.

DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DEL ENSAYO					
DESCRIPCIÓN SUCS					ESPECIMEN	MÉTODO				
					N°	TIPO				
					A					
CLASIFICACIÓN SUCS					VELOCIDAD DE ENSAYO					
CLASIFICACIÓN AASHTO					VELOCIDAD DE ENSAYO					
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Area corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamaño de la Probeta Tallada)		
(0.01mm.)	ϵ [ΔH/Ho]	1-ε	Ac (cm2)	P (kg)	σ (Kg/cm2)	σ (KPa)	ε %	Diámetro Promedio, Do (cm) :		
0.00								Altura Promedio, Ho (cm) :		
10.00								Relacion Altura/diámetro :		
20.00								Peso de la Muestra humeda (g) :		
30.00								Área Sección Transv. Ao (cm2) :		
40.00								Volumen, Vo (cm2) :		
50.00								Altura Final, Hf (cm) :		
60.00								DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA		
70.00									Peso Suelo Húmedo + Tara (g) :	
80.00									Peso Suelo Seco + Tara (g) :	
90.00									Peso de Tara (g) :	
100.00									Peso del Suelo Seco (g) :	
125.00									Peso del Agua (g) :	
150.00									Contenido de Humedad (%) :	
175.00									PESOS UNITARIOS	
200.00										Peso Unit. Húmedo, γ [ton/m3] :
225.00										Peso Unit. Seco yd [ton/m3] :
250.00								RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA		
275.00										
300.00										
325.00										
350.00										
375.00								RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA		
400.00										
450.00										
500.00								ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA		
600.00										
700.00								DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA		
800.00								ε % :		
1000.00								Módulo de Young's E=		
								2,158.90		
Calificación de la Consistencia del Suelo :					Moderadamente Consistente o Mediana			ESPECIMEN N°	A	

Qu:0.73 Kg/cm2 = 71.81 KPa

ESFUERZO (Kg/cm2)

DEFORMACION %

CALIBRACION DE EQUIPO 22.02.2019
N° MT-LL-026-2019/R3288
N° MT-LF-052-2019/G&C01003

Figura 23. Ficha de recolección de datos del ensayo de compresión uniaxial – CNC.

3.4.3 Validez de instrumentos de investigación

Según Borja (2012), “Para determinar la validez de un instrumento de recolección de datos, se recomienda la técnica del juicio de expertos, el cual consiste en designar a tres expertos como mínimo, que acrediten experiencia en el tema de estudio. A los expertos se les entrega el instrumento elaborado conjuntamente con la matriz de consistencia y la tabla de operacionalización de variables, así como, la ficha de criterios para calificar cada ítem” (29 p. 35).

Se define que “la V de Aiken es un coeficiente que permite cuantificar la relevancia de los ítems respecto a un dominio de contenido a partir de las valoraciones de 3 jueces como mínimo. Este coeficiente combina la facilidad del cálculo y la evaluación de los resultados a nivel estadístico. Este coeficiente puede ser calculado sobre las valoraciones de un conjunto de jueces con relación a un ítem o como la valoración de un juez respecto a un grupo de ítems. Asimismo, las valoraciones asignadas pueden ser dicotómicas (recibir valores de 0 o 1) o politómicas (recibir valores de 0 a 5)” (29 p. 36).

Donde:

S : Sumatoria de las respuestas o acuerdos de los expertos por cada ítem.

n : Número de expertos

c : Número de valores en la escala de valoración

c = 2, cuando toma valores: de acuerdo (1) y en desacuerdo (0), es decir es dicotómica.

c = 4, cuando se trata de una escala con valores: 0, 1, 2 y 3, es decir es politómica.

$$v = \frac{S}{n(c-1)}$$

La V de Aiken calculada mediante las evaluaciones, calificadas por el juicio de expertos nos permitió validar nuestros instrumentos, mediante los siguientes criterios de interpretación.

Tabla 4.*Interpretación de la V de Aiken*

V Aiken	Interpretación
0.00 - 0.79	Débil
0.80 - 0.89	Aceptable
0.90 - 1.00	Fuerte

Nota: Tomado de Borja, 2012, p. 36.

Los instrumentos de recolección de datos utilizados en la presente investigación fueron validados por tres expertos (ver tabla 5). Estos profesionales tienen como especialidad la geotecnia y carreteras, calificaron dichos instrumentos con un nivel de validez BUENO, y según la V de Aiken los instrumentos están en un nivel de Interpretación FUERTE.

Tabla 5.*Presentación del juicio de expertos*

N° Experto	Nombre de Experto	Perfil Profesional	Grado Académico	Colegiatura
Experto 1	Alex Luis GÓMEZ CALLA	Ingeniero Civil	Bachiller	N° CIP. 209176
Experto 2	Mary Luz APAZA APAZA	Ingeniera Civil	Bachiller	N° CIP. 112172
Experto 3	Armando MAMANI JILAJA	Ingeniero Civil	Magister	N° CIP. 99084

Se proporcionará la hoja de vida de los profesionales, quienes forman parte del juicio de expertos (ver Anexo B), los cuales validaron los instrumentos, calificaron, brindando observaciones y recomendaciones que fueron levantadas en su momento. El juicio de expertos que calificaron los instrumentos tiene una amplia experiencia en ensayos de laboratorio, geotecnia y carreteras.

En las siguientes tablas se realizará un resumen de la evaluación de contenido de los criterios de cada instrumento validado.

Tabla 6.

Resumen de los criterios de la evaluación del contenido de los instrumentos (son 5 instrumentos presentados)

Criterios	Expertos			Suma de Acuerdos Total (s)	V Aiken	Descripción
	1	2	3			
Pertinencia	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Coherencia	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Congruencia	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Suficiencia	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Objetividad	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Consistencia	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Organización	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Claridad	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Oportunidad	3	3	3	9	1.00	Fuerte
Estructura	3	3	3	9	1.00	Fuerte
	Media				1.00	Fuerte

Interpretación de la tabla 8:

El instrumento contiene 10 ítems con una validez de contenido fuerte, debido a que el coeficiente se ubica en el intervalo de 0.90 a 1.00 lo que indica que los 3 expertos están totalmente de acuerdo.

El instrumento de investigación tiene como coeficiente de validez de contenido (1.00) que es fuerte debido a que el coeficiente de Aiken promedio se encuentra en el intervalo de 0.90 a 1.00, a fin de que el estudio sea válido.

La V de Aiken tiene un valor máximo, puesto que los instrumentos son fichas de recolección de datos, los cuales están basadas en normativas que estandarizan los procedimientos y cálculos para la medición de los indicadores. Nos referimos a las normativas internacionales ASTM.

Ver ficha de validación de instrumentos, formato de validación de criterios de expertos y ficha de recolección de datos en el Anexo C.

3.4.4 Procedimiento de recolección de datos

Para la recolección de información, se plantea que, en la determinación de las propiedades mecánicas de los suelos, es necesario primero conocer las propiedades físicas y las características dispersivas. A través del proceso de identificación y ensayos de laboratorio, debemos recurrir a procedimientos

establecidos en las normas técnicas, para que, con los instrumentos y conjuntamente con las técnicas de observación, permita validar la recolección de datos para la caracterización y análisis de las muestras que se vayan a ensayar en el laboratorio.

Para la recolección de datos se tuvo que organizar una secuencia de trabajo la cual se dividió en etapas que se realizaron en el siguiente orden:

Etapas 1: Revisión Bibliográfica.

Etapas 2: Trabajos de investigación de Campo (Exploración y Muestreo).

Etapas 3: Trabajos de Laboratorio (Ensayos de laboratorio – suelo natural) para determinar las propiedades físicas y mecánicas del tramo en investigación, de tal modo delimitar la población.

Etapas 4: Trabajo de Gabinete para seleccionar la muestra patrón para realizar la estabilización de suelo con cemento considerando el criterio más conservador.

Etapas 5: Trabajos de Laboratorio (Ensayos de laboratorio – suelo patrón – suelo adicionado con cemento) Ensayos de laboratorio de la Calicata 02 / Muestra 02 de la Prog. 16+500 para definir las propiedades físicas y mecánicas del suelo dispersivo estabilizado con cemento al 2%, 4%, 6% y 8%. Para evaluar el mejoramiento del suelo, determinaremos la dosificación óptima de cemento.

Etapas 6: Registrar la información necesaria, para ello se utilizó el software como Excel, SPSS, Word, entre otros, para el procesamiento de los datos y obtención de resultados mediante gráficos estadísticos de barras, gráficos lineales, histogramas, etc., sea más exacto y rápido.

A continuación, detallamos con imágenes los procedimientos de recolección de datos por etapas:

3.4.4.1 Etapas 1: Revisión bibliográfica

Se realizó la revisión, traducción, e interpretación de artículos científicos, y de los procedimientos de cada uno de los ensayos. Los instrumentos que

son requeridos en los indicadores, son los procedimientos que están estandarizadas en las normativas internacionales ASTM, todo esto viene siendo necesario para la determinación de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los suelos estudiados, así mismo, se trabajó con una gran data de artículos científicos publicadas en revistas científicas actuales y tesis de repositorios, para nutrir esta investigación con conceptos confiables y entendibles. Se revisaron manuales, libros, reglamentos en concordancia con las normas establecidas. En esta etapa también se revisó manuales y recomendaciones de ingenieros especialistas para la elección del cemento que será utilizado como aditivo estabilizador, y también se revisó los manuales correspondientes para definir los porcentajes de cemento con los que trabajará en la etapa 5, en el que se adicionará cemento al suelo patrón.

3.4.4.1.1 Elección del cemento

Los criterios tomados para la elección del cemento portland WARI tipo I, se basó en las características de resistencia inicial que ofrece el cemento, a su vez por la capacidad de cementación y adhesión de partículas del suelo al añadirlo como estabilizante, esto se da por la modificación en la microestructura del suelo, debido a las reacciones químicas que este ofrece el intercambio catiónico que se busca.



Figura 24. Elección del cemento WARI tipo I como aditivo para la estabilización de suelos dispersivos.

El cemento WARI tipo I, es muy convencional y de uso comercial en la Región de Puno, además, es muy fácil de adquirir. Las características físicas están dentro de los requerimientos de la NTP: 334.009 y ASTM C150 los cuales establecen parámetros mínimos y máximos, así como la composición química.

3.4.4.1.2 Dosificación de cemento en el suelo dispersivo

Para determinar la dosificación de cemento que será añadido al suelo (muestra patrón), será muy importante identificar la característica principal que hace que el suelo falle en ciertas condiciones, en este caso los suelos dispersivos fallan al contacto con el agua cambiando drásticamente su estructura pasando de ser compacta a una dispersa. La dosificación ideal de cemento para lograr estabilizar los suelos dispersivos, variará principalmente por el grado de dispersión y la clasificación del suelo.

En el proceso de recolección de datos, se puede evidenciar que uno de los suelos llega a tener un grado de dispersividad muy alto (altamente dispersivos) y también podemos observar que según su clasificación de suelos AASHTO está en la categoría A-4. Haciendo un análisis, el manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos nos recomienda un rango de cemento requerido en porcentaje del peso de los suelos, indicando que si la clasificación AASHTO está en la categoría A-4 el suelo requiere cemento dentro del rango de 7% a 12%, en todo caso, considerando que la muestra patrón presenta un índice de plasticidad baja, esta investigación plantea experimentar con la adición de un contenido de cemento de 2%, 4%, 6% y 8% al suelo dispersivo.

3.4.4.2 Etapa 2: Trabajos de investigación de Campo (Exploración y Muestreo) – pre experimento

En esta etapa de la investigación, considerando el estado de arte revisado y conociendo las características superficiales de campo que se presentan en suelos dispersivos, le corresponde al investigador la visita para el reconocimiento del área influyente del tramo de la carretera que viene siendo afectada, estos conocimientos permitirán evaluar la situación y la inspección visual del sitio es indispensable para la organización y la planeación de las

actividades de la exploración de campo. Después del análisis y el reconocimiento, se plantea el tramo de evaluación afectado por suelos dispersivos, el primer paso para la evaluación será la excavación de las calicatas, la exploración y recolección de muestras del suelo, las calicatas son realizadas a 250 m de distancia unas de otras según el tipo de carretera (indicación del manual de suelos y pavimentos del MTC) y de igual manera la profundidad mínima de exploración es de 1.50 m, los cuales son suficientes por el tipo de investigación y posteriormente se realizaron las respectivas pruebas de laboratorio.

3.4.4.2.1 Reconocimiento de campo

En la extensión de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo el cual tiene una longitud de 18.976 km. (km. 00+000 – 18+976), se ubica en el Distrito de Kelluyo, Provincia de Chucuito – Región de Puno, se buscó algún indicador en la superficie de presencia de material dispersivo. El tramo que se ubica entre las Prog. 16+000 a la 17+500 se caracteriza de presentar poca vegetación, no existe cultivos de ningún tipo de fruto, hay presencia de zonas blanquecinas y erupciones del suelo denominado como “humus” en la bibliografía, esto debido a la preponderancia del catión sodio. En toda la extensión de la carretera se tiene muy pocas viviendas rústicas por las mismas condiciones del suelo y del agua.

El tramo de estudió en esta investigación se encuentra dentro de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, entre las progresivas km. 16+000 a 17+500, zona donde se presentan los suelos dispersivos y por las condiciones de campo que presenta, en este tramo ya se presentan tubificaciones, áreas de producción con baja cosecha y crecimiento poco desarrollado, así como erupciones en la superficie del suelo “humus” abundantes y la erosión en algunas zonas que fueron ensanchándose por el estancamiento de aguas pluviales, esta situación indica la presencia de suelos altamente salinos, muchos de los cuales son dispersivos.



Figura 25. Erosión en la prog. 16+370 de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo.



Figura 26. Exploración de campo para reconocimiento del área de estudio.

Vías de comunicación y zonas de investigación:

El acceso al área se realiza a través de dos carreteras, por la vía asfaltada Desaguadero – Moquegua, continuando por la vía asfaltada desvío Desaguadero – Kelluyo, tramo donde se viene realizando un mejoramiento.

El tiempo de viaje en auto desde Desaguadero hasta el tramo de investigación, es de una hora. La vía asfaltada del desvío desaguadero – Kelluyo fue inaugurada en el año 2021.

3.4.4.2.2 Características de la zona de estudio

El distrito de Kelluyo es uno de los 7 distritos que conforman la provincia de Chucuito, ubicada en el departamento de Puno en el sudeste del Perú, siendo una de los distritos que se encuentra en la frontera con el País de Bolivia. La localidad de Kelluyo se ubica a una altura de 3857 m.s.n.m. en las faldas de Chiarke, en el sur de la Región Puno. Kelluyo es una localidad que realiza actividades de agricultura y comercio de ganadería en escala pequeña, pero la actividad más común entre los pobladores son el comercio de productos de contrabando, siendo la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo muy transitada por unidades pesadas de mercadería ilegal en nuestro país por estar en la frontera con el país vecino.

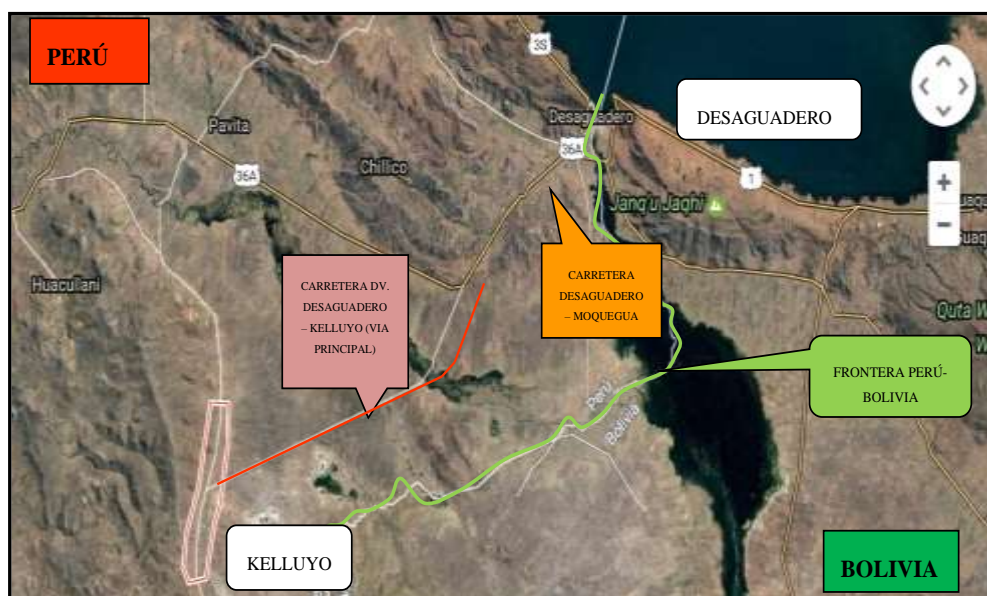


Figura 27. Mapa Satelital de la ubicación de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno.

Características climatológicas:

En Kelluyo, “los veranos son cortos, frescos y mayormente nublados. Los inviernos son cortos, muy frío y mayormente despejados y está seco durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente

varía de -2 °C a 18 °C y rara vez baja a menos de -4 °C o sube a más de 22 °C. La temporada más seca dura 8.7 meses, la probabilidad mínima de un día mojado es del 1 %”.

Entre los días mojados, en la localidad son las precipitaciones pluviales intensas y torrenciales, nevadas y granizadas. Las lluvias tienen una probabilidad máxima del 42 %, esta condición climatológica se intensifica y se vuelve peligroso para el caso de suelos dispersivos en el periodo de enero a marzo.

Este clima húmedo en los periodos de lluvia favorece y desencadena problemáticas con los suelos dispersivos en todo el tramo afectado por este tipo de suelo. El tramo en evaluación tiende a presentar fallas en los periodos de lluvia. El tránsito en la carretera se restringe por el comportamiento que adoptan los suelos y es que el suelo tiende a colapsar.

3.4.4.2.3 Ubicación

El tramo de evaluación, se ubica en el distrito de Kelluyo, Provincia de Chucuito, Departamento de Puno. La vía en cuestión, en la actualidad esta asfaltada, fue inaugurada en el año 2021 y está ya presenta fallas en la superficie de rodadura.

Kelluyo es un “distrito situado en el extremo oriental, próximo al lago Titicaca, en su lago más pequeño llamado Menor o Huiñamarca y fronterizo con Bolivia formando la divisoria del río Desaguadero en la laguna Aguallamaya. Limita por el norte con los distritos de Zepita y de Desaguadero; al sur con el Distrito de Pisacoma; al este con Bolivia y al oeste con el de Huacullani”.

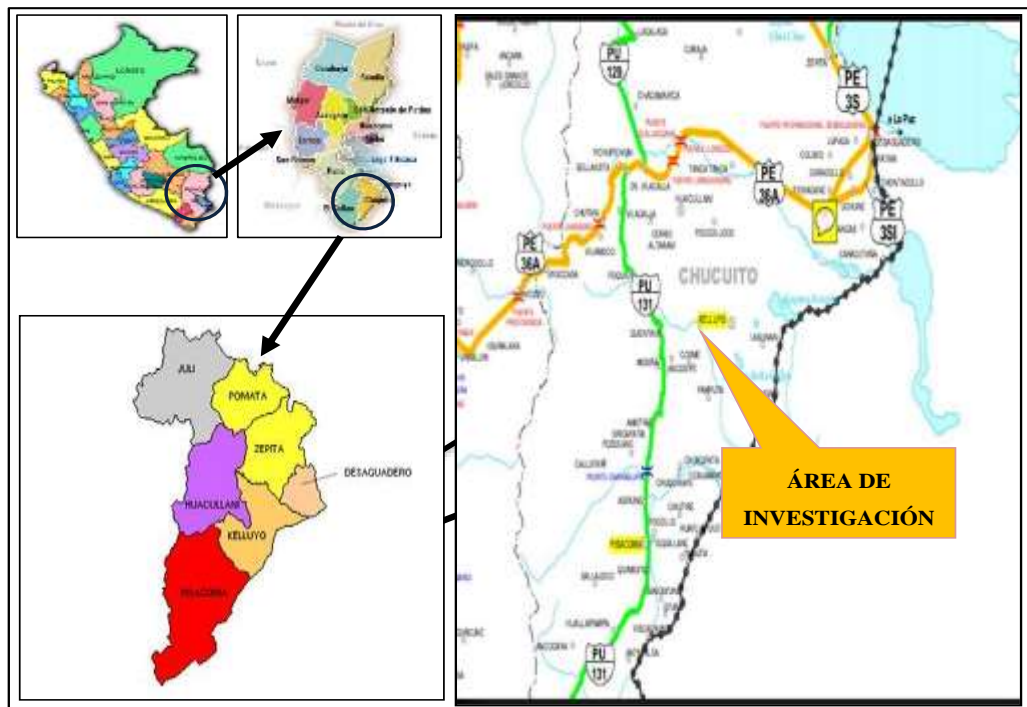


Figura 28. Ubicación y localización geográfica.

3.4.4.2.4 Exploración y Muestreo del Tramo en Evaluación

El reconocimiento del lugar de la investigación, con el criterio del investigador se plantea que el tramo de evaluación está entre la Prog. 16+000 a 17+500, donde la presencia de suelos dispersivos está ocasionando diversas fallas que son visibles en la superficie. Para ello se procede a la planeación, para ejecutar la ejecución de calicatas, exploración y la recolección de muestras de suelos a los intervalos y profundidades guiadas por el criterio del investigador (basadas en el manual de suelos y pavimentos del MTC) y posteriormente se realizaron las respectivas pruebas de laboratorio.

Según el MTC (sección de suelos y pavimentos) (21 pp. 28-29) indica que para la sectorización de la subrasante dependerá el tipo de carretera, el aforo vehicular que realizó el Municipio de la Localidad y según a ello, la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo tiene una clasificación de tipo de carretera de tercera clase. Según la tabla será necesario realizar 3 calicatas por kilómetro, adaptándonos a una carretera de segunda clase (según la tabla de número de calicatas para exploración de suelos del manual).

Tabla 7.*Número de calicatas para exploración de suelos*

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	* Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido * Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido * Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles		* Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido * Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido * Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles	1.50 m respecto al nivel de subrasante del proyecto	* 4 calicatas x km	Las calicatas se ubican longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles		* 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles		* 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.		* 1 calicatas x km	

Nota: km = kilómetro, IMDA = Índice medio diario anual. Tomada de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 2014, p. 28.

Evaluando la tabla 7 y el aforo realizado por el municipio (IMDA), el investigador adopta un criterio técnico y se plantea realizar las calicatas a cada 250 m, distanciadas unas de otras para obtener una data consistente al tratarse del estudio de un tipo de suelo problemático como es el suelo dispersivo, adoptando también el criterio técnico, la profundidad mínima a la que se llegará en cada calicata será de 1.50 m debajo de la superficie del suelo. La investigación al tener un tipo de muestra no probabilístico – intencional, el investigador tiene la opción de realizar las calicatas al azar, pero, se optó por combinar esta decisión con los criterios técnicos que se van asimilando al leer e interpretar las normativas vigentes.

Se muestra en la figura 29 la ubicación de las calicatas, estas se encuentran distribuidas en el tramo de evaluación, en las progresivas 16+250, 16+500, 16+750, 17+000, 17+250 y 17+500 de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, donde se tomaron dos muestras de cada calicata, tomando en total 12 muestras de suelo. Como reseña, de los primeros estratos de las calicatas se tomaron muestras suficientes para realizar los ensayos convencionales para su identificación y clasificación; para los segundos estratos de cada calicata se tomaron muestras suficientes para realizar los ensayos convencionales, ensayos químicos básicos, ensayos mecánicos y ensayos especiales para identificar y clasificar suelos dispersivos.



Figura 29. Ubicación de calicatas. Tomada de “Google earth”, por Google, 2020.

Tabla 8.

Progresivas, calicatas, muestras y coordenadas UTM de las calicatas

Progresiva	Calicatas	Muestras	Coordenadas		
			Este	Norte	Cota
16+250	C - 01	2	475673.97	8152890.58	3843
16+500	C - 02	2	475440.91	8152827.65	3844
16+750	C - 03	2	475204.55	8152708.79	3844
17+000	C - 04	2	474967.85	8152641.91	3846
17+250	C - 05	2	474745.92	8152519.34	3848
17+500	C - 06	2	474496.78	8152459.45	3850

3.4.4.2.5 Perfil Estratigráfico natural:

Muestreo de la Calicata 01:



Figura 30. Fotografía de la Calicata 01 - Prog. 16+250

Muestreo de la Calicata 02:



Figura 31. Fotografía de la Calicata 02 - Prog. 16+500

Muestreo de la Calicata 03:



Figura 32. Fotografía de la Calicata 03 - Prog. 16+750

Muestreo de la Calicata 04:



Figura 33. Fotografía de la Calicata 04 - Prog. 17+000

Muestreo de la Calicata 05:



Figura 34. Fotografía de la Calicata 05 - Prog. 17+250

Muestreo de la Calicata 06:



Figura 35. Fotografía de la Calicata 06 - Prog. 17+500

3.4.4.3 Etapa 3: Trabajos de Laboratorio (Ensayos de laboratorio – suelo natural) – Prueba Piloto

Se realizaron ensayos de laboratorio convencionales y especiales en las muestras tomadas de las 6 calicatas, en las M-01 de las 6 calicatas se sometieron a ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia y la clasificación de suelos con los métodos SUCS y AASHTO.

Las M-02 de las 6 calicatas se sometieron a ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, límites de consistencia, la clasificación de suelos con los métodos SUCS y AASHTO, proctor modificado, CBR, sales solubles, pH y ensayos especiales de identificación y clasificación de suelos dispersivos, tales como, ensayos de crumb, pinhole y doble hidrometría.

A continuación, se detallarán los procedimientos realizados para la obtención de resultados mediante los ensayos estandarizados por las normativas internacionales ASTM:

3.4.4.3.1 Contenido de Humedad (ASTM D2216 – 19)

Durante el muestreo en campo, será muy importante darle los cuidados necesarios a la muestra, para evitar que el suelo pierda humedad en transcurso del transporte, por lo cual, fueron tomados en bolsas y estas

fueron selladas. “El contenido de humedad de la muestra de suelo, indica la cantidad de agua que contiene una masa de suelo, la cual es directamente proporcional al peso del agua e inversamente proporcional al peso del suelo seco” (30 p. 2)

En el laboratorio, se toma una muestra de suelo y es secada al horno a una temperatura estándar de 110 ± 5 °C hasta obtener una masa constante. La cantidad y el tiempo necesario dependerá del tipo de suelo, considerándose que el tiempo suficiente de secado es de 12 a 16 hora y la cantidad de muestra dependerá de la granulometría y precisión de balanza según la ASTM D2216-19, así como el método (ver tabla 9).



Figura 36. Procedimientos realizados para el contenido de humedad

Tabla 9.

Requerimientos mínimos de masa para muestras de ensayo, y precisión de balanzas

Tamaño Máximo de Partícula (Pasante 100%)		Método A		Método B	
		Contenido de Agua registrado al ±1.0%		Contenido de Agua Registrado al ± 0.1%	
Tamaño de Tamiz (mm)	Tamaño de Tamiz (in)	Masa del Espécimen	Precisión de la Balanza (g)	Masa del Espécimen	Precisión de la Balanza (g)
75.0 mm	3 in	5 kg	10	50 kg	10
37.5 mm	1-1/2 in	1 kg	10	10 kg	10
19.0 mm	3/4 in	250 g	0.1	2.5 kg	0.1
9.5 mm	3/8 in	50 g	0.1	500 g	0.1
4.75 mm	No. 4			100 g	0.01
2.00 mm	No. 10			20 g	0.01

Nota: mm = Milímetros, in = pulgadas, g = Gramos, kg = kilogramos. Tomada de la ASTM D2216, 2019, p. 2.

Para los cálculos, la fórmula que se aplica es la siguiente:

$$W (\%) = \frac{M_1 - M_2}{M_2 - M_t} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

Donde:

W	=	Contenido de humedad (%)
Mt	=	Masa del recipiente o tara (g)
M1	=	Masa del recipiente más el suelo húmedo (g)
M2	=	Masa del recipiente más el suelo seco (g)
Mw	=	Masa del agua = $M_1 - M_2$ (g)
Ms	=	Masa del suelo seco = $M_2 - M_t$ (g)

Nota: Esta propiedad es variable puesto que depende de las condiciones atmosféricas, por lo que es necesario realizar lo más rápido posible para evitar distorsiones en los cálculos.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados obtenidos en el laboratorio del contenido de humedad de las 12 muestras ensayadas.

Tabla 10.

Resumen de resultados del ensayo de contenido de humedad realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Procedencia	Calicata	Muestra	Profundidad	Humedad Natural (%)
16+250	C - 01	M - 01	0.00 - 0.20 m.	8.70
16+250	C - 01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	14.30
16+500	C - 02	M - 01	0.00 - 0.25 m.	10.50
16+500	C - 02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	16.70
16+750	C - 03	M - 01	0.00 - 0.30 m.	7.10
16+750	C - 03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	17.30
17+000	C - 04	M - 01	0.00 - 0.15 m.	5.40
17+000	C - 04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	14.30
17+250	C - 05	M - 01	0.00 - 0.20 m.	3.30
17+250	C - 05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	8.80
17+500	C - 06	M - 01	0.00 - 0.17 m.	7.80
17+500	C - 06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	13.80

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.2 Análisis Granulométrico (ASTM D6913 – 17)

Las partículas “son distribuidas de acuerdo al tamaño de partículas y se determina por tamizado desde mallas mayores a 0.075 mm utilizando el método de análisis mecánico mediante tamices de abertura normadas respectivamente. La serie de tamices empleados para el ensayo están especificados en la ASTM D6913-17, ver en la tabla 11” (31).

Tabla 11.

Serie de tamices empleadas para el ensayo

Designación de Tamices de Acuerdo a la Norma E11			
Alternativo	Estándar	Alternativo	Estándar
3 in	75.0 mm	Nº 10	2.00 mm
2 in	50.0 mm	Nº 20	0.850 mm (850 µm)
1 ½ in	37.5 mm	Nº 40	0.425 mm (425 µm)
1 in	25.0 mm	Nº 60	0.250 mm (250 µm)
¾ in	19.0 mm	Nº 100	0.150 mm (150 µm)
3/8 in	9.5 mm	Nº 140	0.106 mm (106 µm)
Nº 4	4.75 mm	Nº 200	0.075 mm (75 µm)

Nota: mm = Milímetros, in = pulgadas. Tomada de la ASTM D6913/D6913M, 2017, p. 7.

Tabla 12.

Masa mínima de muestra requerida

Tamaño máximo de partícula (pasa 99% o más)	Masa seca mínima (g o kg)		
	Tamiz	Método A reporte a 1%	Método B reporte a 0.1%
N° 40 (0.425 mm)		50 g	75 g
N° 10 (2.00 mm)		50 g	100 g
N° 4 (4.75 mm)		75 g	200 g
3/8" (9.5 mm)		165 g	-
3/4" (19.0 mm)		1.3 kg	-
1" (25.4 mm)		3 kg	-
1 1/2" (38.1 mm)		10 kg	-
2" (50.8 mm)		25 kg	-
3" (76.2 mm)		70 kg	-

Nota: Tomada de la ASTM D6913/D6913M, 2017, p. 7.

Como parte del procedimiento, será necesario cuartear la muestra, después del cuarteo deberá de cumplir con la masa mínima requerida. La masa mínima de muestra requerida por la ASTM D6913-17, ver la tabla 12. El lavado se hará por la malla N°200, previo al lavado es recomendable dejarlo remojando si es necesario, “utilizar un dispersante como el hexametáfosfato de sodio y un agitador en caso de muestras arcillosas” (no aplica en suelos dispersivos), si se tratara de gravas o arenas serán suficientes 5 min de remojo, después del lavado será llevado al horno para el secado a $110 \pm 5^\circ\text{C}$, luego del secado deje enfriar y se procede a tamizar.



Figura 37. Procedimientos del ensayo: remojo, lavado y secado en el horno de las muestras ensayadas.



Figura 38. Procedimientos del ensayo: tamizado y pesado de la muestra ensayada retenida en cada tamiz.

Para calcular el porcentaje que pasa, se aplica es la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{M_{\text{tamiz}}}{M_1} \times 100$$

Donde:

M_{tamiz} = Masa retenida en cada tamiz

M₁ = Masa de la muestra secada al horno

Se calcula luego:

% que pasa = 100 - % retenido acumulado

El grafico de la curva granulométrica se dibuja en escala semilogarítmica, graficar el “% acumulado que pasa vs. Log. Abertura (mm). Del grafico se obtiene los diámetros característicos del suelo que nos permiten calcular el Cu y Cc para clasificar los suelos granulares, estos diámetros son D10, D30, D60. El D se refiere al tamaño de grano o diámetro aparente de la partícula del suelo y el subíndice (10, 30, 60) denota el porcentaje de material más fino” (31 p. 4). Los parámetros de gradación de los suelos granulares se evalúan en base a los coeficientes Cc y Cu que se evalúan en base a los diámetros de la siguiente formula:

Cu = Coeficiente de uniformidad

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Cc = Coeficiente de curvatura

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10} \times D_{60}}$$

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados de las 12 muestras ensayadas, obtenidos en el laboratorio. La tabla 13 presenta los porcentajes que pasan en los tamices recomendados por la normativa.

Tabla 13.

Resumen de los resultados del ensayo de análisis granulométrico (% que pasa) realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Procedencia	Calicata	Muestra	Análisis Granulométrico						
			No. 4	No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 100	No. 200
16+250	C - 01	M - 01	-	100.00	99.95	99.89	99.79	99.48	97.53
16+250	C - 01	M - 02	100.00	99.97	99.59	98.29	96.45	92.78	88.06
16+500	C - 02	M - 01	100.00	99.63	98.12	96.55	94.69	89.44	76.39
16+500	C - 02	M - 02	100.00	99.96	99.78	97.50	93.70	89.29	81.40
16+750	C - 03	M - 01	-	100.00	99.91	99.62	99.15	97.68	92.70
16+750	C - 03	M - 02	100.00	99.94	99.84	98.60	93.81	86.60	75.34
17+000	C - 04	M - 01	-	100.00	99.81	99.48	98.43	97.89	95.49
17+000	C - 04	M - 02	100.00	99.98	99.90	99.01	95.94	91.08	82.17
17+250	C - 05	M - 01	100.00	99.95	99.85	98.61	96.92	94.51	86.55
17+250	C - 05	M - 02	100.00	99.56	97.17	94.97	93.45	91.03	83.99
17+500	C - 06	M - 01	100.00	99.99	99.94	99.74	99.30	98.15	93.69
17+500	C - 06	M - 02	100.00	99.87	99.46	97.70	95.03	91.72	88.24

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.3 Límite Líquido y Límite Plástico (ASTM D4318 – 17e1)

a) Límite líquido:

El límite líquido define la frontera entre los estados de consistencia plástico y semilíquido, su expresión se simplifica como LL. La muestra puede ser preparada vía húmeda o seca. La muestra deberá de secarse a temperatura ambiente o al horno a una temperatura no mayor de 60°C y se requiere una masa de suelo de 200 g. El límite líquido se calcula con el aporte del contenido de humedad, el suelo es inducido a llegar a su límite añadiendo agua intencionalmente.



Figura 39. Preparación de las 12 muestras ensayadas, pasantes del tamiz N°40 antes de ser hidratadas con agua destilada.

Se tamiza por la malla N°40 para trabajar el ensayo con la fracción fina. Después, es necesario utilizar agua destilada para no ocasionar cambios en la plasticidad, según la normativa será necesario colocar la muestra batida con agua en la cuchara de casagrande, hacer la ranura y lograr que el suelo se desmorone en un rango de golpes de 25 – 35, para luego ser sellado con plástico en un recipiente para que mantenga esa humedad, el ensayo se realizará después de las 16 horas de homogenización.



Figura 40. Muestra de suelo ensayada en la cuchara de casagrande.

El registro de número de golpes será considerado cuando la ranura realizada por la mitad de la cuchara, que paso acanalando la muestra, se cierre en una longitud de ½ pulgada o 13 mm. Si esto no se da, no se considera que ese sea el límite líquido y se tiene que volver a repetir el ensayo hasta lograr el objetivo.

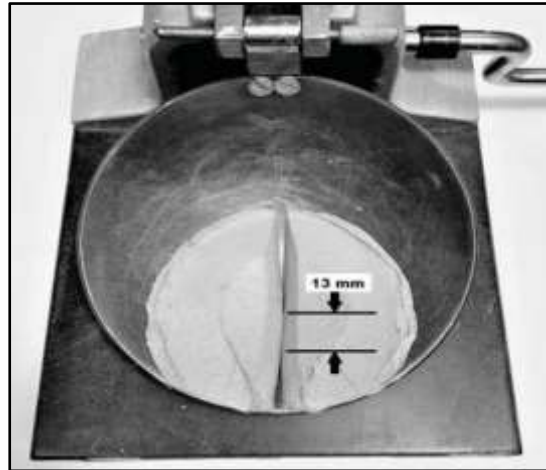


Figura 41. Ranura cerrada despues del golpeo. Tomada de “ASTM D4318”, por ASTM, 2017, p. 10.

Para la ejecución del ensayo, la normativa ASTM considera dos métodos, tales como el método multipunto y el método Unipunto.

Método A, Multipunto. Este método requiere de tres o más puntos que se obtienen con diferentes contenidos de humedad, se realizará una gráfica en escala logarítmica, será necesario graficar un % humedad Vs. N° de golpes, se proyecta una línea vertical naciente del eje X a los 25 golpes hacia la recta formada por los ensayos realizados, y desde el punto de intercepción se prolongará una línea horizontal hacia el eje Y, obteniendo así el límite líquido (LL).

Tabla 14.

Rango de N golpes para el cierre de la ranura

Ensayo	Rango “N” golpes
1	25-35
2	20-30
3	15-25

Nota: Tomada de la ASTM D4318-17e1, 2017, p. 11.

Método B, Unipunto. Este método requiere un solo punto con una humedad que lo lleve al límite líquido, el rango de golpes para esta única prueba deberá de estar en el rango de 20 a 30 golpes, en el proceso de calcular el límite líquido se aplicará un factor de corrección para llegar al límite líquido. Este método no es muy recomendable por la incertidumbre.

Para el cálculo del límite líquido, se procede de la siguiente manera:

$$LL_n = W_n \times \left(\frac{N_n}{25}\right)^{0.121}$$

$$LL_n = k \times W_n$$

Donde:

LLn	=	Límite líquido de un punto (%)
Nn	=	Número de golpe que provocó el cierre de la ranura
Wn	=	Contenido de humedad del suelo (%)
K	=	Factor dado en la tabla 1 de la ASTM D4318

b) Límite plástico:

El límite plástico se define con el contenido de humedad y se encuentra entre la frontera de los estados de consistencia plástico y semisólido, su expresión se simplifica como LP. Esto se logra mediante la realización de rollos cilíndricos del suelo, donde la principal herramienta es: la placa de vidrio de superficie esmerilado y las manos, se tiende a rolar continuamente hasta formar una barra cilíndrica de 3.2 mm de diámetro.



Figura 42. Realización de rollitos sobre una placa de vidrio esmerilado.

Para dar por concluido el ensayo será necesario que el rollo rollito se agrieta o se quiebre cuando llega al diámetro establecido en la norma. Para considerar una data confiable de límite plástico será necesario tomar como mínimo 6 g de muestra de suelo en el estado requerido. Se puede ver en la figura 43 el estado en el que debe estar el cilindro formado con las manos, totalmente quebrado para hacer válido el ensayo.

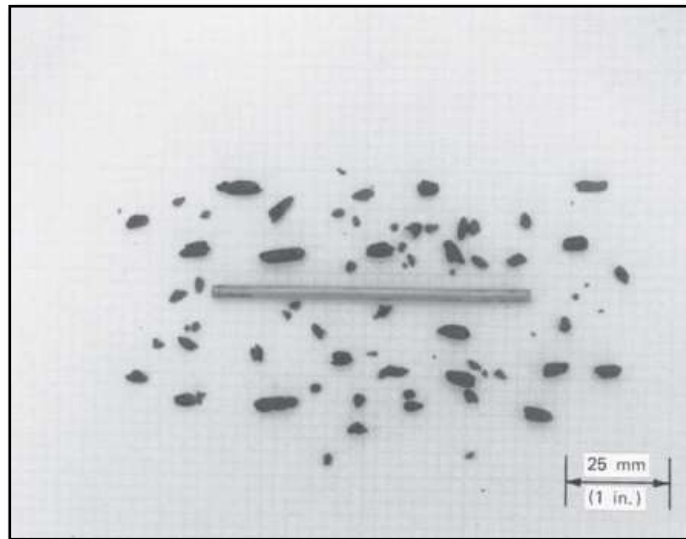


Figura 43. Suelo en el límite plástico. Tomada de “ASTM D4318”, por ASTM, 2017, p. 12.

Para calcular el límite plástico, será necesario realizar el promedio del contenido de humedad y redondear el número entero más próximo.

c) Índice de plasticidad:

El índice plástico es la diferencia aritmética del límite líquido menos el límite plástico, este índice proporciona información muy importante en el comportamiento y calidad de la arcilla. Específicamente, el índice de plasticidad indica el tamaño del intervalo de variación del contenido de humedad en el que el suelo conserva su plasticidad. En el reporte de resultados el IP se expresa en porcentaje, la fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$IP = LL - LP$$

Donde:

LL= Límite Líquido
LP= Límite Plástico

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados obtenidos en el laboratorio de los Límite Líquidos (LL), límite Plásticos (LP) e Índice de Plasticidad (IP), de las 12 muestras ensayadas.

Tabla 15.

Resumen de resultados de los ensayos de límites de consistencia realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Procedencia	Calicata	Muestra	Profundidad	Límites De Consistencia		
				LL	LP	IP
16+250	C - 01	M - 01	0.00 - 0.20 m.	54.00	31.00	23.00
16+250	C - 01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	47.00	38.00	9.00
16+500	C - 02	M - 01	0.00 - 0.25 m.	37.00	34.00	3.00
16+500	C - 02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	41.00	35.00	6.00
16+750	C - 03	M - 01	0.00 - 0.30 m.	49.00	37.00	12.00
16+750	C - 03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	37.00	32.00	5.00
17+000	C - 04	M - 01	0.00 - 0.15 m.	59.00	45.00	14.00
17+000	C - 04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	45.00	33.00	12.00
17+250	C - 05	M - 01	0.00 - 0.20 m.	47.00	34.00	13.00
17+250	C - 05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	45.00	35.00	11.00
17+500	C - 06	M - 01	0.00 - 0.17 m.	49.00	36.00	13.00
17+500	C - 06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	37.00	33.00	4.00

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.4 Clasificación de Suelos por el Método SUCS (ASTM D2487 – 17e1)

El sistema unificado de clasificación de suelos es adoptado para la clasificación e identificación de suelos para fines de ingeniería en general. El sistema adopta simbologías tales como: grava (G), arena (S), arcilla (C), limo (M), bien gradado (W), mal gradado (P), baja plasticidad (L), alta plasticidad (H), orgánico (O) y turba (P) (32). Los materiales que nos da las normas ASTM para lograr clasificar el suelo, se muestran a continuación:

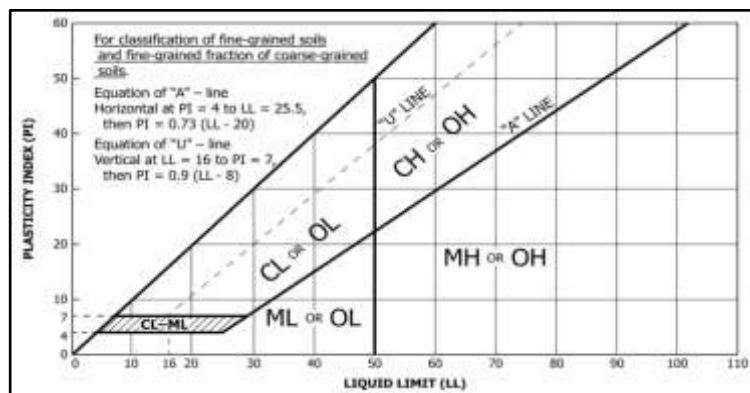


Figura 44. Carta de plasticidad. Tomada de "ASTM D2487", por ASTM, 2017, p. 6.

Tabla 16.

Carta de clasificación de suelos SUCS – criterio de clasificación

Criterios para la Asignación de Símbolos y Nombres de Grupos usados para la Clasificación de Suelos en los Ensayos de Laboratorio				Clasificación de Grupo		
				Símbolo Grupo	Nombre de Grupo	
COARSE-GRAINED SOILS	Gravels (More than 50 % of coarse fraction retained on No. 4 sieve)	Clean Gravels (Less than 5 % fines)	Cu ≥ 4.0 and 1 ≤ Cc ≤ 3.0	GW	Well-graded gravel	
			Cu < 4.0 and/or [Cc < 1 or Cc > 3.0] ^d	GP	Poorly graded gravel	
	More than 50 % retained on No. 200 sieve	Gravels with Fines (More than 12 % fines)	Fines classify as ML or MH	GM	Silty gravel	
			Fines classify as CL or CH	GC	Clayey gravel	
FINE-GRAINED SOILS	Sands (50 % or more of coarse fraction passes No. 4 sieve)	Clean Sands (Less than 5 % fines)	Cu ≥ 6.0 and 1.0 ≤ Cc ≤ 3.0	SW	Well-graded sand'	
			Cu < 6.0 and/or [Cc < 1.0 or Cc > 3.0]	SP	Poorly graded sand'	
	50 % or more passes the No. 200 sieve	Sands with Fines (More than 12 % fines)	Fines classify as ML or MH	SM	Silty sand	
			Fines classify as CL or CH	SC	Clayey sand	
HIGHLY ORGANIC SOILS	Silts and Clays	inorganic	PI > 7 and plots on or above "A" line ^J	CL	Lean clay	
			PI < 4 or plots below "A" line ^J	ML	Silt	
	Liquid limit less than 50	organic	Liquia limn - oven ariea < 0 75 Liquid limit - not dried	OL	Organic clay Organic silt	
		Silts and Clays	inorganic	PI plots on or above "A" line	CH	Fat clay
			organic	Liquia limn - oven ariea < 0 75 Liquid limit - not dried	OH	Organic clay Organic silt
	Liquid limit 50 or more					

Nota: GW: grava bien gradada, GP: grava mal gradada, GM: grava limosa, GC: grava arcillosa, SW: arena bien gradada, SP: arena mal gradada, SM: arena limosa, SC: arena arcillosa, CL: arcilla inorgánica de baja plasticidad, ML: limo inorgánico de baja plasticidad, OL: arcilla limo orgánico de baja plasticidad, CH: arcilla de alta plasticidad, MH: limo de alta plasticidad, OH: limo o arcilla de alta plasticidad, PT: turba. Tomado se ASTM D2487. 2017, p. 3.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados obtenidos en gabinete, se presentan las 12 muestras clasificadas por el método SUCS.

Tabla 17.

Resumen de resultados de la clasificación de suelos por el método SUCS realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Procedencia	Calicata	Muestra	Profundidad	Clasificación SUCS
16+250	C - 01	M - 01	0.00 - 0.20 m.	MH
16+250	C - 01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	ML
16+500	C - 02	M - 01	0.00 - 0.25 m.	ML
16+500	C - 02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	ML
16+750	C - 03	M - 01	0.00 - 0.30 m.	ML
16+750	C - 03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	ML
17+000	C - 04	M - 01	0.00 - 0.15 m.	MH
17+000	C - 04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	ML
17+250	C - 05	M - 01	0.00 - 0.20 m.	ML
17+250	C - 05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	ML
17+500	C - 06	M - 01	0.00 - 0.17 m.	ML
17+500	C - 06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	ML

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.5 Clasificación de Suelos por el Método AASHTO (ASTM D3282 – 15)

El sistema de clasificación de suelos AASHTO es adoptado para la clasificación e identificación de suelos para fines de ingeniería vial y en general. Se clasifican en grupos, y ello, evalúa de esta manera la calidad del suelo. “Este sistema divide a los suelos inorgánicos en 7 grupos, designados de A-1 al grupo A-7, considerando que el grupo A-1 es el mejor suelo para ser usado en la subrasante, es decir, un material bien graduado compuesto de arena y grava, con pequeños contenidos de arcilla como agente cementante” (33 p. 4).

El sistema de clasificación AASHTO es el más sugerido para el caso de carreteras, teniendo como restricción su uso en la construcción de cimentaciones. Una manera práctica de clasificar los suelos finos y suelos granulares con presencia de finos de manera rápida, sería mediante la carta

de rangos de índice de plasticidad y límite líquido para predecir una clasificación inmediata (Figura 45).

Tabla 18.

Clasificación de suelos por el método AASHTO

General Classification	Granular Materials 35 % or Less Passing 75 μ m (No. 200)							Silt-Clay Materials More Than 35 % Passing 75 μ m (No. 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
Group Classification	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5, A-7-6	
Sieve analysis, % passing:												
2.00 mm (No. 10)	50 máx	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
425 μ m (No. 40)	30 máx	50 máx	51 min	...	...	...	...	...	...	...	...
75 μ m (No. 200)	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 min	36 min	36 min	36 min	
Characteristics of fraction passing 425 μm (No. 40):												
Liquid Limit	40 máx	41 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min	40 máx	41 min
Plasticity Index	6 máx	...	N.P.	10 máx	10 máx	11 min	11 min	10 máx	10 máx	11 min	11 min	11 min [^]
Usual types of significant constituent materials	Stone Fragments, Gravel and Sand		Fine Sand	Silty or Clayey Gravel and Sand				Silty Soils		Clayey Soils		
General rating as subgrade	Excellent to Good							Fair to Poor				

Nota: Tomada de ASTM D3282, 2017, p. 3.

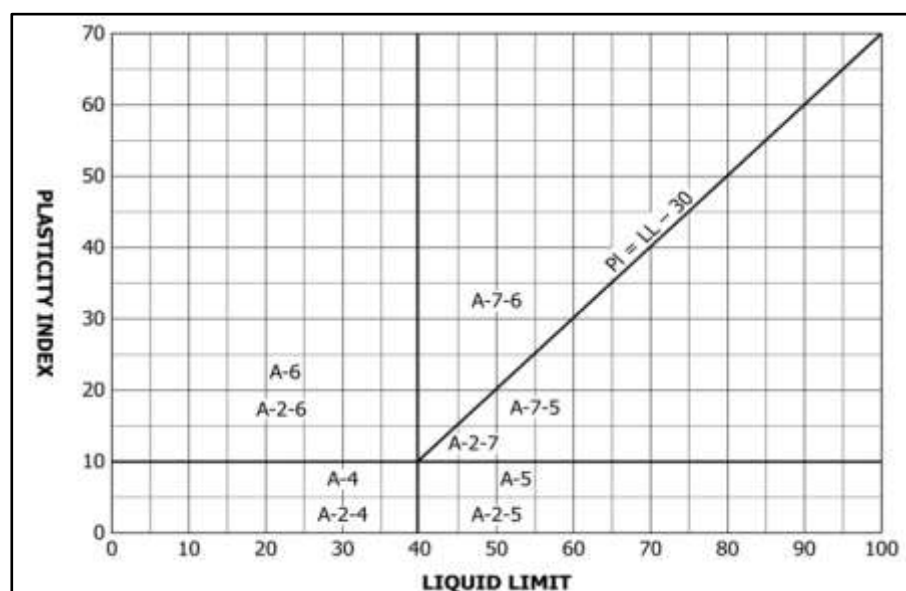


Figura 45. Rangos de índice de plasticidad y límite líquido para materiales limo-arcillosos. Tomada de "ASTM D3282", por ASTM, 2017, p. 4.

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados obtenidos en gabinete, se presentan las 12 muestras clasificadas por el método AASHTO.

Tabla 19.

Resumen de resultados de la clasificación de suelos por el método AASHTO realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Procedencia	Calicata	Muestra	Profundidad	Clasificación AASHTO
16+250	C - 01	M - 01	0.00 - 0.20 m.	A-7-5 (27)
16+250	C - 01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	A-5 (12)
16+500	C - 02	M - 01	0.00 - 0.25 m.	A-4 (3)
16+500	C - 02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	A-5 (7)
16+750	C - 03	M - 01	0.00 - 0.30 m.	A-7-5 (16)
16+750	C - 03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	A-4 (4)
17+000	C - 04	M - 01	0.00 - 0.15 m.	A-7-5 (21)
17+000	C - 04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	A-7-5 (12)
17+250	C - 05	M - 01	0.00 - 0.20 m.	A-7-5 (14)
17+250	C - 05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	A-7-5 (11)
17+500	C - 06	M - 01	0.00 - 0.17 m.	A-7-5 (17)
17+500	C - 06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	A-4 (5)

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.6 Proctor Modificado (ASTM D1557 – 12 (2021))

La compactación es el procedimiento de la aplicación de energía a una masa de suelo suelto para que, de esta manera se reduzcan los vacíos aumentando la densidad, como consecuencia la capacidad de soporte y la estabilidad de suelos ensayados sea más resistente.

Método A: Para suelos que pasan el tamiz N° 4

Método B: Para suelos que pasan el tamiz N° 3/8"

Método C: Para suelos que pasan el tamiz N° 3/4"

Para el ensayo de proctor modificado se deben de tener consideraciones en el momento de la preparación de la muestra, si se da el caso de que el suelo esté húmedo será necesario secarlo a temperatura ambiente expuesto al sol y disgregar cuidadosamente para no alterarlo. De acuerdo al porcentaje retenido acumulado de las mallas N°4, 3/8 in y 3/4 in se selecciona el método a fin de realizar el ensayo con el método que le corresponde (24).

Tabla 20.*Determinación del método de ensayo*

MÉTODO	% Acumulado retenido N°4	% Acumulado retenido 3/8"	% Acumulado retenido 3/4"	Material a usar en el ensayo	Molde (diámetro)
A	≤ 25%	-	-	Pasante N°4	4"
B	> 25%	≤ 25%	-	Pasante 3/8"	4"
C	-	> 25%	≤ 30%	Pasante 3/4"	6"

Nota: Tomado de la ASTM D1557, 2021, p. 2.**Tabla 21.***Componentes de la energía de compactación*

Parámetro	Método A	Método B	Método C
Diámetro del Molde (pulgadas)	4 ± 0.016	4 ± 0.016	6 ± 0.026
Volumen del Molde (cm³)	943.0 ± 14	943.0 ± 14	2124 ± 25
Peso del Pistón (lb)	10 ± 0.02 lb	10 ± 0.02 lb	10 ± 0.02 lb
Altura de Caída del Pistón (pulgadas)	18 ± 0.05	18 ± 0.05	18 ± 0.05
Nº de Golpes por Capa	25	25	56
Nº de Capas de Compactación	5	5	5
Energía de Compactación (ft-lbf/ft³)	56,000	56,000	56,000

Nota: Tomado de la ASTM D1557, 2021, p. 3.

Para realizar el ensayo, se deberá de preparar 4 masas de suelo como mínimo de unos 5000 g para el método de ensayo C y de 2500 g para el método A y B. Verificar la humedad para poder agregar la cantidad ideal de agua y este deberá de ser distribuido uniformemente. "La humedad del primer punto será apropiada de acuerdo al tipo de suelo". El incremento de contenido de humedad será alrededor de 2% y no exceder de 4%. Se deberá de proporcionar 4 puntos para poder graficar la curva de compactación, para obtener el punto máximo se deberá de tener dos puntos del lado seco y dos del lado húmedo para que la curva de compactación este bien representada y obtengamos un contenido óptimo de humedad y una máxima densidad seca. Tener en cuenta el patrón de compactación para una mejor distribución de la caída del pistón.

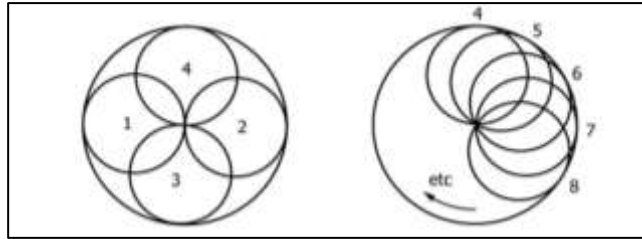


Figura 46. Patrón de compactación con el pisón en el molde. Tomada de “ASTM D1557”, por la ASTM, 2021, p. 6.



Figura 47. Aplicación de la compactación en los ensayos de proctor modificados realizados.

Para cada una de las muestras compactadas calcular la densidad húmeda, el contenido de humedad y la densidad seca con las siguientes relaciones.

Para calcular la densidad húmeda de la muestra:

$$\gamma_m = \frac{M_c}{V}$$

Donde:

- M(c+m) = Masa del molde más suelo compactado (g)
- Mm = Masa del molde (g)
- Mc = Masa de la muestra compactada húmeda (g)
- Mc = M(c+m) – Mm
- V = Volumen del molde (cm³)
- γ_m = Densidad húmeda (gr/cm³)

Para calcular la densidad seca:

$$\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1 + \frac{w(\%)}{100}}$$

Donde:

$$\gamma_d = \text{Densidad seca (g/cm}^3\text{)}$$

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los resultados obtenidos en gabinete, se presentan los resultados de las 6 muestras del segundo estrato, a los cuales se les hizo las pruebas de características de compactación:

Tabla 22.

Resumen de los resultados obtenidos en el ensayo de proctor modificado realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Procedencia	Calicata	Muestra	Profundidad	Máxima densidad seca	Contenido Optimo de Humedad
16+250	C - 01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	14.860	23.650
16+500	C - 02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	13.840	25.100
16+750	C - 03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	16.430	21.200
17+000	C - 04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	15.400	21.000
17+250	C - 05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	15.270	25.500
17+500	C - 06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	16.000	24.600

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.7 Relación de Carga de California - CBR (ASTM D1883 – 21)

El CBR es un valor muy importante para el diseño de pavimentos y carreteras, para ello se adopta los procedimientos descritos en la normativa empleada; el índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, sub-base y de afirmado. Para la preparación de la muestra se consideran 3 especímenes, cada uno de 5000 g, el ensayo se realiza sobre una masa de suelo que se prepara con el OCH, para llegar a la MDS obtenida en ensayo de proctor modificado. Las masas preparadas se compactaron en 5 capas y el número de golpes será variable en cada espécimen, “se efectuarán 56, 25 y 12 golpes por capa, a fin de obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte” (34 p. 6).



Figura 48. Pruebas de CBR.

Al final de la compactación se procede a colocar papel filtro en ambas caras del suelo, en la superficie del molde sobre la muestra se colocará 2 sobrecargas que sean suficiente para simular al peso del pavimento (entre ± 2.27 kg, pero no menor de 4.54 kg)". Los especímenes serán sumergidos en agua durante 96 horas, se lectura la expansión como valor inicial antes de sumergir y se continúa con la lectura a cada 24 horas por 4 días.



Figura 49. Medición de la expansión de los suelos.

Terminando el proceso de inmersión, el molde será retirado de la tina de agua, y según los procedimientos estandarizados se deberá de escurrir el agua del molde por un periodo de tiempo de 15 minutos en una posición inclinada y previo a la penetración las sobrecargas serán retiradas, tal como

se puede apreciar en la figura 48. Inmediatamente se pesa y se procede a penetrar el suelo con la prensa de CBR con un pistón de radio de 0.05 in y una velocidad de 1.27 mm/min y se lectura según el proceso del numeral siguiente:

Tabla 23.

Valores establecidos de penetración para la lectura

PENETRACIÓN		Tiempo
mm	Pulg.	
0.00	0	00:00
0.63	0.025	00:30
1.27	0.050	01:00
1.90	0.075	01:30
2.54	0.100	02:00
3.17	0.125	02:30
3.81	0.150	03:00
5.08	0.200	04:00
6.35	0.250	05:00
7.62	0.300	06:00
8.89	0.350	07:00
10.16	0.400	08:00
11.43	0.450	09:00
12.70	0.500	10:00

Nota: Tomada de ASTM D1883, 2016, p. 7.



Figura 50. Penetración de suelos mediante la aplicación de cargas controlando la deformación.

El tanto por ciento de agua que hay que añadir al suelo con su humedad natural para que alcance la humedad prefija, se calcula como sigue:

$$\% \text{ de agua a añadir} = \frac{H - h}{100 + h} \times 100$$

Donde:

H = Humedad prefijada

h = Humedad natural

Su gráfica es en escala aritmética, las lecturas de penetración en la abscisa y la carga aplicada en la ordinal. La familia de curvas que se obtendrán deberá de ser corregidas al ver el caso mostrado en la siguiente figura. De estos, se proyectará a 0.1" y 0.2", mediante este procedimiento obtendremos el valor de CBR para cada curva de penetración.

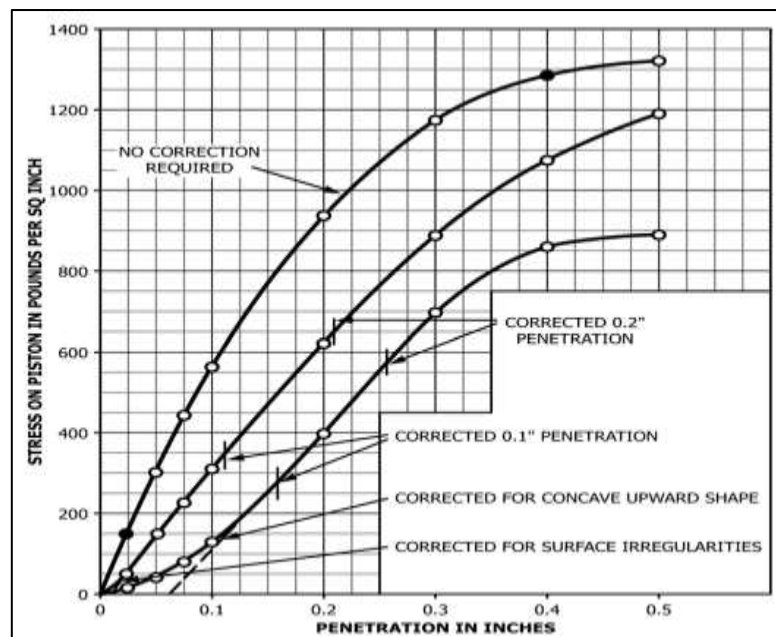


Figura 51. Corrección de carga-curva de penetración. Tomada de “ASTM D1883”, ASTM, 2016, p. 8.

Para calcular el CBR al 100% y al 95% de la densidad máxima seca a 0.1" y a 0.2" se deberá de dibujar la curva, en la abscisa está la densidad y en la ordinal el CBR corregido de las familias de curvas de la penetración.

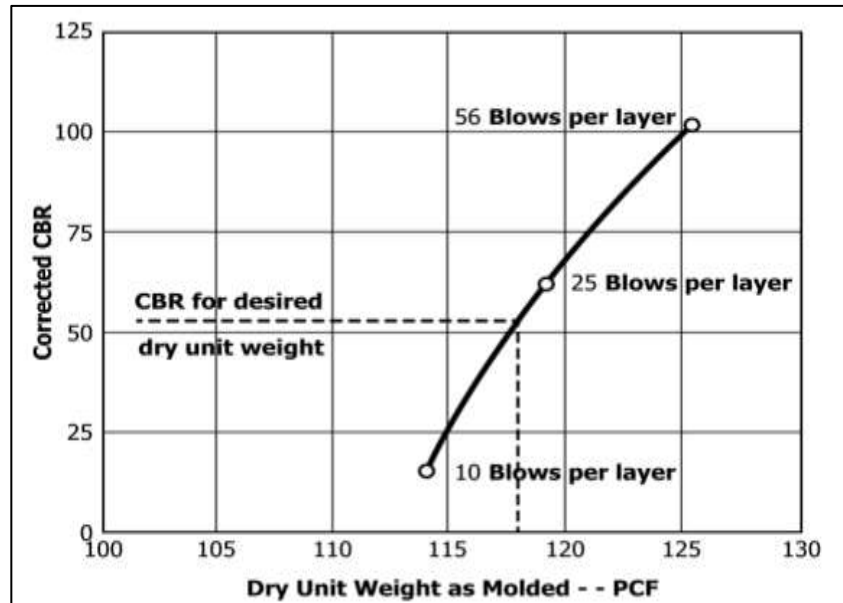


Figura 52. Método para ajustar la curva ascendente cóncava. Tomada de “ASTM D1883”, por ASTM, 2016, p. 9.

En la siguiente tabla presentamos los resultados de las pruebas de CBR realizadas en las M-02 de las 6 calicatas:

Tabla 24.

Resumen de resultados de los ensayos de CBR realizados en la muestra del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Procedencia	Calicata	Muestra	Profundidad	CBR	
				100%	95%
16+250	C - 01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	8.150	7.200
16+500	C - 02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	4.600	2.500
16+750	C - 03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	7.800	6.000
17+000	C - 04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	8.400	6.200
17+250	C - 05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	8.200	4.100
17+500	C - 06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	12.200	10.600

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

Observación: Se realizaron ensayos de laboratorio especiales, de las muestras tomadas en las 6 calicatas, las M-02 de las 6 calicatas se sometieron a ensayos de sales solubles, pH, Crumb, Pinhole y Doble hidrometría, para identificar y clasificar la dispersividad de estos suelos. Los ensayos realizados serán definidos y detallados a continuación:

3.4.4.3.8 Ensayo de Sales Solubles (ASTM D4542 – 15)

Este método abarca un procedimiento rápido que trabaja con el agua intersticial del suelo, con la finalidad de determinar la cantidad de sales presentes en el extracto del agua de los poros. Como parte del procedimiento, se utilizará una prensa para exprimir el agua retenida en los poros del suelo, la prensa deberá de estar muy limpia, para ello, deberá de lavarse con agua destilada, con alcohol y secarlo tratando de no contaminar la prensa (35).

Una vez montada la prensa, tomamos una muestra representativa de suelo de 50 g y colocamos el cilindro encima de una hoja A5 de papel filtro. Aplicamos presión gradualmente hasta un máximo de 80 MPa, esta acción será realizada hasta que salgan las primeras gotas de agua expulsadas, luego con la ayuda de una jeringa desechable limpia de 25 ml se retira el efluente, hasta llenarlo (ver figura 53), una vez llena la jeringa retirarlo con mucho cuidado.

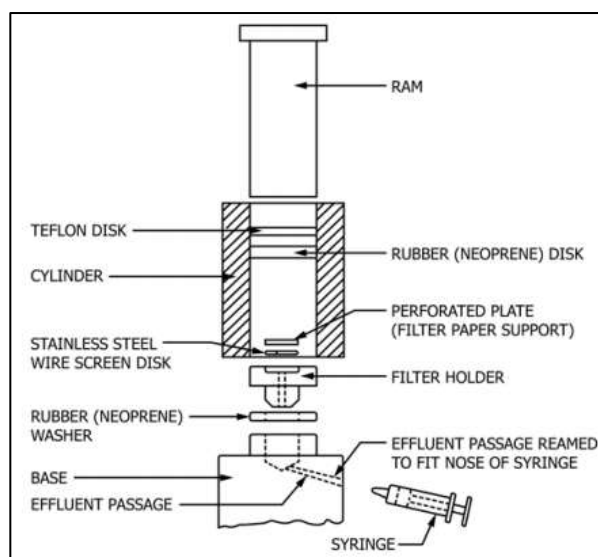


Figura 53. Prensa para extraer el agua de los poros del suelo. Tomada de “ASTM D4542”, por ASTM, 2015, p. 3.

La cantidad de agua expulsada dependerá del contenido de agua inicial de la muestra. Por ejemplo, utilizando una muestra de 50 g de suelo húmedo y suponiendo que se requiere 1 cm³ de líquido para llenar el aparato, se requieren los siguientes contenidos de agua para alcanzar las cantidades indicadas de agua expulsada:

Tabla 25.

Cantidad de agua expulsada según el contenido de humedad inicial del suelo

Contenido de Humedad Inicial [%]	Cantidad de Agua Expulsada [ml]
104	25
70	20
47	15
28	10
14	5
2	0

Nota: Tomada de ASTM D4542-15, 2015, p. 3.

El contenido de sales soluble puede utilizarse para corregir el índice propiedades de los suelos tales como, el contenido de humedad, grado de saturación, proporción de vacíos, gravedad y densidad seca. Existen dos métodos para determinar salinidad usando un refractómetro (ver figura 54), la diferencia entre ambos métodos es la escala de medición.



Figura 54. Refractómetro portátil típico. Tomada de “ASTM D4542”, por ASTM, 2015, p. 2.

A continuación, detallamos los dos métodos existentes:

Método A: Determinación de la salinidad usando un refractómetro con una escala de índice de refracción, primero se procede a filtrar la muestra a través de un filtro de 0,45 μm , lavar bien con agua destilada y seque el refractómetro, como se muestra en la figura 55. Ponga a cero el instrumento de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Coloque unas gotas de

líquido en la plataforma del refractómetro y cierre el tobogán suavemente. Sostenga el refractómetro en ángulo recto dirigiéndose a una fuente de luz, esto permitirá leer y registrar el índice de refracción.



Figura 55. Lectura del refractómetro en ángulo recto dirigiéndose a una fuente de luz.

Método B: Determinación de la salinidad usando un refractómetro con una escala ppm; filtre la muestra a través de un filtro de 0,45 μm , lave bien con agua destilada y seque el refractómetro, como se muestra en la figura 55. Ponga a cero el instrumento de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Coloque una o dos gotas de líquido en el semicírculo del área de plástico blanco, que se sujeta firmemente contra la plataforma del vidrio. Permite que el líquido escape solo debajo del área de plástico.



Figura 56. Escala de medición del refractómetro.

Si el líquido se introduce correctamente, debe haber un límite claro entre blanco y negro. Lea y registre donde la parte inferior de la línea del cabello toca el principio del límite negro. Leer al número entero más cercano (ver figura 56).

En la siguiente tabla presentamos los resultados del ensayo de sales solubles realizados en las M-02 de las 6 calicatas:

Tabla 26.

Resumen de resultados obtenidos con el ensayo de sales solubles realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Progresiva	Calicatas	Muestra	Profundidad	Sales Solubles		Observaciones
				ppm	%	
16+250	C - 01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	12800	1.28	Suelo Levemente o Moderadamente Dispersivo
16+500	C - 02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	33400	3.34	Suelo Altamente Dispersivo
16+750	C - 03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	21700	2.17	Suelo Dispersivo
17+000	C - 04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	21100	2.11	Suelo Moderadamente Dispersivo
17+250	C - 05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	12700	1.27	Suelo Dispersivo
17+500	C - 06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	11500	1.15	Suelo Levemente o Moderadamente Dispersivo

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.9 Ensayo de pH (NTP 339.176-2002 (revisada el 2015))

Este ensayo se realiza con el objetivo de determinar el grado de acidez o alcalinidad en muestras de suelo suspendidos en agua, mediante el método electrométrico. El símbolo pH significa Potencial de Hidrógeno. Los valores extremos del pH son del 0 al 14. El reactivo que fue utilizado para la prueba es el agua destilada, al cual también se le sometió a la prueba de pH, obteniendo un valor de 7, siendo esto necesario para certificar la calidad del agua destilada, el cual será utilizado en esta prueba y en las demás pruebas que sea solicitado. Se tomó 30 g de suelo y este fue colocado en un recipiente de vidrio de 100 ml, adicionamos 75 ml de agua destilada al recipiente de vidrio hermético, taparlo y agitar por unos minutos, luego de este procedimiento dejar reposando por lo menos 8 horas.



Figura 57. Preparación de la muestra para la realización de la prueba de pH.

Después del tiempo de reposo, agitar nuevamente por unos minutos para iniciar con la lectura del pH del suelo. Utilizar el pH-metro como equipo, lavar el electrodo del equipo con agua destilada y sumergirlo en la suspensión del suelo, tomar las lecturas necesarias para la implementación de la prueba.



Figura 58. Lectura del pH con el pH-metro.

Se pudo comprobar que los suelos dispersivos son alcalinos. En la siguiente tabla presentamos los resultados del ensayo de pH realizados en las M-02 de las 6 calicatas:

Tabla 27.

Resumen de resultados obtenidos con el ensayo de pH realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Progresiva	Calicatas	Muestra	Profundidad	pH		Observaciones
16+250	C - 01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	8.11	Alcalino	Suelo Levemente o Moderadamente Dispersivo
16+500	C - 02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	8.96	Alcalino	Suelo Altamente Dispersivo
16+750	C - 03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	8.84	Alcalino	Suelo Dispersivo
17+000	C - 04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	8.34	Alcalino	Suelo Moderadamente Dispersivo
17+250	C - 05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	8.58	Alcalino	Suelo Dispersivo
17+500	C - 06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	8.13	Alcalino	Suelo Levemente o Moderadamente Dispersivo
Agua destilada				7.00	Neutro	-

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.10 Ensayo de Crumb (ASTM D6572-21)

El ensayo de crumb es un método rápido y es un buen indicador para la identificación de suelos dispersivos. Fue desarrollado originalmente por Emerson Crumb, la prueba no es un indicador negativo completamente confiable de que los suelos no son dispersivos. No se recomienda que este sea el único método de identificación aplicado, por lo que será necesario acompañarlo de más pruebas, tales como, el ensayo de Pinhole y Doble hidrometría. Además, siempre serán más confiables las pruebas realizadas en el laboratorio y no en campo (36).

Se proporcionan dos métodos de prueba para dar una indicación cualitativa de las características de disposición natural de los suelos arcillosos: Método A y Método B.

Método A: Consiste en realizar el ensayo con muestras inalteradas.

Método B: Consiste en realizar el ensayo con muestras remoldeadas (este se remoldeara con la densidad y humedad obtenida en el ensayo de proctor modificado).

Cualquier método que tomemos para realizar el ensayo deberá de seguir el siguiente procedimiento:



Figura 59. Procedimiento de preparación de muestra y compactación del suelo para realizar la prueba de dispersividad de los suelos.



Figura 60. Tallado de los cubos de suelo para la prueba e inmersión de los especímenes en agua destilada.

El ensayo consiste en preparar un espécimen cúbico de 15 mm de cada lado o eligiendo una miga de suelo secado al aire de igual volumen. La muestra tallada o seleccionada se coloca en el fondo de un recipiente de 300 ml que contiene 250 ml de agua destilada o agua de tipo IV. Se registra la temperatura del agua y se realizan determinaciones visuales del grado de dispersión según la figura 61, esta acción u/o comportamiento se registran a los $2 \text{ min} \pm 15 \text{ s}$, $1 \text{ h} \pm 8 \text{ min}$ y $6 \text{ h} \pm 45 \text{ min}$.

La determinación del grado de dispersividad se basa en la formación, extensión y turbidez de una “nube” densa o halo de partículas de tamaño coloidal que se extiende desde el espécimen de suelo hacia el volumen de

agua. Las determinaciones consisten en distinguir cuatro grados de dispersividad según sea la reacción:

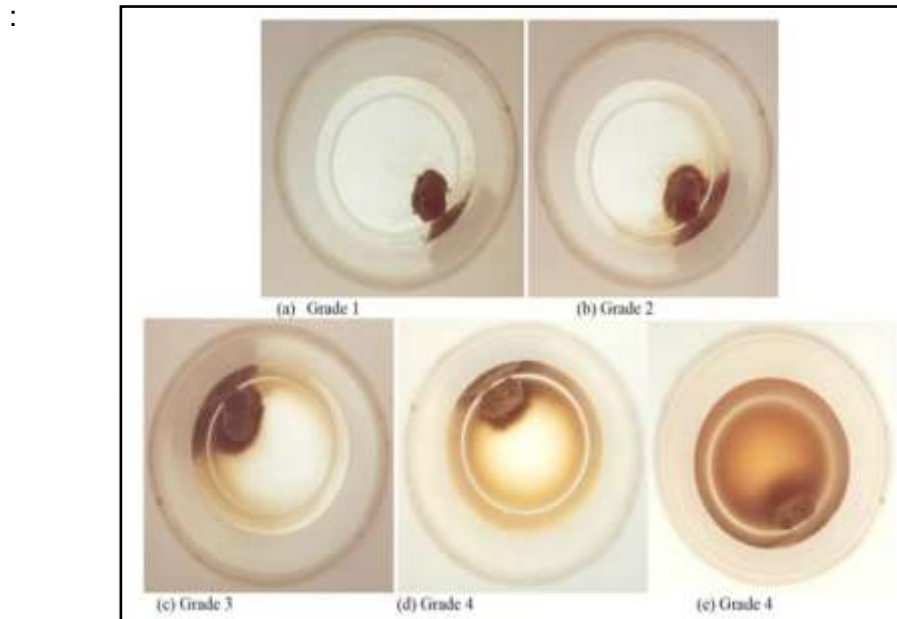


Figura 61. Especímenes de suelo y grado de dispersión asignados. Tomada de “ASTM D6572”, por ASTM, 2020, p. 4.

Los resultados serán presentados como lo indica la tabla 28, y será necesario colocar una fotografía de la última lectura de la prueba, como se hizo en la figura 61. El método de prueba indica que las muestras serán clasificados y denominados de la siguiente manera:

Tabla 28.

Clasificación de suelos dispersivos según el método de prueba de Crumb

Grado de Dispersividad	Clasificación Dispersiva
Grado 1	No Dispersivo
Grado 2	Levemente o Moderadamente Dispersivo
Grado 3	Dispersivo
Grado 4	Altamente Dispersivo

Nota: Tomada de ASTM D6572, 2020, p. 4.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados de la prueba de Crumb, se realizó la identificación y clasificación dispersiva de las muestras M-02 de las 6 calicatas, estos resultados son muy importantes, pues, de acuerdo a ello se tomará la muestra patrón o grupo de control en la fase cuasiexperimental.

Tabla 29.

Resumen de resultados del ensayo de crumb realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Progresiva	Calicatas	Muestra	Espécimen de Prueba	Grado de Dispersividad	Clasificación Dispersiva	Clasificación
16+250	C - 01	M - 02	1	Grado 2	Levemente o Moderadamente Dispersivo	<i>Levemente o Moderadamente Dispersivo</i>
			2	Grado 2	Levemente o Moderadamente Dispersivo	
			3	Grado 2	Levemente o Moderadamente Dispersivo	
16+500	C - 02	M - 02	1	Grado 4	Altamente Dispersivo	<i>Altamente Dispersivo</i>
			2	Grado 4	Altamente Dispersivo	
			3	Grado 4	Altamente Dispersivo	
16+750	C - 03	M - 02	1	Grado 4	Altamente Dispersivo	<i>Altamente Dispersivo</i>
			2	Grado 4	Altamente Dispersivo	
			3	Grado 3	Dispersivo	
17+000	C - 04	M - 02	1	Grado 3	Dispersivo	<i>Dispersivo</i>
			2	Grado 4	Altamente Dispersivo	
			3	Grado 3	Dispersivo	
17+250	C - 05	M - 02	1	Grado 3	Dispersivo	<i>Dispersivo</i>
			2	Grado 3	Dispersivo	
			3	Grado 3	Dispersivo	
17+500	C - 06	M - 02	1	Grado 3	Dispersivo	<i>Dispersivo</i>
			2	Grado 2	Levemente o Moderadamente Dispersivo	
			3	Grado 3	Dispersivo	

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.11 Ensayo de Doble Hidrometría (ASTM D4221-18)

El ensayo proporciona una indicación de las características dispersivas de los suelos, este método será comparado con la cantidad de partículas más finas que 2 µm determinado por el método de prueba D7928-21e1, este método de prueba se utiliza para determinar el porcentaje de la dispersión del suelo.

Este método de prueba sigue el procedimiento dado en el ASTM D7928, con la excepción de que la lechada de suelo no es dispersada mecánicamente y no se agrega agente dispersante. El agente químico dispersante más

común, utilizado en este ensayo, es el hexametASFosfato de sodio, donde se utiliza 5 g del químico en 100 ml de agua destilada, este será batido mecánicamente hasta que se unifique con el agua. Luego, el agua destilada con el agente dispersante será unificado con el suelo estudiado, se colocará en un recipiente y será nuevamente batido en un equipo mecánico dispersor de 10000 revoluciones por minuto, se deberá de hacer con mucho cuidado (37).

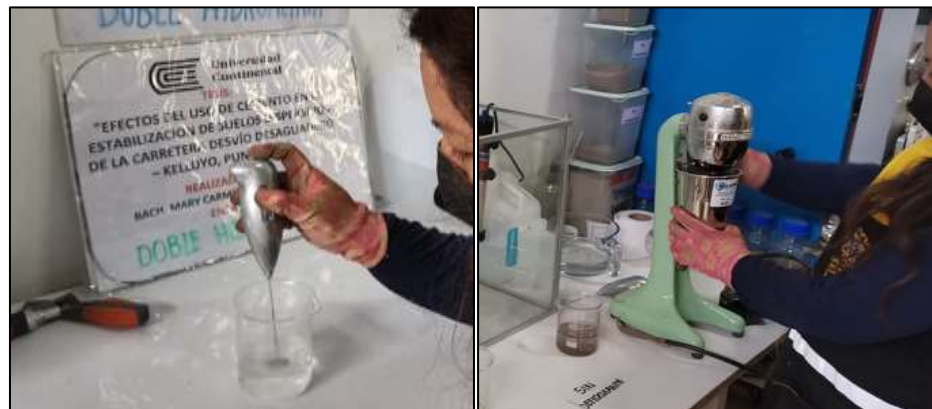


Figura 62. Equipo mecánico para unificar el dispersante químico con agua destilada y batidora mecánica como equipo dispersor.

Realizado este procedimiento, el suelo batido con agua y el dispersante será colocado en las probetas de prueba de 1000 ml, estos a la vez, serán colocados en una cámara de agua donde se controlará la temperatura, pues deberá de mantenerse a 20°C (Figura 63).



Figura 63. Cámara de curado de probetas de 1000 ml con control de temperatura para el ensayo de doble hidrometría.

Las lecturas se inician luego de las 24 horas de haber dejado las probetas en la cámara de curado. Las lecturas se realizan con el Hidrómetro en

intervalos de tiempo variados establecidos por la normativa, y se muestran a continuación: a 1 min, 2 min, 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, 60 min, 120 min, 240 min, 480 min y 1440 min. El hidrómetro debe de estar graduado para leer de acuerdo a la escala que tenga grabada, el peso específico de la suspensión o los gramos por filtro de suspensión.

Primero, encontramos el hidrómetro identificado como 151H. La escala de este hidrómetro tiene valores de peso específico que van de 0.995 a 1.038 y estará calibrado para leer 1.00 en agua destilada a 20 °C. Segundo, encontramos el hidrómetro identificado como 152H y está calibrado para el supuesto que el agua destilada tiene gravedad específica de 1.00 a 20 °C y que el suelo en suspensión tiene un peso específico dado. Para calcular el porcentaje de dispersión, se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ Dispersión} = \left(\frac{N_{m,2\mu m,nd}}{N_{m,2\mu m,d}} \right) \times 100$$

Donde:

$N(m, 2\mu m, nd)$ = % de masa más fino que 2 μ m (sin dispersante), más cercano a 1%

$N(m, 2\mu m, d)$ = % de masa más fino que 2 μ m (con dispersante), más cercano a 1%.

Mediante los resultados obtenidos, el criterio para clasificar y denominar el suelo dispersivo, será el siguiente:

Tabla 30.

Clasificación y denominación de suelos dispersivos mediante el ensayo de doble hidrometría

Porcentaje de Dispersión	Clasificación Dispersiva
<30 %	No dispersivo
30 to 50 %	Intermedio
>50 %	Dispersivo

Nota: Tomado de ASTM D4221, 2018, p. 4.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados de la prueba de doble hidrometría, se realizó la identificación y clasificación dispersiva de

las muestras M-02 de las 6 calicatas, estos resultados son muy importantes, pues, de acuerdo a ello se tomará un patrón de control en la fase cuasiexperimental.

Tabla 31.

Resumen de resultados del ensayo de doble hidrometría realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Progresiva	Calicatas	Muestra	Dispersión (%)	Clasificación Dispersiva
16+250	C - 01	M - 02	35	Intermedio
16+500	C - 02	M - 02	87	Dispersivo
16+750	C - 03	M - 02	53	Dispersivo
17+000	C - 04	M - 02	47	Intermedio
17+250	C - 05	M - 02	41	Intermedio
17+500	C - 06	M - 02	29	No Dispersivo

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.3.12 Ensayo de Pinhole (ASTM D4647/D4647M-13 (2020))

Este método de prueba es el que tiene mayor credibilidad y presenta una medición directa de la dispersabilidad. La erosión interna del suelo se da haciendo que el agua fluya a través de un pequeño agujero de 1 mm perforado en la muestra. Los resultados de las pruebas son cualitativos y proporcionan orientación general sobre dispersabilidad y erodabilidad (38).

La preparación de la muestra para realizar el ensayo se puede dar en dos condiciones:

Suelo perturbado con contenido de agua natural: Se deberá de eliminar de la muestra las partículas mayores de 2 mm (tamiz N°10) de diámetro, determinar el contenido de humedad y ajustar la humedad al OCH agregando agua destilada, para que posteriormente podamos compactarlo.

Suelo perturbado, pulverizado y secado al aire: En este caso se requerirá de un equipo de compactación, el cual nos permite llegar a la densidad deseada (utilizar el equipo y los procedimientos del método de prueba D698), extruir la muestra compactada del molde y guardarlas en bolsas por un periodo de 24 horas antes de iniciar el ensayo.

Suelo inalterado: Recorte y talle un espécimen.

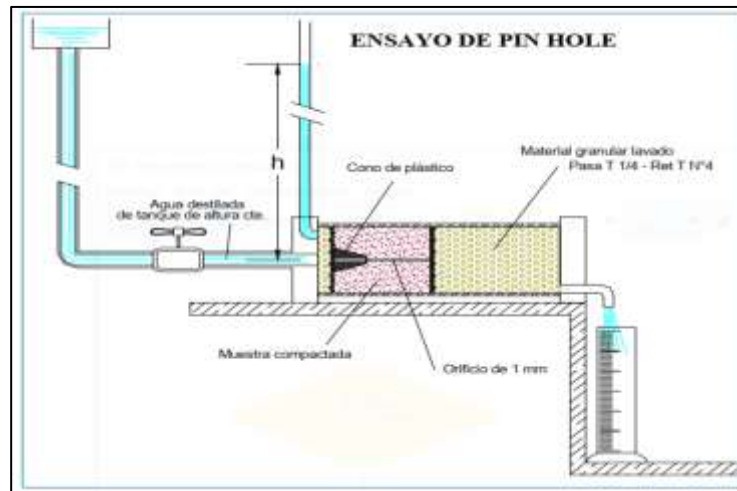


Figura 64. Esquema del equipo del ensayo de Pinhole. Tomado de "ASTM D4647", ASTM, 2020, p. 3.

El método de prueba se inicia con agua destilada que fluye horizontalmente debajo de una carga hidráulica de 50 mm (2 pulg.) a través de un agujero de 1 mm (0.04 pulg.) de diámetro perforado en la muestra de suelo. La naturaleza dispersiva se puede distinguir a partir de la cabeza hidráulica inicial de 50 mm (2 pulg.) y se puede diferenciar los suelos no dispersivos.

La prueba debajo de la cabeza hidráulica de 1020 mm (40 pulg.) probablemente no sea necesaria, a menos de que se trate de una arcilla ordinaria de plasticidad alta. Las mediciones de descarga pueden darse en segundos y medir 25, 50 o 100 ml en las probetas medidas o seleccionar un intervalo de 60 segundos y medir el efluente recolectado en ese tiempo.



Figura 65. Implementación de la prueba en el equipo de pinhole

Se proporcionan tres procedimientos alternativos para clasificar la dispersabilidad de los suelos, y son las siguientes:

Método A: Clasifica los suelos en seis categorías de dispersividad como: dispersabilidad (D1, D2), dispersión leve a moderada (ND4, ND3), y no dispersivo (ND2, ND1).

Método B: Clasifica los suelos en tres categorías de dispersividad como: dispersabilidad (D), ligeramente dispersiva (SD), y no dispersivo (ND).

Método C: Clasifica los suelos en seis categorías de dispersividad como: dispersabilidad (D1, D2), dispersión leve a moderada (ND4, ND3), y no dispersivo (ND2, ND1).



Figura 66. Control de diámetro final del agujero al término de la prueba.

Los procedimientos para cada método se muestran en el siguiente flujograma:

Método A:

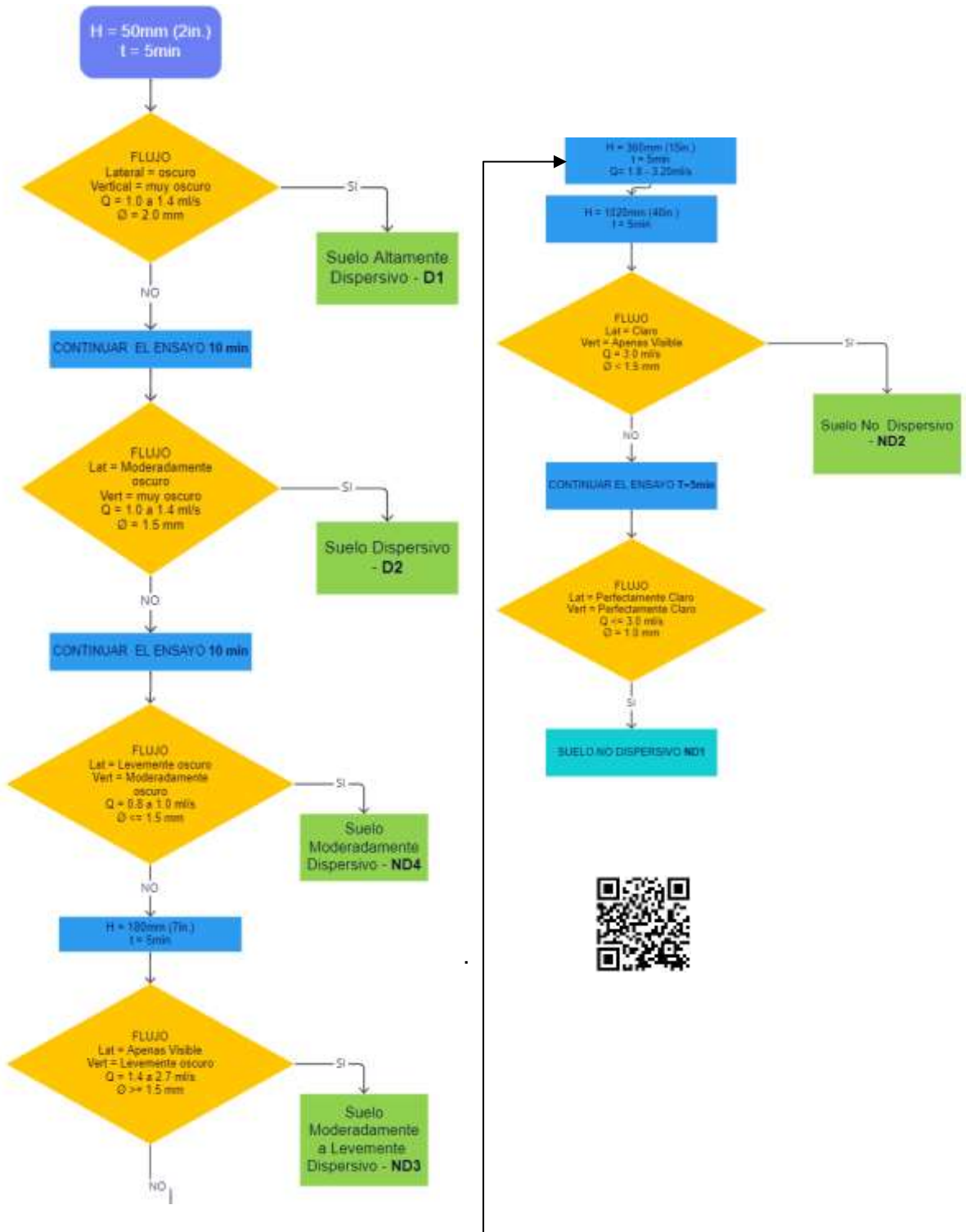


Figura 67. Flujograma - descripción del procedimientos del Método A.

Método B:

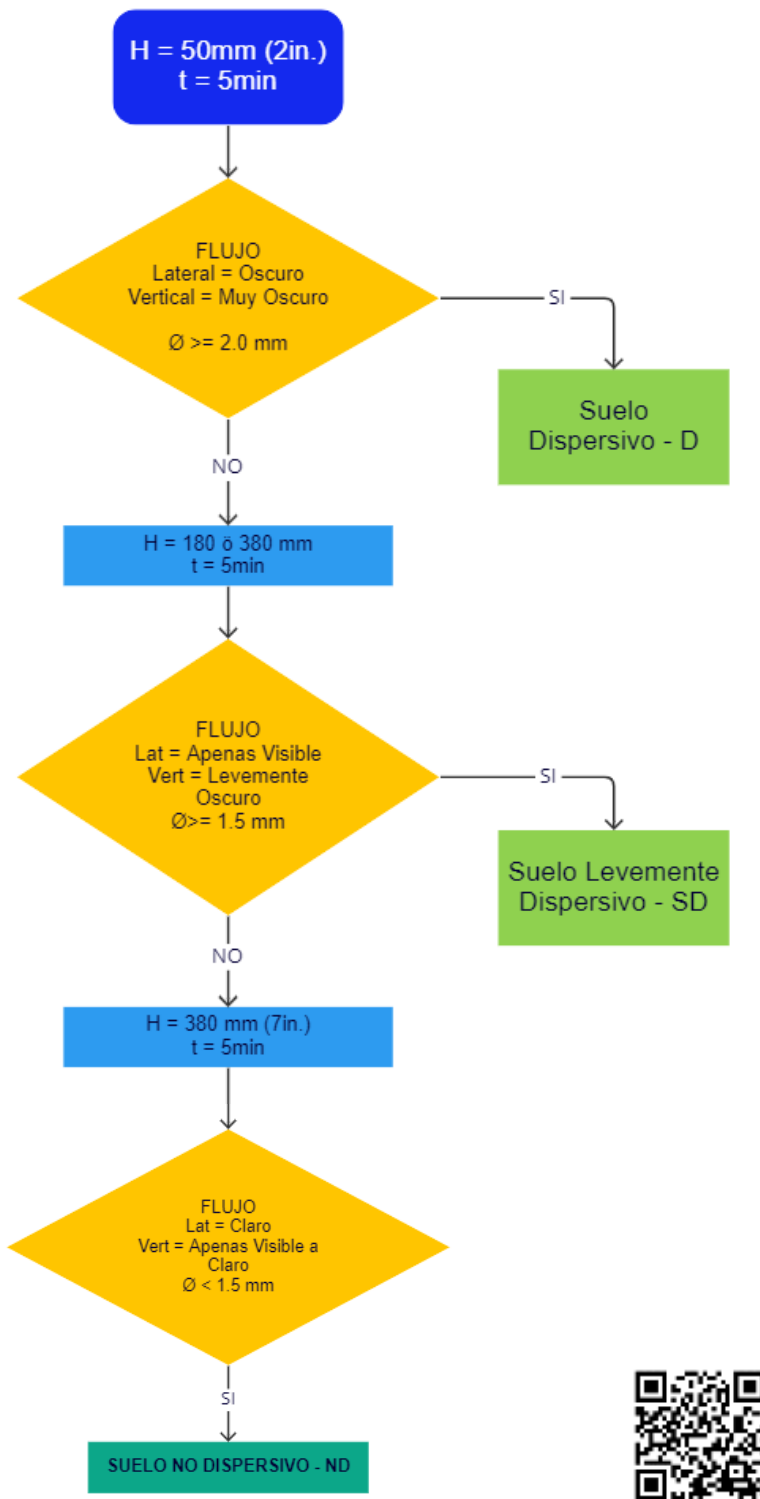


Figura 68. Flujograma - descripción del procedimientos del Método B.

Método C:

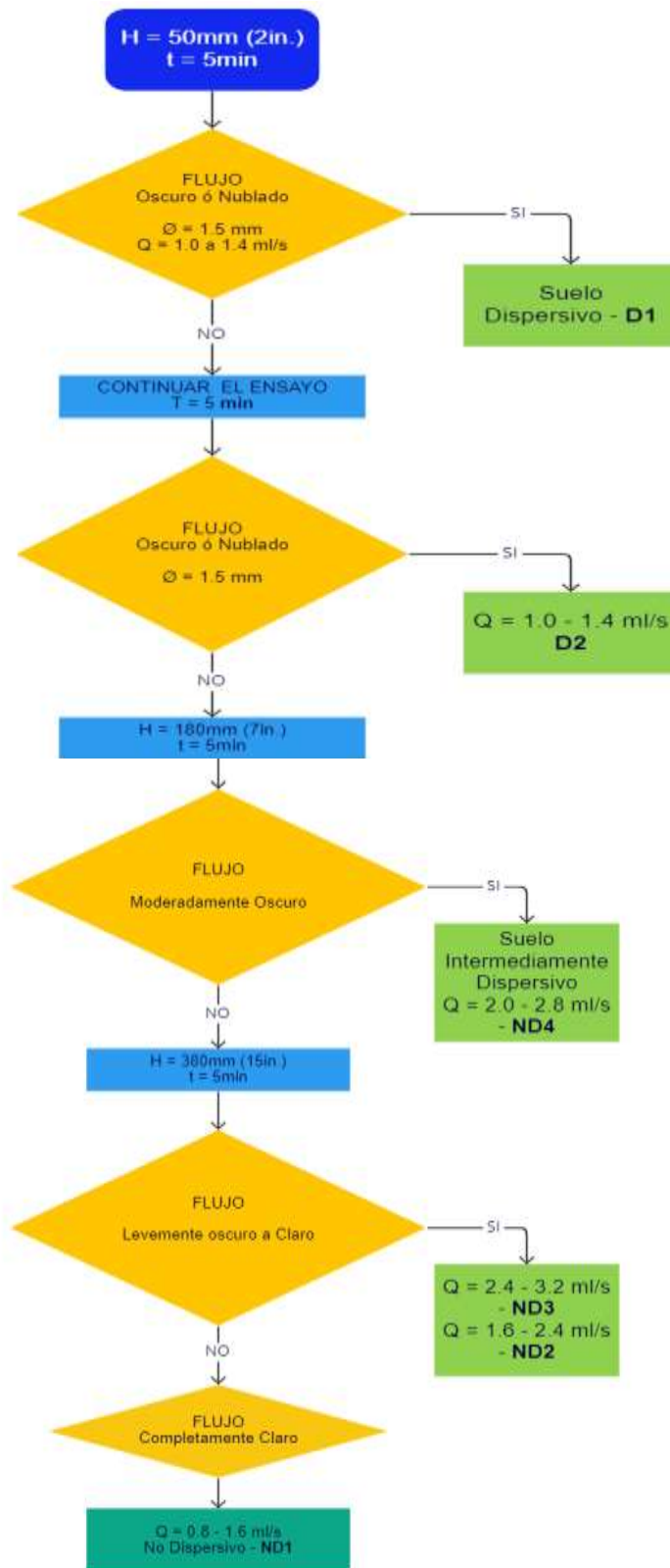


Figura 69. Flujograma - descripción del procedimientos del Método C.

Todos los métodos terminan con resultados similares, por ende, la normativa nos indica que se puede utilizar cualquier método para identificar y clasificar la dispersividad del suelo.

Los resultados de la prueba se evalúan a partir de la turbiedad del flujo que emerge de la muestra, la velocidad del flujo y el tamaño final del agujero a través de la muestra, de esta manera se podrá clasificar este tipo de suelo.

Será necesario contar con las probetas necesarias para la recolección del fluido que emerge de la muestra, y esta deberá de recolectarse en un recipiente que no altere la turbiedad y no absorba el agua, pues al final de la prueba se requerirá para el análisis.

El criterio de evaluación de resultados queda resumido en la siguiente tabla, para los métodos A y B:

Tabla 32.

Criterio de evaluación de resultados de la prueba de pinhole para el método A y B

Clasificación Dispersiva	Cabeza		Tiempo de Prueba min	Caudal Final ml/s	Nubosidad del Flujo al Final de la Prueba		Diámetro del agujero al término mm
	mm	pulg			lateral	vertical	
Método A							
D1	50	2	5	1.0 - 1.4	Oscuro	Muy oscuro	≥2.0
D2	50	2	10	1.0 - 1.4	Moderadamente oscuro	Oscuro	>1.5
ND4	50	2	10	0.8 - 1.0	Ligeramente oscuro	Moderadamente oscuro	≤1.5
ND3	180	7	5	1.4 - 2.7	Apenas visible	Ligeramente oscuro	≥1.5
	380	15	5	1.8 - 3.2			
ND2	1020	40	5	>3.00	Claro	Apenas visible	<1.5
ND1	1020	40	5	≤3.0	Perfectamente claro	Perfectamente claro	1
Método B							
D	50	2	10	-	Ligeramente oscuro a oscuro	Muy oscuro o mod. Oscuro	≥1.5
SD	180 - 380	7 - 15	5	-	Apenas visible	ligeramente oscuro	≥1.5
ND	380	15	5	-	Claro	Apenas visible a claro	<1.5

Nota: Tomada de ASTM D4647, 2020, p. 9.

El criterio de evaluación de resultados queda resumido en la siguiente figura, para el método C:

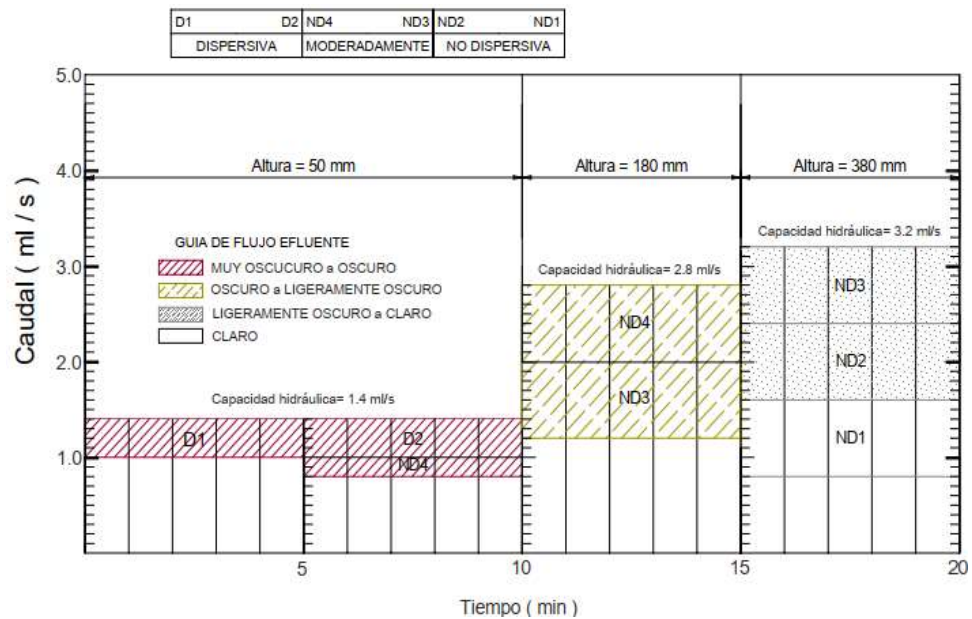


Figura 70. Criterio de evaluación de resultados de la prueba de pinhole para el método C. Tomado de “ASTM D4647”, por ASTM, 2020, p. 10.

En la siguiente tabla describimos la denominación de cada clasificación de suelo dispersivo según este método de prueba:

Tabla 33.

Descripción de la denominación de cada clasificación dispersiva según la prueba de pinhole de acuerdo a la normativa

Método A y C	
D1	Altamente Dispersivo
D2	Dispersivo
ND4	Moderadamente Dispersivo
ND3	Moderadamente o Levemente Dispersivo
ND2	Levemente Dispersivo o No Dispersivo
ND1	No Dispersivo
Método B	
D	Dispersivo
SD	Levemente Dispersivo
ND	No Dispersivo

El método de ensayo utilizado para la obtención de los resultados fue el método A, pues este tiene más parámetros de control, en cuanto a la clasificación, flujo de agua y diámetro final del orificio.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados de la prueba de Pinhole, se realizó la identificación y clasificación dispersiva de las muestras M-02 de las 6 calicatas, estos resultados son muy importantes, pues, de acuerdo a ello se tomará la muestra patrón o grupo de control en la fase cuasiexperimental.

Tabla 34.

Resumen de resultados obtenidos mediante el ensayo de pinhole realizados en las muestras del suelo de fundación o subrasante natural – prueba piloto

Progresiva/ Calicatas	Muestra	Diámetro del Orificio [mm]	Caudal [ml/s]	Grado de Dispersividad	Clasificación Dispersiva
16+250/C-01	M - 02	1.52	1.52	ND3	Suelo Levemente o Moderadamente Dispersivo
16+500/C-02	M - 02	2.02	1.35	D1	Suelo Altamente Dispersivo
16+750/C-03	M - 02	1.86	1.19	D2	Suelo Dispersivo
17+000/C-04	M - 02	1.47	0.95	ND4	Suelo Moderadamente Dispersivo
17+250/C-05	M - 02	1.56	1.09	D2	Suelo Dispersivo
17+500/C-06	M - 02	1.69	2.5	ND3	Suelo Levemente o Moderadamente Dispersivo

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.4 Etapa 4: Trabajo de Gabinete para seleccionar la muestra patrón

Para llegar a este punto, se tuvo que caracterizar las propiedades físicas convencionales de 12 muestras de suelo (entre la muestra 01 y 02 de todas las calicatas), y propiedades físicas especiales de 6 muestras de suelo (muestra 02 de todas las calicatas). Se realizaron ensayos para poder determinar las características de las propiedades mecánicas a las 6 muestras (muestra 02 de todas las calicatas), para poder ser evaluadas y mediante esta acción, en esta etapa ya contamos con todos los resultados necesarios los cuales nos permitirán tomar una decisión.

La muestra patrón, el cual será sometido a la experimentación para la estabilización, será la calicata 02 – muestra 02 ubicada en la Prog. 16+500, con los resultados obtenidos nos queda claro que la subrasante natural del tramo está conformada por suelos dispersivos, pero la agresividad o grado de dispersión en cada muestra ensayada es diferente.

A continuación, se muestra una tabla donde se resume la caracterización de las propiedades físicas – dispersivas de los suelos evaluados, la tabla nos permitirá evidenciar cuál de las muestras tiene un grado de dispersividad mal alto.

Tabla 35.

Evaluación de resultados en los tres ensayos especiales utilizados para la identificación y clasificación de suelos dispersivos realizados realizados en la etapa de la prueba piloto

Progresiva/ Calicata	Muestra	Ensayo de Doble Hidrometría		Ensayo de Pinhole		Ensayo de Crumb	
		Dispersión (%)	Clasificación Dispersiva	Grado de Dispersividad	Clasificación Dispersiva	Grado de Dispersividad	Clasificación Dispersiva
16+250/C-01	M - 02	35	Intermedio	ND3	Suelo Levemente o Moderadamente Dispersivo	Grado 2	Levemente o Moderadamente Dispersivo
16+500/C-02	M - 02	87	Dispersivo	D1	Suelo Altamente Dispersivo	Grado 4	Altamente Dispersivo
16+750/C-03	M - 02	53	Dispersivo	D2	Suelo Dispersivo	Grado 4	Altamente Dispersivo
17+000/C-04	M - 02	47	Intermedio	ND4	Suelo Moderadamente Dispersivo	Grado 3	Dispersivo
17+250/C-05	M - 02	41	Intermedio	D2	Suelo Dispersivo	Grado 3	Dispersivo
17+500/C-06	M - 02	29	No Dispersivo	ND3	Suelo Levemente o Moderadamente Dispersivo	Grado 3	Dispersivo

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

De la tabla 35 confirmamos que la muestra 2 de la calicata 2, ubicada en la Prog. 16+500 de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, presenta un suelo altamente dispersivo en los tres métodos de prueba a los que fueron sometidos. Esto, con el fin de identificar y clasificar el suelo según su grado de dispersividad. Con el criterio tomado para esta investigación, y yéndonos por el lado más conservador, este es el suelo que debería ser estabilizado por su naturaleza erosiva.

Antes de tomarlo como MUESTRA PATRÓN o GRUPO DE CONTROL para el estudio, evaluamos también las propiedades mecánicas, dejándonos guiar por el manual del MTC (manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos: sección suelos y pavimentos), donde hace hincapié en los valores índices de CBR como parámetro de evaluación de la calidad de la subrasante (ítem. 2.2.11.1). En este caso para que se decida si este suelo merece ser estabilizado, se hizo un análisis de resultados, donde se dejó de lado el conservadurismo y se tomó la opción de guiarse por valores ya establecidos y normados por nuestro país, ver la tabla 2.

A continuación, se muestra un resumen de los resultados de las características de compactación y de los valores de CBR obtenidos de las 6 muestras evaluadas.

Tabla 36.

Resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de proctor modificado y CBR realizados en las muestras del suelo de la etapa de prueba piloto

Procedencia/ Calicata	Muestra	PROFUNDIDAD (m)	Máxima densidad seca	Contenido Óptimo de Humedad	CBR	
					100%	95%
16+250/C-01	M - 02	0.20 - 1.50 m.	14.860	23.650	8.150	7.200
16+500/C-02	M - 02	0.25 - 1.55 m.	13.840	25.100	4.600	2.500
16+750/C-03	M - 02	0.30 - 1.45 m.	16.430	21.200	7.800	6.000
17+000/C-04	M - 02	0.15 - 1.50 m.	15.400	21.000	8.400	6.200
17+250/C-05	M - 02	0.20 - 1.60 m.	15.270	25.500	8.200	4.100
17+500/C-06	M - 02	0.17 - 1.56 m.	16.000	24.600	12.200	10.600

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

De la tabla 36 se puede concluir que el valor de CBR al 95% de la muestra 2 de la calicata ubicada en la progresiva 16+500 de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo es 2.5% el cual se encuentra en la categoría de una subrasante inadecuada por ser menor a 3%, según lo indica la tabla 2. Este tipo de subrasante resulta ser muy peligroso y requiere de un tipo de estabilización que sea adecuado para este tipo de suelo y que sea un método que mejore sus propiedades físicas y mecánicas para que esta subrasante pueda ser más segura.

Tomando en cuenta los resultados de la tabla 35 y 36 y asumiendo sus conclusiones, la muestra patrón, para realizar el experimento será la muestra 2 de la calicata 2 ubicada en la Prog. 16+500 de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo. Con esta muestra de suelo se realizarán los ensayos necesarios que requiere para experimentar y poder hacer un estudio de estabilización de suelo con cemento.

3.4.4.5 Etapa 5: Trabajos de Laboratorio (Ensayos de laboratorio – suelo patrón – suelo adicionado con cemento) - Cuasiexperimental

En esta etapa, ya tenemos nuestra muestra patrón, y es la muestra 2 de la calicata 2 ubicada en la Prog. 16+500 de la carretera devío Desaguadero – Kelluyo. En la siguiente tabla se muestra un resumen de la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del suelo altamente dispersivo. Ya se tienen los resultados necesarios de la muestra patrón para la tesis, siguiendo los mismos procedimientos, se tratará al suelo con 4 dosificaciones diferentes de cemento, estos resultados serán reflejados en el Capítulo IV de esta tesis.

Tabla 37.

Resumen de los valores obtenidos de los ensayos para la caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón – prog. 16+500 (C-02 / M-02)

progresiva calicata muestra	Unidad	Prog. 16+500	
		C-01	M-02
Descripciones			
Contenido de humedad	%	16.7	%W
Límite líquido	%	41	LL
Límite plástico	%	35	LP
Índice plástico	%	6	IP
Clasificación de suelos SUCS	-	A-5 (7)	Suelo fino
Clasificación de suelos AASHTO	-	ML	Limo inorgánico de baja plasticidad
Máxima densidad seca	kN/m ³	13.840	-
Contenido de humedad óptimo	%	25.10	-
CBR a 100%	%	4.60	-
CBR a 95%	%	2.50	-
Ensayos especiales de Dispersividad			
Doble hidrometría	%	87	Dispersivo
Pinhole	-	D1	Suelo Altamente Dispersivo
Crumb	-	Grado 4	Altamente Dispersivo
<i>Clasificación Dispersiva del suelo</i>	-	<i>Suelo altamente dispersivo</i>	

Lo que se procede, es complementar los ensayos de compresión uniaxial a la muestra de suelo altamente dispersivo, como parte de la investigación. Esta prueba se implementó por ser requerido en la normativa al tratarse de una estabilización suelo – cemento.

3.4.4.5.1 Compresión Uniaxial de Suelos Cohesivos (ASTM D2166-16)

El objetivo de la prueba es determinar la resistencia a la compresión simple. El ensayo también es conocido con el nombre de ensayo de compresión uniaxial, ya que permite obtener un valor de carga última del suelo.

La muestra de suelo puede ser en estado inalterado o podría tratarse de un suelo alterado, el cual será remoldeado con la humedad y densidad obtenida de la muestra de suelo o con los resultados de un proctor modificado o estándar (39).



Figura 71. Condiciones tallado de las muestras que serán ensayadas en prueba de compresión uniaxial.

La preparación de la muestra por remoldeo, por tallado, de extracción por empuje o corte del tubo es la primera etapa, el siguiente paso es medir la relación de altura (H) y diámetro (Φ), para ello, el cilindro debe encontrarse entre 2 y 2.5, la probeta deberá de ser pesada antes de ser ensayada.



Figura 72. Toma de datos de la muestra previo a ser ensayada.

Aplicar la carga a una velocidad de 2 a 2.5% por minuto de tal manera que se produzca una deformación axial. Se toman medidas de las deformaciones y las cargas cada 30 segundos hasta que estas comienzen a disminuir o bien hasta la deformación axial sea del 15%.

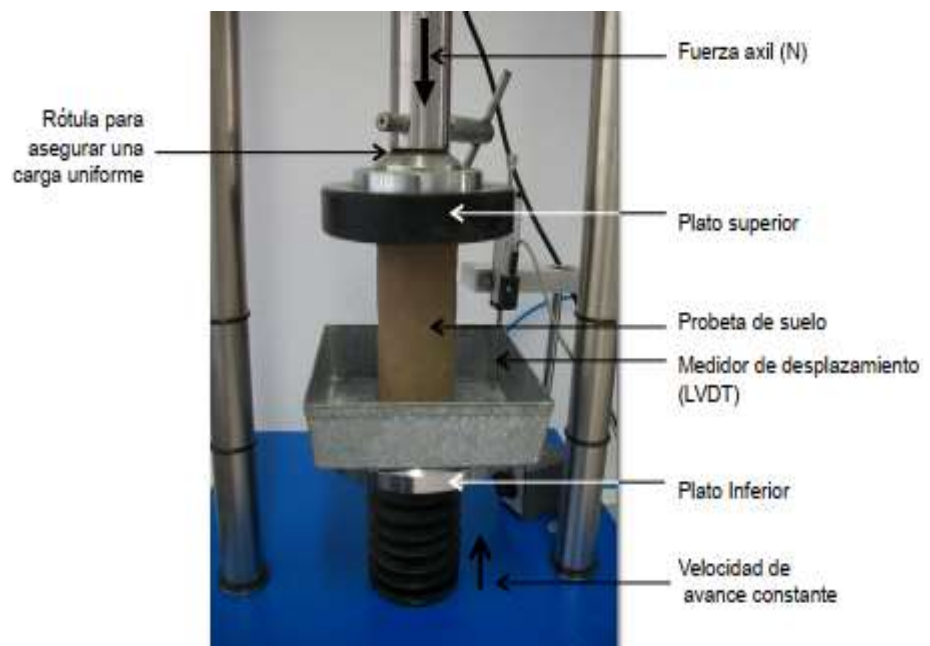


Figura 73. Partes del equipo de compresión inconfiada.

Se muestran en la siguiente tabla los resultados de la resistencia a la compresión uniaxial de la muestra 2 de la calicata 2, Prog. 16+500, para complementar los estudios que corresponden y poder evaluar los efectos del cemento como lo indica mi objetivo específico 4.

Tabla 38.

Resumen de resultados del ensayo de compresión uniaxial de la muestra patrón - prog. 16+500 (C-02 / M-02)

Dosificación de Cemento	Ciclo de Maduración	Tiempo de Curado	Resistencia a la Compresión No Confinada Promedio	
			kg/cm ²	Kpa
Suelo altamente dispersivo – Suelo Patrón (C-02/M-02, Prog. 16+500)	1 día	No sumergido	1.01	99.14

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

3.4.4.5.2 Resistencia a la Compresión de Cilindros Moldeados de Suelo-Cemento (ASTM D1633 – 17)

Este método de prueba determina la resistencia a la compresión del suelo-cemento, el modo con el cual se realiza el ensayo es el método de remoldeo en forma cilíndrica, para ello se realizarán 3 cilindros remoldeados como especímenes de prueba (40). Se detalla los procedimientos preparación de probetas de suelo-cemento para poder implementar la prueba en los siguientes:

- a) El material con el que se debe trabajar en la preparación de probetas es la fracción de suelo que pasa el tamiz N^o4 (4,75 mm).
- b) Para la preparación de la muestra: Se toma una muestra de 100 g de la muestra total y se seca en el horno hasta obtener masa constante. Se determina, con aproximación a 1 g, la masa de la cantidad de diseño de cemento (en función a la masa seca de la porción de suelo) y se mide la cantidad de agua de diseño, con aproximación a 1 ml.
- c) Mezcla de los materiales: A la masa de suelo de acuerdo con el diseño se le agrega la cantidad requerida de cemento. Primero se mezcla el suelo con el cemento en estado seco hasta obtener una masa completamente homogénea, luego se procede a agregar agua para humedecer la mezcla

hasta llegar al contenido óptimo de humedad. El amasado debe ser realizado en un recipiente que no absorba, pues podría alterar el contenido de humedad del suelo. Se agrega el agua y se mezcla hasta obtener una mezcla completa y uniforme.



Figura 74. Preparación de la muestra para la compactación del suelo – cemento.

d) Se deben preparar especímenes cilíndricos de 5 cm de diámetro y 10 cm de altura a través de un procedimiento de compactación estática. Para esto se recomiendan 2 alternativas; la primera consiste en utilizar un molde de acero para la compactación de los especímenes, la segunda consiste en utilizar el molde de 4" de diámetro, utilizado en el ensayo Proctor, para compactar las muestras que posteriormente serán talladas con las dimensiones indicadas.



Figura 75. Remoldeo de suelos dispersivos con adición de cemento para la prueba de compresión confinada.

e) Una vez compactados, los especímenes moldeados deben curarse durante 7 días, esto en dos etapas:

Etapas de curado 1: Envolver el espécimen con bolsas plásticas o “film” plástico, luego introducir el espécimen en una bolsa de plástico con cerrado hermético y sumergir el conjunto en un recipiente con agua durante 6 días de curado. Es deseable que el ambiente en el cual se conservan las muestras no sufra cambios de temperatura.



Figura 76. Probetas de suelo cubiertas de plástico preparados para su periodo de curados dentro de una poza de agua por 6 días.

Etapas de curado 2: Luego de pasados los 6 días, se debe extraer el espécimen del recipiente con agua y liberarla de las bolsas plásticas que lo cubren. Introducir el espécimen, sin ningún tipo de protección, al recipiente con agua. Dejar sumergida la muestra en agua por 24 horas.



Figura 77. Curado de las probetas de suelo - cemento sin protección por 24 horas.

El ensayo de compresión no confinada no deberá durar más de 10 minutos hasta alcanzar la falla de la muestra y la velocidad de aplicación de carga será de 1 mm/min. Se debe registrar la carga máxima en la falla de cada espécimen. Se recomienda utilizar dispositivos de medición de carga (anillos de carga o celdas de carga) con capacidad de 25 kN. Los detalles de resultados serán presentados en el capítulo 4 de resultados (34).



Figura 78. Probetas de suelo – cemento despues del periodo de curado, con 6% de cemento



Figura 79. Probeta de suelo – cemento sometidos a compresión uniaxial

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del Tratamiento y Análisis de la Información

En este capítulo se realizará el tratamiento y análisis de la información recolectada, trataremos sobre los ensayos que nos permiten, en primer lugar, determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la muestra patrón, así como la dispersividad de los suelos. En segundo lugar, también se dan a conocer los resultados de los numerosos ensayos que se realizaron para evidenciar los efectos del cemento como agente estabilizador en suelos dispersivos. Las dosificaciones de cemento se dan en porcentaje y este fue respecto a la masa del suelo, en intervalos de 2%. El suelo fue sometido a pruebas con diferentes dosificaciones de cemento, las cuales son 2%, 4%, 6% y 8%, todo este procedimiento se realizó con la finalidad de alcanzar los objetivos de la presente investigación.

Las propiedades físicas y mecánicas que intervienen en el análisis de resultados, son: las características plásticas del suelo, las características dispersivas, la capacidad de soporte y la resistencia a la compresión uniaxial del suelo estabilizado. Las pruebas de laboratorio y sus resultados son para poder determinar cuáles son los efectos de la adición de cemento en los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo. En base a estos resultados se determinará la dosificación ideal de cemento para poder estabilizar este tipo de suelo problemático, y así, poder validar nuestras hipótesis.

4.1.1 Preparación de la Muestra Suelo – Cemento

El suelo dispersivo se secó inicialmente a una temperatura de 60°C durante 24 horas, este fue disgregado, y cuarteado. El suelo fue seleccionado y pasado por el tamiz N°10 y para cada dosificación, el agua, el suelo y el cemento se mezclaron

uniformemente, las dosificaciones de cemento fueron de 2%, 4%, 6% y 8%, estos fueron almacenados en recipientes herméticos por un periodo de curado de 7 días para evitar la pérdida de humedad (este tiempo de curado es muy importante para que cemento pueda reaccionar químicamente). Para todos los casos, las muestras fueron humedecidas y preparadas en base a los resultados del ensayo de proctor modificado (óptimo contenido de humedad), tanto de la muestra patrón (suelo altamente dispersivo), como de las muestras suelo – cemento (suelo altamente dispersivo con cemento) con 4 dosificaciones diferentes de cemento.

La prueba compactación (proctor modificado) fue el punto de partida para realizar los ensayos de dispersividad, capacidad de soporte y compresión uniaxial. El ensayo de proctor fue realizado previo a los demás ensayos ya mencionados, pues de acuerdo al óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca que resultó de este ensayo, las muestras se prepararon. La muestra fue dejada en reposo durante un periodo de curado en un recipiente hermético para evitar la pérdida de humedad y esperar la reacción química del cemento con el suelo. Es necesario realizar el ensayo de proctor modificado para las 4 dosificaciones de cemento, y también, durante la etapa de prueba piloto se realizó dicho ensayo para la muestra patrón (suelo altamente dispersivo) sin agente estabilizador.



Figura 80. Preparación de la muestra de suelo dispersivo con cemento.

4.1.2 Efectos de la Adición de Cemento en la Clasificación Dispersiva del Suelo Dispersivo

La dispersividad de la muestra patrón (muestra 02 de la calicata 02 ubicada en la Prog. 16+500) tratada con 4 diferentes contenidos de cemento en porcentajes con respecto a la masa seca del suelo, tuvo una reacción positiva, reduciendo significativamente. Los resultados son presentados en la tabla 39, acompañado de

un gráfico presentado en la figura 81, los cuales representan el comportamiento del suelo dispersivo tratado con un agente estabilizador, se puede observar que, la dispersividad disminuyó significativamente al añadir 4% de cemento, también, se puede apreciar que con 6% de cemento el suelo pierde por completo sus características dispersivas, a partir de entonces, la tendencia se invirtió con el aumento de cemento.

La dispersividad disminuyó significativamente, gracias al efecto de reacción química del cemento debido al tiempo de curado del suelo dispersivo humedecido con su óptimo contenido de humedad. Por otro lado, se apreció que 2% de cemento es insuficiente para mejorar las características dispersivas de esta muestra de suelo.

El control para la medición ordinal de las características dispersivas del experimento suelo-cemento se realizó con dos pruebas de laboratorio, y son: el método de prueba de Pinhole y el método de prueba de Crumb. Para el caso de la evaluación de suelo – cemento, la normativa vigente restringe tajantemente la realización del ensayo de doble hidrometría en suelos modificados con aditivos cementantes, pues los valores que se reflejen serán inconsistentes y subreales. A continuación, presentamos el análisis de resultados de la prueba de Pinhole:

Tabla 39.

Análisis de la clasificación dispersiva basada en los resultados del ensayo de pinhole realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento

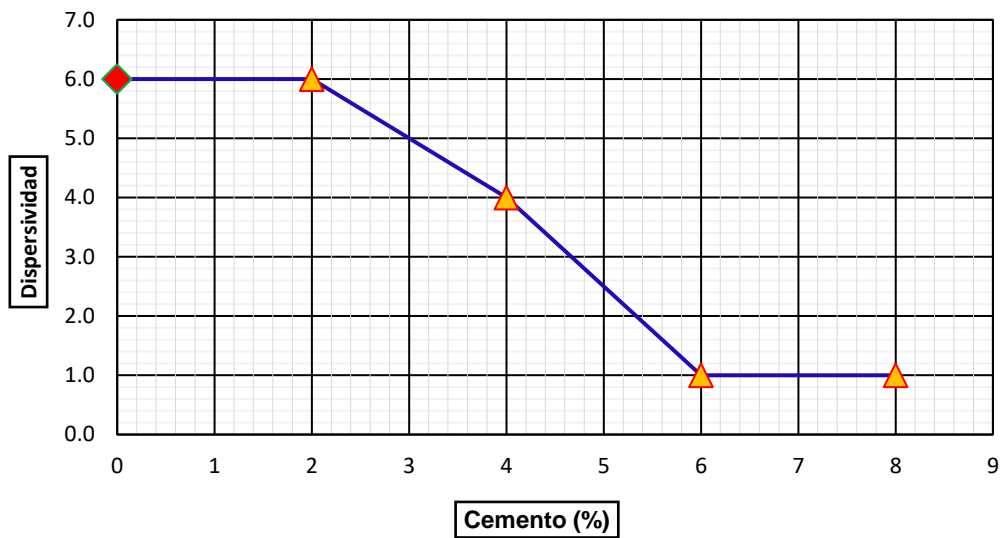
Dosificación de Cemento	Diámetro del Orificio [mm]	Caudal [ml/s]	Grado de Dispersividad	Clasificación Dispersiva
Suelo altamente dispersivo + 0% Cemento	2.02	1.35	D1	Suelo Altamente Dispersivo
Suelo altamente dispersivo + 2% Cemento	2.20	1.47	D1	Suelo Altamente Dispersivo
Suelo altamente dispersivo + 4% Cemento	1.62	0.83	ND4	Suelo Moderadamente Dispersivo
Suelo altamente dispersivo + 6% Cemento	1.01	3.03	ND1	Suelo No Dispersivo
Suelo altamente dispersivo + 8% Cemento	1	3.57	ND1	Suelo No Dispersivo

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

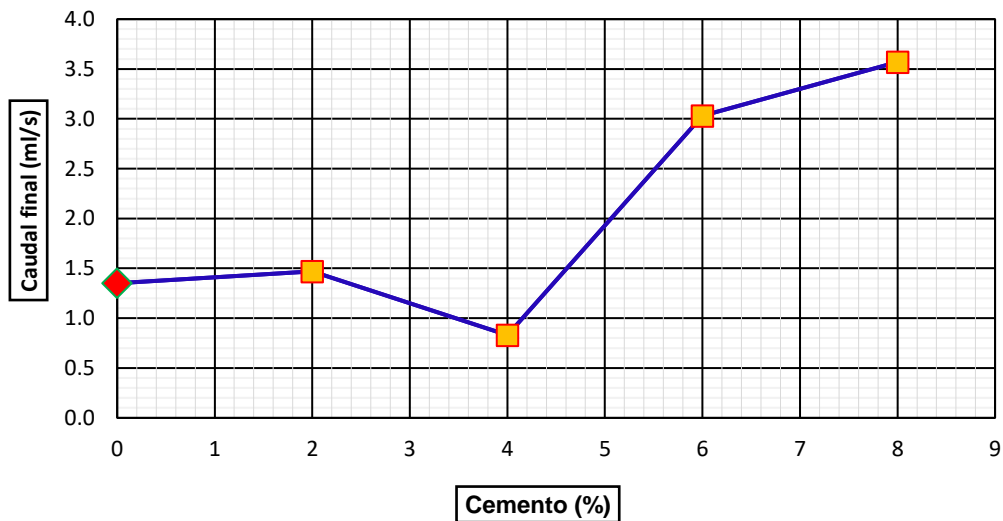
Tabla 40.

Valoración numérica de la simbología a cada tipo de clasificación de suelo dispersivo dada en el método de prueba de pinhole

Valoración Numérica de Simbologías del Método de Prueba Pinhole - con fines de graficar					
D1	D2	ND4	ND3	ND2	ND1
6	5	4	3	2	1



a.



b.

Figura 81. a) Variación de la dispersividad del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento. **b)** Variación del caudal final del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento.

Del gráfico presentado, en la figura 81a se puede apreciar que el trazo desciende debido a los efectos del cemento sobre la dispersividad del suelo evaluado, pudiendo verificar que ya con 4% de cemento, el suelo que inicialmente clasificaba como suelo altamente dispersivo (D1), pasa a ser un suelo moderadamente dispersivo (ND4). En la figura 81b, se aprecia que el trazo sube y se puede ver donde se requirió mayor caudal para poder erosionar el suelo patrón es la muestra tratada con 6% de cemento, el caudal aumenta a medida que el suelo es tratado con mayor contenido de cemento y se va haciendo más resistente a la erosión, es necesario indicar que en el ensayo de pinhole se realiza un agujero de 1 mm en el centro del suelo moldeada de forma cilíndrica.

Se puede apreciar en el gráfico de la figura 81b que en la muestra de suelo tratada con 6% de cemento incrementó significativamente su caudal, así como en el suelo tratado con 8% de cemento. La prueba de Pinhole nos demuestra claramente que con 6% de cemento es suficiente para mejorar las características dispersivas de la muestra patrón. A continuamos, con la presentación del análisis de resultados de la prueba de Crumb:

Tabla 41.

Análisis de la clasificación dispersiva basada en los resultados del ensayo de crumb realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento

Dosificación de Cemento	Espécimen de Prueba	Grado de Dispersividad	Clasificación del Grado de Dispersividad Promedio	
Suelo Altamente Dispersivo + 0% Cemento	1	4	4	Altamente Dispersivo
	2	4		
	3	4		
Suelo Altamente Dispersivo + 2% Cemento	1	4	4	Altamente Dispersivo
	2	3		
	3	4		
Suelo Altamente Dispersivo + 4% Cemento	1	3	2	Levemente o Moderadamente Dispersivo
	2	2		
	3	2		
Suelo Altamente Dispersivo + 6% Cemento	1	1	1	No Dispersivo
	2	1		
	3	2		
Suelo Altamente Dispersivo + 8% Cemento	1	1	1	No Dispersivo
	2	1		
	3	1		

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

Con los resultados, procedemos a graficar para mayor entendimiento y análisis de resultados obtenidos del método de prueba de Crumb, para evaluar las características dispersivas del suelo tratado con cemento.

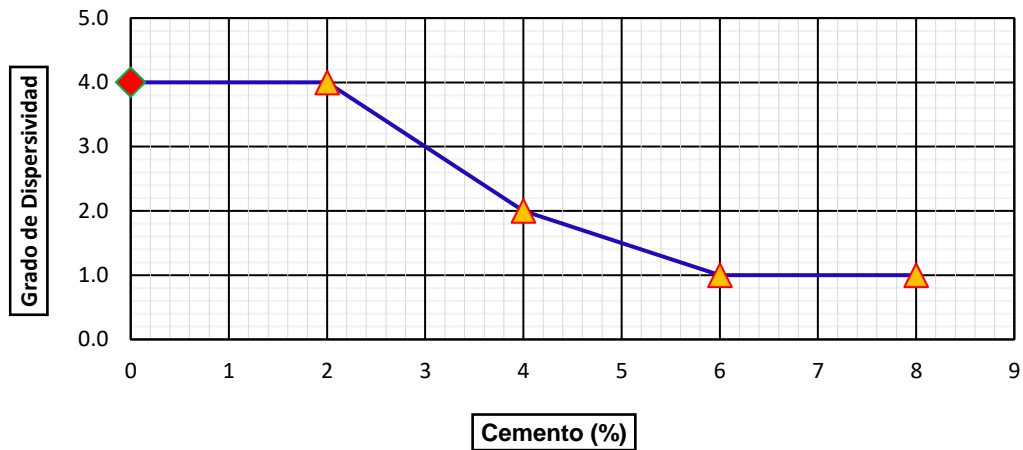


Figura 82. Variación del grado de dispersividad del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento.

En el gráfico presentado en la figura 82, se puede apreciar que el trazo desciende debido a los efectos del cemento sobre el grado de dispersividad del suelo evaluado, pudiéndose verificar que con 4% de cemento, el suelo que inicialmente clasifica como altamente dispersivo (Grado 4), pasó a ser un suelo levemente o moderadamente dispersivo (Grado 2), siendo un efecto favorable pero insuficiente para poder controlar las características dispersivas del suelo. Los resultados de la prueba de Crumb nos indica que fue en la muestra de suelo tratada con 6% de cemento, donde el suelo altamente dispersivo (grado 4), pasó a ser un suelo no dispersivo (grado 1) y este resultado se repitió con la muestra de suelo tratada con 8% de cemento.

La prueba de Crumb nos demuestra claramente que con 6% de cemento es suficiente para mejorar las características dispersivas, pues a partir de esa dosificación se elimina las características dispersivas del suelo. En términos generales, el cemento influyó significativamente en la muestra patrón, y se pudo observar un cambio en la estructura del suelo, pues, pasó de ser una estructura defloculada a una más floculada. Como conclusión de los resultados analizados de ambas pruebas, se puede afirmar que la muestra de suelo tratada con 6% de cemento fue suficiente para modificar y mejorar las características dispersivas del suelo estudiado.

4.1.3 Efecto de la Adición de Cemento en los Límites de Consistencia del Suelo Dispersivo

Los suelos dispersivos tienden a tener características especiales de plasticidad, estos demostraron tener un límite líquido y un límite plástico de valores altos, y un índice de plasticidad bajo, una singularidad que lo hace muy diferentes a los suelos ordinarios. Los límites de consistencia del suelo dispersivo, que fueron evaluados son: el Límite Líquido (LL), Límite Plástico (LP) e Índice de Plasticidad (IP). Los límites líquidos (LL), así como los límites plásticos (LP) de las muestras tratadas con cemento disminuyeron significativamente al aumentar el contenido de cemento, mientras que el índice de plasticidad (IP) disminuyó con respecto al índice de plasticidad inicial, pero los cambios no fueron muy significativos, pues los límites líquidos tratados y los límites plásticos tratados descendían paralelamente.

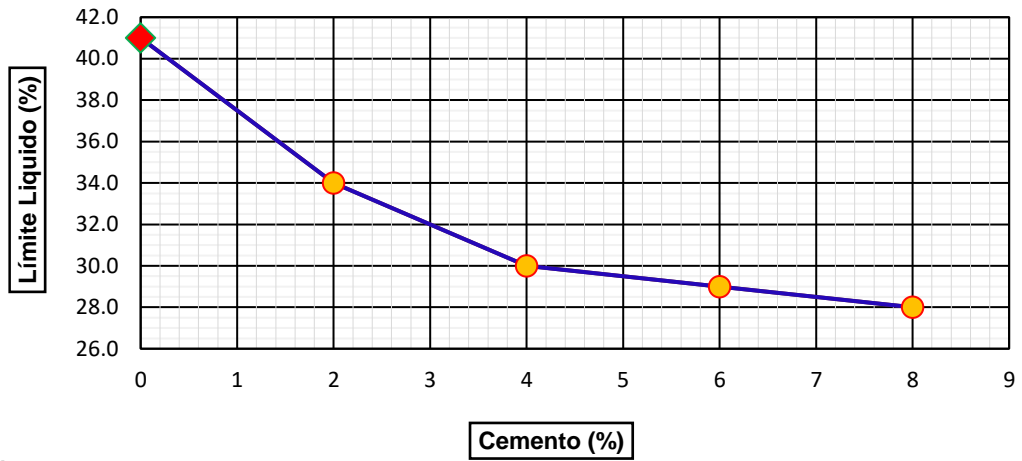
El límite líquido y el límite plástico se muestra decreciente o descendente a causa del tratamiento químico con el cemento y esto es beneficioso, causando un cambio deseable en el suelo dispersivo tratado, conduciéndose a una mejor trabajabilidad debido a que el suelo se vuelve más viable. Tengamos en cuenta que el intercambio de cationes, la floculación, la aglomeración y las reacciones puzolánicas están trayendo mejoras a las propiedades de ingeniería del suelo tratado. En la siguiente tabla se mostrará el resumen de los resultados obtenidos mediante el método de prueba de los límites de consistencia, esto para poder realizar el análisis de resultados mediante gráficos.

Tabla 42.

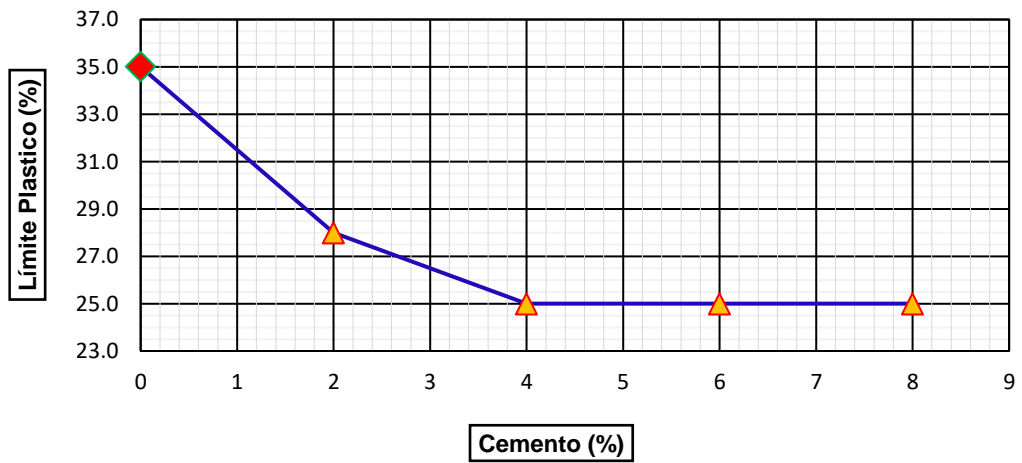
Análisis del límite de consistencia basada en los resultados del ensayo de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento

Dosificación de Cemento		LL	LP	IP
Descripción	(%)	(%)	(%)	(%)
Suelo Altamente Dispersivo + 0% Cemento	0	41	35	6
Suelo Altamente Dispersivo + 2% Cemento	2	34	28	6
Suelo Altamente Dispersivo + 4% Cemento	4	30	25	5
Suelo Altamente Dispersivo + 6% Cemento	6	29	25	4
Suelo Altamente Dispersivo + 8% Cemento	8	28	25	3

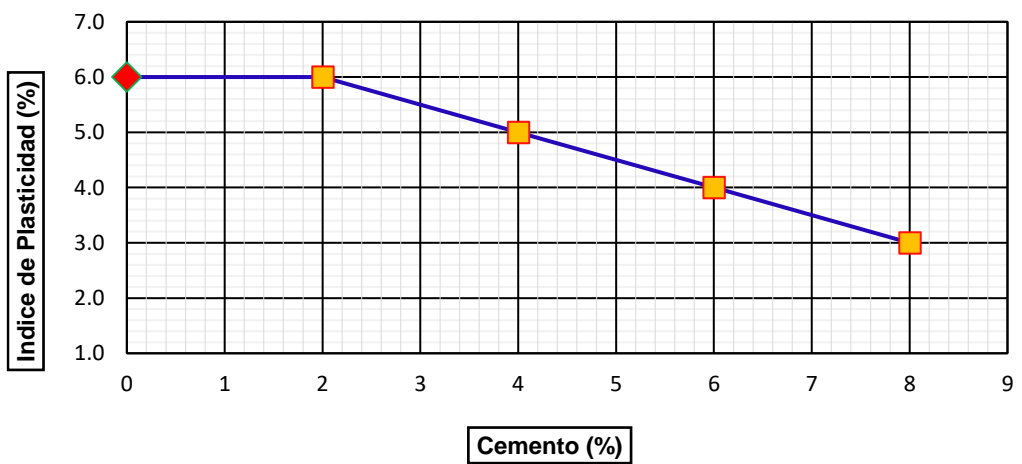
Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.



a.



b.



c.

Figura 83. a) Variación del límite líquido del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento; **b)** Variación del límite plástico del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento; **c)** Variación del índice de plasticidad del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento.

El índice de plasticidad se ve muy afectado por las fuerzas entre partículas, aunque no se puede identificar las características de dispersividad debido a la falta de singularidad que ha mostrado en presencia de suelos dispersivos (2). En los gráficos presentados, en la figura 83 se presentan la variación de los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo evaluado tratado con diferentes contenidos de cemento.

En la figura 83a se presenta la variación del límite líquido del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento, donde se ve claramente que el trazo desciende significativamente con 2% de cemento, pasando de tener un LL de 41% a 34%, habiendo una diferencia de 7% en comparación del LL inicial. Con la adición de 4% de cemento el LL desciende a 30%, además, a partir de la adición de 6% de cemento podemos apreciar que el LL es 29% y con 8% de cemento el LL es 28%, empezando a tornarse constante.

En la figura 83b se presenta la variación del límite plástico del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento, donde se aprecia que el LP al igual que el LL desciende significativamente con 2% de cemento pasando a tener un LP de 35% a 28% habiendo una diferencia de 7% en comparación del LP inicial. Con la adición de 4% de cemento el LP es 25%, y se mantiene constante con la adición de 6% y 8% de cemento.

En la Figura 83c se presenta la variación del índice plástico del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento, donde se aprecia que el IP desciende con el aumento del contenido de cemento en un 3%, esta diferencia se realiza con respecto al IP de la muestra de suelo dispersivo sin tratamiento que es 6%. Con respecto al suelo dispersivo tratado con 2% de cemento tenemos un IP de 6%, con 4% de cemento el IP es 5%, con 6% de cemento el IP es 4% y con 8% de cemento el IP es 3%. Podemos decir que este parámetro se mantiene.

El índice de plasticidad de la muestra tratada con 6% de cemento se muestra el más ideal, por tornarse trabajable y con características plásticas de un suelo normal. Considerando el contexto, una disminución de la plasticidad debería de ser un buen indicador para identificar la reducción de la dispersividad.

Las fuerzas de repulsión disminuyen y, a su vez, las fuerzas de atracción incrementan, el resultado es, un aumento de la resistencia entre superficies y la disminución en el índice de plasticidad.

Analizando los resultados y viendo los gráficos, podemos concluir que el suelo dispersivo tratado con 6% de cemento es el más adecuado, pues, mantiene resultados que se tornan constantes y regulares en cuanto al LL y LP, resultando en un control adecuado del índice de plasticidad.

4.1.4 Efecto de la Adición de Cemento en la Capacidad de Soporte del Suelo Dispersivo

En la investigación se observa los efectos del cemento en la estabilización de los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo. Los valores obtenidos para cada contenido de cemento se muestran en la tabla 43 y podemos apreciar la mejora inminente del suelo dispersivo. Las variables que influyeron en el aumento del valor de CBR es el periodo de 96 horas inmersión el cual establece la normativa ASTM, el cual favorece al comportamiento de la mezcla de suelo – cemento porque el cemento reacciona y se da el calor de hidratación, por ende, se adquiere mayor resistencia. Cabe mencionar, que en algunos antecedentes de la investigación se indica que, el valor de CBR sumergido proporciona mejores resultados que los que no se sumergieron en agua.

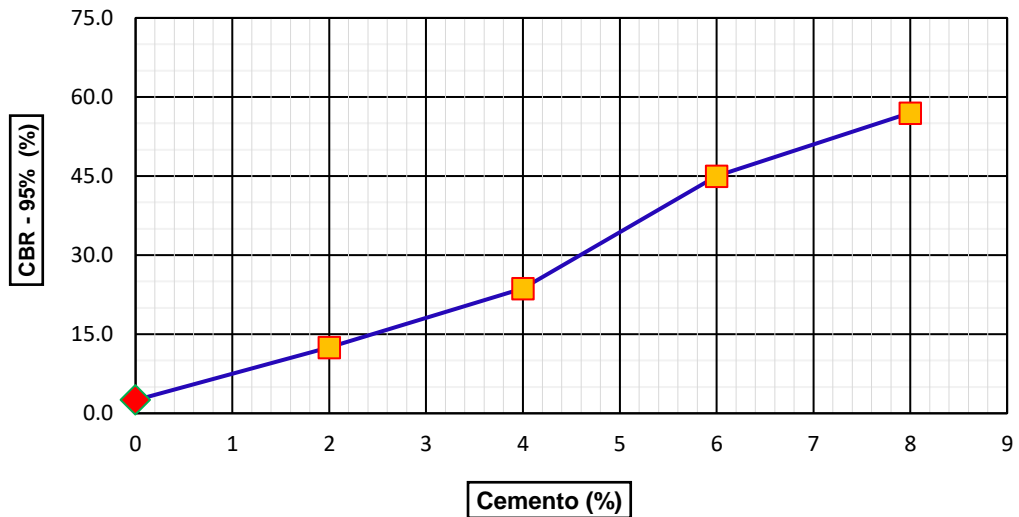
Tabla 43.

Análisis del % CBR al 100% y 95% de la MDS basado en los resultados del ensayo de CBR realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento

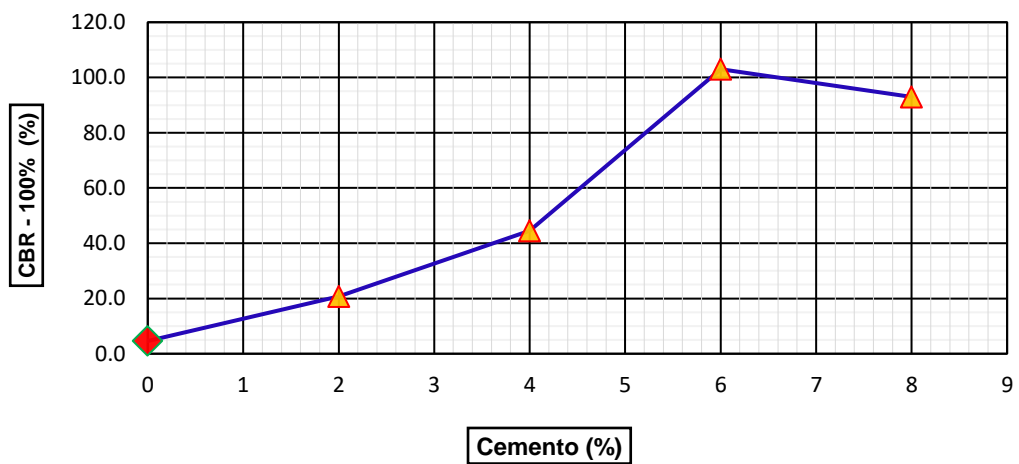
Descripción	Dosificación de Cemento		
	(%)	100%	95%
Suelo Altamente Dispersivo + 0% Cemento	0	4,6	2,5
Suelo Altamente Dispersivo + 2% Cemento	2	20,8	12,5
Suelo Altamente Dispersivo + 4% Cemento	4	44,5	23,7
Suelo Altamente Dispersivo + 6% Cemento	6	103,0	45,0
Suelo Altamente Dispersivo + 8% Cemento	8	93,0	57,0

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

En los resultados del ensayo de CBR se refleja un aumento significativo en el valor de soporte california (CBR), se entiende por los resultados que con la adición de 2%, 4%, 6% y 8% el CBR al 95% va aumentando en porcentajes de 12.5%, 23.7%, 45.0% y 57.0% respectivamente, respecto a su estado natural que es de 2.5%. Entonces la subrasante natural estabilizada, de manera óptima, se obtiene con la adición de 6% de cemento.



a.



b.

Figura 84. a) Variación del valor de CBR al 95% de la MDS del suelo dispersivo tratado con diferentes contenidos de cemento **b)** Variación del valor de CBR al 100% de la MDS del suelo dispersivo tratado con diferentes contenidos de cemento

En la figura 84a la capacidad de soporte del suelo dispersivo tratado con 2% de cemento aumentó significativamente, obteniendo un incremento de 10% en su valor de CBR al 95%, esto, con respecto al valor de CBR al 95% de la muestra patrón

con un 2.5%. El tratamiento con 4% de cemento aumentó un 21.2% en su valor de CBR al 95%, con 6% de cemento aumentó un 42.5% y con 8% de cemento aumentó un 54.5% en su valor de CBR al 95%. Pudiendo observar así, la mejora de la capacidad de soporte a medida que el contenido de cemento va en aumento. En este caso, con el 6% de cemento podemos decir que superamos el valor de CBR de 40% al 95% de la MDS.

En la figura 84b podemos apreciar el mismo comportamiento, ya que la capacidad de soporte va en aumento y podemos decir que con 2%, 4%, 6% y 8% de cemento el valor de CBR al 100% de la MDS es 20.8%, 44.5%, 103.0% y 93.0%, respecto al valor de CBR de 4.6% al 100% de la MDS del suelo dispersivo sin tratamiento. En este caso, con 8% de cemento podemos apreciar un decrecimiento, por ende, concluimos que con la adición de 6% de cemento, el suelo cumplirá con los estándares de calidad de un suelo que formará parte de la estructura de un pavimento como la subrasante natural mejorada.

Se concluye que, la capacidad de soporte va en aumento a mayor contenido de cemento adicionado en el suelo dispersivo evaluado, el contenido de 6% de cemento mejora significativamente los valores índices del CBR, mejorando de esta manera la calidad de la subrasante natural, y de esta manera será un suelo confiable donde se pueda cimentar la estructura del pavimento.

4.1.4.1 Efectos de la adición de cemento en las características de compactación del suelo dispersivo

El cambio de la máxima densidad seca (MDS) y el óptimo contenido de humedad (OCH) con varios contenidos de cemento se dan en la tabla 44. La máxima densidad seca (MDS) se incrementó con el aumento de contenido de cemento, y el óptimo contenido de humedad (OCH) disminuyó con el aumento de contenido de cemento.

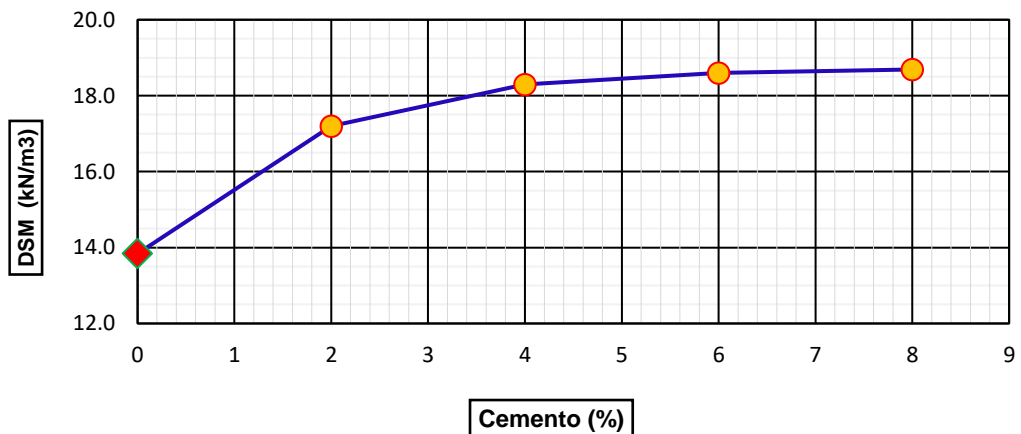
El aumento de la máxima densidad seca se puede asociar con el aumento de la gravedad específica (Gs) del suelo tratado con cemento (2). Muchos de los antecedentes lo pueden afirmar, pues, esta reacción se da por el intercambio catiónico y producto del calor de hidratación del suelo tratado con cemento.

Tabla 44.

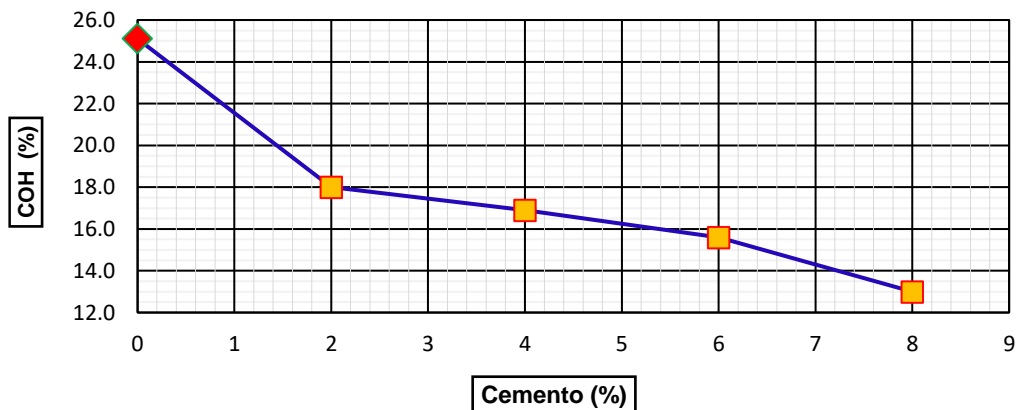
Análisis del contenido óptimo de humedad (OCH) y densidad seca máxima (MDS) basada en los resultados del ensayo de proctor modificado realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento

Descripción	Dosificación de Cemento		Proctor	
	(%)	MDS (kN/m ³)	OCH (%)	
Suelo Altamente Dispersivo + 0% Cemento	0	13,84	25,1	
Suelo Altamente Dispersivo + 2% Cemento	2	17,2	18	
Suelo Altamente Dispersivo + 4% Cemento	4	18,3	16,9	
Suelo Altamente Dispersivo + 6% Cemento	6	18,6	15,6	
Suelo Altamente Dispersivo + 8% Cemento	8	18,69	13	

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.



a.



b.

Figura 85. a) Variación de la MDS del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento **b)** Variación del OCH del suelo dispersivo tratado con varios contenidos de cemento

Con el gráfico presentado en la figura 85a podemos verificar el incremento de la máxima densidad seca, a medida que el contenido del cemento aumenta. La MDS del suelo dispersivo estabilizado al 6% de cemento nos proporciona un valor de 18.6 kN/m³, el cual es bastante bueno.

La figura 85b podemos verificar la disminución del contenido óptimo de humedad, corroborando de esta manera, y dándole la razón a los estudios de los antecedentes tomados y bibliografía revisada.

4.1.5 Efecto de la Adición de Cemento en la Resistencia a la Compresión uniaxial del Suelo Dispersivo

Los efectos del tratamiento con varios contenidos de cemento y tiempo de curado fueron examinados mediante la realización de la compresión inconfiada o compresión uniaxial con la normativa ASTM D2166-16 para las muestras de suelo, en este caso, los suelos dispersivos fueron compactados hasta llegar a la MDS con el OCH que ya habíamos determinado con el método de prueba de proctor modificado. Así mismo, se utilizó la normativa ASTM D1633-17 para los cilindros de prueba de suelo-cemento, los cuales también fueron compactados hasta llegar a la MDS con el OCH determinado con el método de prueba de proctor modificado.

La prueba de compresión simple en probetas de suelo-cemento, tiene un procedimiento que ya se detalló en el ítem 3.4.4.5.2 de la presente, estas probetas fueron remoldeados en un molde que cumple con las exigencias de la normativa ASTM, después, los cilindros fueron cubiertos por una capa de plástico y sumergidas en agua durante 6 días, considerado como ciclo de maduración y para el 7mo día la cubierta de plástico fue retirada y la muestra fue sumergida en agua nuevamente por 24 horas sin protección, esta etapa es considerada como tiempo de curado. Cabe recalcar que previo al remoldeado, para mezcla de suelo – cemento, primero se pesó el suelo, el cemento y el agua, posteriormente se mezcló (suelo, cemento, agua) y se colocó en un recipiente hermético durante 7 días para que el cemento, el suelo y el agua se homogenizan y se haga la reacción química.

En la siguiente tabla 45 se muestran los resultados del método de prueba de compresión inconfiada o compresión uniaxial del suelo solo y del suelo-cemento con diferentes contenidos de cemento.

Tabla 45.

Análisis de la resistencia a la compresión uniaxial basada en los resultados del ensayo de compresión uniaxial (CNC) realizado en la muestra patrón tratada con diversos porcentajes de cemento

Dosificación de Cemento		Ciclo de Maduración	Tiempo de Curado	Resistencia a la Compresión Uniaxial Promedio	
Descripción	(%)			kg/cm2	KPA
Suelo Altamente Dispersivo + 0% Cemento	0	1 día	No Sumergido	1.01	99.14
Suelo Altamente Dispersivo + 4% Cemento	2	6 días	24 horas	0.36	37.73
Suelo Altamente Dispersivo + 5% Cemento	4	6 días	24 horas	2.07	203.25
Suelo Altamente Dispersivo + 6% Cemento	6	6 días	24 horas	5.12	501.74
Suelo Altamente Dispersivo + 8% Cemento	8	6 días	24 horas	6.91	677.78

Nota: Revisar el Anexo D para más detalles.

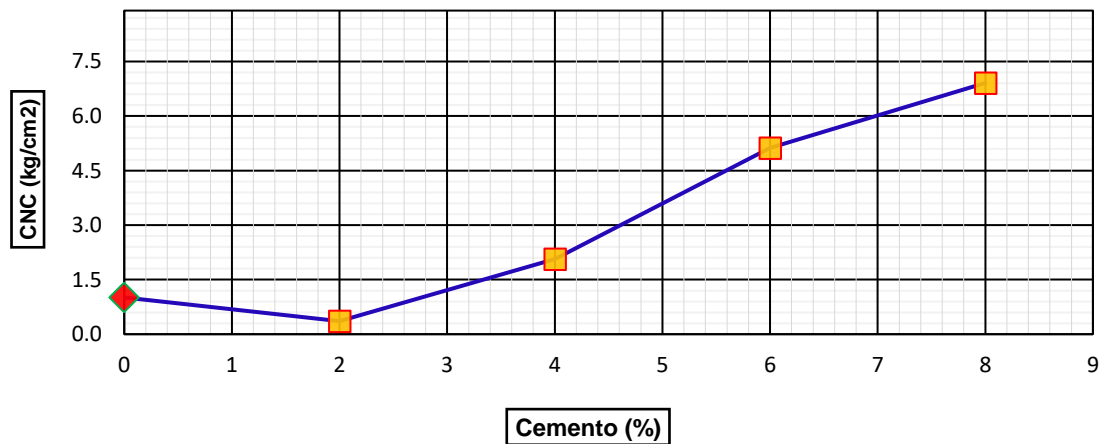


Figura 86. Variación de la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo con varios contenidos de cemento, en el caso de suelo - cemento el periodo de curado fue de 7 días en diferentes condiciones

El aumento gradual de la fuerza puede estar relacionado con la reacción de hidratación que aumentó la resistencia de la muestra a corto plazo. La mejora en las propiedades mecánicas del suelo tratado con cemento como aditivo químico se debe a la formación de hidratos de silicato de calcio e hidratos de aluminio de calcio como compuestos cementantes provenientes de las reacciones puzolánicas.

En el gráfico de la figura 86 demuestra claramente que la mayor resistencia a la compresión uniaxial se logró mediante el uso 8% de cemento con un tiempo de maduración de 6 días y 24 horas de curado. En consecuencia, se hace necesario considerar tanto la resistencia a la erosión y la resistencia mecánica.

Para investigar la resistencia a la compresión uniaxial del suelo-cemento, la probeta de suelo-cemento fue sumergió en agua durante 7 días, de los cuales fueron 6 días fueron periodos de maduración, y 1 día fue el periodo de curado, quiere decir que, tanto el periodo de maduración como el de curado se trató de las muestras sumergidas en una poza de agua. Luego, estos se sometieron a pruebas de CNC. Los resultados se compararon con la resistencia a la compresión uniaxial del suelo solo que es 99.14 kpa con respecto a todos los resultados del suelo con tratamiento como se muestra en la figura 86.

El tratamiento con 2% de cemento mostraron muy bajos efectos en los resultados, pues solo obtuvimos un CNC de 37.73 kpa, con 4% de cemento un mejoramiento significativo obteniendo un CNC de 203.25 kpa, con 6% de cemento el mejoramiento fue bastante significativo llegando a obtener un CNC de 501.74 kpa y con 8% de cemento siguió aumentando llegando a obtener una CNC de 677.78 kpa. Sin embargo, los resultados de las muestras tratadas con cemento ganaron la resistencia después de 6 días de maduración y 24 horas de curado sumergidos en agua. Quiere decir que, la etapa de maduración y curado en las probetas remoldeadas de suelo-cemento son muy influyentes en la resistencia a la compresión uniaxial.

En el análisis de resultados de la resistencia a la compresión uniaxial se concluye que el suelo tratado con cemento al 6% es suficientemente adecuado, pues, su resistencia aumentó 5 veces más, con respecto a la resistencia del suelo sin tratamiento. Siendo esta mejoría suficiente para que el suelo sea adecuado y apto para que la estructura de un pavimento se cimienta sobre ella.

4.2 Prueba de Hipótesis

El proceso de recolección de datos para esta investigación se dio en las instalaciones del laboratorio de ensayo de materiales e investigación G&C Geotechnik M.T.L de la empresa G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C., con la aceptación institucional para poder realizar experimentos y aplicar los instrumentos necesarios para la investigación.

Los instrumentos de la investigación son: Fichas de recolección de datos del ensayo de límites de consistencia, Fichas de recolección de datos del ensayo de Pinhole (dispersividad), Fichas de recolección de datos del ensayo de Crumb (dispersividad), Fichas de recolección de datos del ensayo de CBR de laboratorio (capacidad de soporte) y Fichas de recolección de datos del ensayo de Compresión Uniaxial (resistencia a la compresión uniaxial). Los cuales fueron suministrados por la institución para la investigación.

La hipótesis de investigación afirma algo, que será comprobado en este capítulo. Según nuestro planteamiento de la hipótesis, el tipo de variable es de homogeneidad, el cual nos permitirá ver la influencia de la variable independiente sobre la dependiente. La comprobación de hipótesis está sujeta al planteamiento correcto de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_a).

La hipótesis general planteada en esta investigación es: “Los efectos del uso de cemento influyen positivamente en la estabilización de los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021”.

Las hipótesis estadísticas vendrían a ser la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alterna (H_a), donde se acepta o rechaza la hipótesis de investigación.

H_0 : **No existe** una influencia positiva en la estabilización de los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

H_a : **Existe** una influencia positiva en la estabilización de los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

La regla de decisión, es un punto muy importante para el rechazo o aceptación de las hipótesis estadísticas planteadas, en la siguiente figura se muestra la regla de decisión:



Figura 87. Regla de decisión para el rechazo o aceptación de las hipótesis estadísticas.

Donde:

$$\alpha = 0.01 \text{ o } 0.05$$

p-valor = Un software estadístico nos apoyara en encontrar este valor.

La prueba de hipótesis dependerá del análisis estadístico, para ello nos apoyaremos de un software estadístico conocido como SPSS y más adelante se detallará las consideraciones tomadas para el análisis estadístico.

4.2.1 Análisis Estadístico

Para el análisis de los datos se usó la estadística inferencial, el cual “está formada por procedimientos para hacer inferencias (generalizaciones) acerca de características poblacionales, a partir de información contenida en una muestra extraída de una población”.

Es muy importante realizar la prueba de normalidad, para ver si se aplica la prueba estadística inferencial de análisis paramétrica o no paramétrica.

Requisitos	Variable cuantitativa	
	Distribución normal	Prueba de normalidad
	Homocedasticidad	
Conformidad	Una muestra	T de student
Homogeneidad	Muestras relacionadas	T de Student ANOVA
	Muestras independientes	T de Student ANOVA
Independencia	Pearson	

Figura 88. Requisitos del análisis estadístico paramétrico.

Requisitos	Todas las variables	
	Distribución libre	
Conformidad	Una muestra	Wilcoxon
Homogeneidad	Muestras relacionadas	Wilcoxon
		McNemar
		Q de Cochran
	Muestras independientes	U de Mann-Whitney
		H de Kruskal-Wallis
Independencia	Spearman	
	Tau b de Kendall	
	Chi-Cuadrado	

Figura 89. Requisitos del análisis estadístico no paramétrico.

Si nuestra prueba de normalidad tiene una distribución normal, entonces deberemos de seguir con las pruebas estadísticas del análisis paramétrico. Para el caso del análisis estadístico no paramétrico no será necesario realizar la prueba de normalidad. De acuerdo a la prueba de normalidad y al tipo de variable (que es de tipo homogeneidad) y con muestras independientes, las pruebas estadísticas se realizan a un nivel de confianza del 5%.

Prueba de normalidad: Medida que sirve principalmente para identificar si se hará pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas. Más adelante, se muestran todos los datos de la prueba de normalidad desarrollada en el software SPSS para cada variable, ahora, en la siguiente figura se muestra las consideraciones que se deben de tomar para hacer la prueba de normalidad.

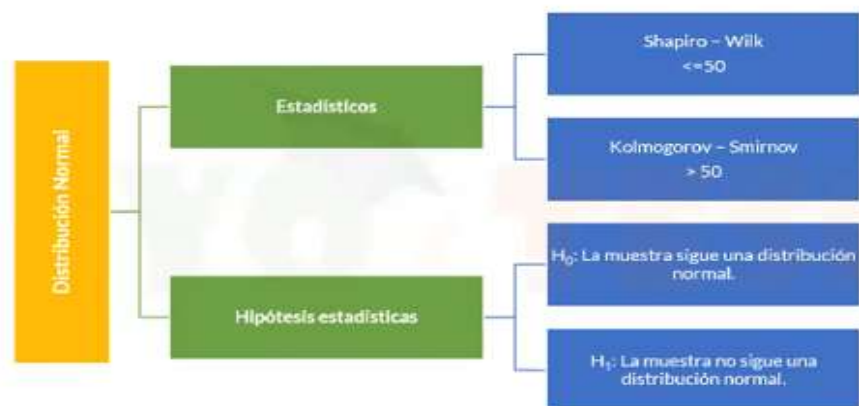


Figura 90. Consideraciones para la prueba de normalidad.

En nuestra investigación para la prueba de distribución normal, según el procedimiento mostrado en la Figura 90, se utilizó el método estadístico de Shapiro-Wilk, ya que **nuestros datos son menores a 50** y se estableció las hipótesis estadísticas, asignando una hipótesis nula y una alterna para todas las variables consideradas en cada hipótesis específica. La distribución normal se basa en una regla de decisión que trabaja con el p-valor.



Figura 91. Regla de decisión para el análisis de la prueba de normalidad.

Si el p-valor es menor o igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y la distribución sería normal, por ende, se trabajaría con el análisis estadístico paramétrico. Por el contrario, si el p-valor es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, siendo esta una distribución no normal.

Prueba de homogeneidad de varianzas (homocedasticidad): Es también muy importante para el análisis estadístico paramétrico. Este se trabaja con dos índices, uno de ellos, la estadística, que es la prueba de “Levene para cada variable dependiente en todas las combinaciones de nivel de los factores inter-sujetos sólo para factores inter-sujetos”, y la otra vendría a ser las hipótesis estadísticas, las cuales trabajan con las hipótesis nulas y alternas, se muestra en la siguiente figura el procedimiento a seguir:



Figura 92. Consideraciones de la prueba de homogeneidad de varianzas.

Según la Figura 93, se toma en consideración la prueba de homogeneidad de varianzas, para el análisis estadístico paramétrico, y se deberá de considerar la siguiente regla de decisión para determinar si las varianzas son iguales o diferentes:



Figura 93. Regla de decisión para el análisis de la prueba de homogeneidad de varianzas.

Si el p-valor es menor o igual a 0.05 se rechaza la hipótesis nula y tendrá varianzas iguales. Por el contrario, si el p-valor es mayor a 0.05 no se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, siendo las varianzas diferentes.

¿Qué es varianza? “Es una medida de variabilidad que toma en cuenta el 100% de las puntuaciones de manera individual. Además, se define como la media aritmética de las desviaciones respecto a la medida aritmética elevada al cuadrado”.

- **U de Mann-Whitney:** “La prueba U de Mann-Whitney es una prueba no paramétrica alternativa a la prueba t de muestras independientes (una prueba de hipótesis estadística utilizada para determinar si una media poblacional desconocida es diferente de un valor específico)”. Este, se aplicará para el análisis estadístico de la hipótesis 01.

- **Anova:** “Usualmente, el ANOVA de un factor se emplea cuando tenemos una única variable o factor independiente y el objetivo es investigar si las variaciones o diferentes niveles de este factor tienen un efecto medible sobre una variable dependiente”. Este, se aplicará para el análisis estadístico de las hipótesis 02, 03 y 04.

4.2.1.1 Redacción de Hipótesis Específica 01

Hipótesis Específica 01: La adición de cemento influirá positivamente en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

Presentamos la hipótesis estadística, se plantean la hipótesis nulas y alternas, y se muestran a continuación:

H₀: **No existe** una influencia positiva en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

H_a: **Existe** una influencia positiva en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

4.2.1.1.1 Análisis Estadístico de la Hipótesis Específica 01

Se aplica la prueba de U de Mann-Whitney para el análisis estadístico de pruebas individuales, ya que el tipo de variable es cualitativa – ordinal, con escala de medición ordinal. El tipo de variable es de homogeneidad con muestras independientes. La prueba de Kruskal Wallis nos permitirá determinar si procedemos a hacer las pruebas individuales, si p – valor es menor o igual a 0.05 indica que no existe diferencias significativas y si p – valor es mayor a 0.05 si existe diferencias significativas.

Tabla 46.

Estadísticos de prueba de Kruskal Wallis

Estadísticos de Prueba ^{a,b}	
Método	Clasificación Dispersiva
H de Kruskal-Wallis	11,851
gl	4
Sig. asintótica	,018

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Adición

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 46 se obtuvo un p - valor de 0.018 y es menor que 0.05 lo que indica que existe diferencias significativas en los grupos evaluados, por tal motivo se realiza las pruebas individuales con la prueba de U de Mann - Whitney.

Tabla 47.*Comparaciones múltiples con la Prueba de U de Mann - Whitney*

Comparaciones múltiples Prueba U de Mann - Whitney		
Adición de Cemento		Sig.*
Control	2% Cemento	0,317
	4% Cemento	0,034
	6% Cemento	0,034
	8% Cemento	0,025
2% Cemento	Control	0,317
	4% Cemento	0,068
	6% Cemento	0,043
	8% Cemento	0,034
4% Cemento	Control	0,034
	2% Cemento	0,068
	6% Cemento	0,099
	8% Cemento	0,034
6% Cemento	Control	0,034
	2% Cemento	0,043
	4% Cemento	0,099
	8% Cemento	0,317
8% Cemento	Control	0,025
	2% Cemento	0,034
	4% Cemento	0,034
	6% Cemento	0,317

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Tabla 48.*Análisis de grupos subconjuntos*

Grupos Subconjuntos				
Adición de Cemento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
8% Cemento	3	No Dispersivo	-	-
6% Cemento	3	No Dispersivo	-	-
4% Cemento	3	-	Levemente o Moderadamente Dispersivo	-
2% Cemento	3	-	-	Dispersivo
Control	3	-	-	Dispersivo
Sig.		0,029	0,068	0,317

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la Tabla 47 se observa que gracias a las pruebas de U de Man - Whitney se obtuvo que el 8% y 6% de cemento estadísticamente son iguales y son diferentes al 4%, 2% de cemento y al Control. En definitiva, son mejores las adiciones de 6% y 8% de cemento, y por un hecho de que no hay mucha diferencia entre ambos p – valor se recomienda el uso 6% de cemento para estabilizar el suelo dispersivo evaluado.

Mediante este análisis estadístico, el p – valor de 6% de cemento es 0.029, siendo menor que 0.05, por esta razón rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna. De esta manera se confirma que **existe** una influencia positiva en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

4.2.1.2 Redacción de Hipótesis Específica 02

Hipótesis Específica 02: La adición de cemento influirá positivamente en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

Presentamos la hipótesis estadística, se plantean la hipótesis nulas y alternas, se muestran a continuación:

Ho: **No existe** una influencia positiva en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

H1: **Existe** una influencia positiva en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

4.2.1.2.1 Análisis estadístico de la Hipótesis Específica 02

a) Prueba de normalidad del Límite Líquido (LL):

Ho = Hay normalidad

Ha = No hay normalidad

Según la regla de decisión, si p-valor menor o igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, caso contrario no se rechaza la H_0 .

Tabla 49.

Prueba de normalidad del Límite Líquido (LL)

Pruebas de normalidad				
	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
LÍMITE	Control	,995	3	,862
LÍQUIDO	2% Cemento	,999	3	,948
	4% Cemento	,997	3	,900
	6% Cemento	,977	3	,712
	8% Cemento	,993	3	,843

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 49 gracias a la aplicación del estadístico Shapiro - Wilk se obtuvo un p - valor de 0.862, 0.948, 0.900, 0.712, 0.843 para el control, 2%, 4%, 6% y 8% de cemento respectivamente, lo que indica que son superiores a 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H_0), de esta forma se confirma que los datos siguen una distribución normal. Quiere decir, se acepta la hipótesis nula y por ello es de distribución normal.

b) Homogenización de varianzas del Límite Líquido (LL):

H_0 = Hay varianzas iguales

H_a = No hay varianzas iguales

Según la regla de decisión, p-valor menor igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula caso contrario no se rechaza la H_0 .

Tabla 50.*Prueba de homogeneidad de varianzas del límite líquido (LL)*

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	,066	4	10	,991
	Se basa en la mediana	,054	4	10	,994
LÍMITE LÍQUIDO	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,054	4	9,654	,994
	Se basa en la media recortada	,065	4	10	,991

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 50 gracias a la aplicación del estadístico Levene se obtuvo un p - valor de 0.991, lo que indica que es superior a 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (Ho), de esta forma se confirma que los datos tienen varianzas iguales.

El análisis estadístico tiende a ser paramétrico, puesto que la distribución es normal y se confirma que los datos tienen varianzas iguales. Cumpliendo los requisitos para ser paramétrico, y siendo la variable del tipo homogeneidad de muestras independientes, se aplica el análisis estadístico de Anova para la validación de la hipótesis.

c) Anova del Límite Líquido (LL):**Tabla 51.***Prueba de análisis estadístico mediante Anova para el límite líquido (LL)*

Anova					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	327,289	4	81,822	81,932	,000
Dentro de grupos	9,987	10	,999		
Total	337,276	14			

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 51 se obtuvo un p - valor de 0.000 menor que 0.05 lo que indica que existe diferencias significativas en los grupos evaluados, por tal motivo se realiza las pruebas post hoc con el estadístico de tukey.

Tabla 52.

Comparaciones múltiples mediante las pruebas post hoc con el estadístico de tukey del límite líquido (LL)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: LÍMITE LÍQUIDO						
HSD Tukey						
(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
CONTROL	2% Cemento	7,10000*	,81595	,000	4,4146	9,7854
	4% Cemento	11,03333*	,81595	,000	8,3480	13,7187
	6% Cemento	11,83333*	,81595	,000	9,1480	14,5187
	8% Cemento	12,66667*	,81595	,000	9,9813	15,3520
2% Cemento	CONTROL	-7,10000*	,81595	,000	-9,7854	-4,4146
	4% Cemento	3,93333*	,81595	,005	1,2480	6,6187
	6% Cemento	4,73333*	,81595	,001	2,0480	7,4187
	8% Cemento	5,56667*	,81595	,000	2,8813	8,2520
4% Cemento	CONTROL	-11,03333*	,81595	,000	-13,7187	-8,3480
	2% Cemento	-3,93333*	,81595	,005	-6,6187	-1,2480
	6% Cemento	,80000	,81595	,858	-1,8854	3,4854
	8% Cemento	1,63333	,81595	,331	-1,0520	4,3187
6% Cemento	CONTROL	-11,83333*	,81595	,000	-14,5187	-9,1480
	2% Cemento	-4,73333*	,81595	,001	-7,4187	-2,0480
	4% Cemento	-,80000	,81595	,858	-3,4854	1,8854
	8% Cemento	,83333	,81595	,840	-1,8520	3,5187
8% Cemento	CONTROL	-12,66667*	,81595	,000	-15,3520	-9,9813
	2% Cemento	-5,56667*	,81595	,000	-8,2520	-2,8813
	4% Cemento	-1,63333	,81595	,331	-4,3187	1,0520
	6% Cemento	-,83333	,81595	,840	-3,5187	1,8520

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Tabla 53.*Análisis de Subconjuntos homogéneos del límite líquido (LL)*

Límite Líquido				
HSD Tukey ^a				
Adición	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
8% Cemento	3	28,3000		
6% Cemento	3	29,1333		
4% Cemento	3	29,9333		
2% Cemento	3		33,8667	
Control	3			40,9667
Sig.		,331	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En base a la tabla 53 y a las pruebas post hoc se obtuvo que el 8%, 6%, 4% de cemento estadísticamente son iguales y son diferentes al 2% y al Control, y en definitiva son mejores las adiciones de 4%, 6%, 8%, por lo que recomienda el uso 6% de cemento considerando un criterio técnico y estadístico.

De esta manera se confirma que **existe** una influencia positiva en el límite líquido del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021. La adición de cemento al 6% respecto a la masa seca del suelo dispersivo disminuye significativamente el límite líquido, favoreciendo al suelo y mejorando su calidad.

a) Prueba de normalidad del Límite Plástico (LP):

Ho = Hay normalidad

Ha = No hay normalidad

Según la regla de decisión, si p-valor menor o igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, caso contrario no se rechaza la Ho.

Tabla 54.

Prueba de normalidad del Límite Plástico (LP)

Pruebas de normalidad				
	Adición	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
LÍMITE	Control	,916	3	,439
PLÁSTICO	2% Cemento	,923	3	,463
	4% Cemento	1,000	3	1,000
	6% Cemento	,936	3	,510
	8% Cemento	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 54 gracias a la aplicación del estadístico Shapiro - Wilk se obtuvo un p - valor de 0.439, 0.463, 1.000, 0.510, 1,000 para el control, 2%, 4%, 6% y 8% de Cemento respectivamente, lo que indica que son superiores a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H_0). De esta forma se confirma que los datos siguen una distribución normal. Quiere decir, se acepta la hipótesis nula y por ello es de distribución normal.

b) Homogenización de varianzas del Límite Plástico (LP):

Ho = Hay varianzas iguales

Ha = No hay varianzas iguales

Según la regla de decisión, p-valor menor igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula caso contrario no se rechaza la Ho.

Tabla 55.*Prueba de homogeneidad de varianzas del límite plástico (LP)*

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	4,310	4	10	,385
	Se basa en la mediana	1,158	4	10	,028
LÍMITE PLÁSTICO	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,058	4	3,051	,469
	Se basa en la media recortada	3,987	4	10	,035

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 55 gracias a la aplicación del estadístico Levene se obtuvo un p - valor de 0.385, lo que indica que es superior a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (Ho); de esta forma se confirma que los datos tienen varianzas iguales.

El análisis estadístico tiende a ser paramétrico, puesto que la distribución es normal y se confirma que los datos tienen varianzas iguales. Cumpliendo los requisitos para ser paramétrico, y siendo la variable del tipo homogeneidad de muestras independientes, se aplica el análisis estadístico de Anova para la validación de la hipótesis.

c) Anova del Límite Plástico (LP):**Tabla 56.***Prueba de análisis estadístico mediante Anova para el límite plástico (LP)*

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	219,621	4	54,905	667,621	,000
Dentro de grupos	,822	10	,082		
Total	220,443	14			

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 56 se obtuvo un p - valor de 0.000 menor que 0.05 lo que indica que existe diferencias significativas en los grupos evaluados, por tal motivo se realiza las pruebas post hoc con el estadístico de tukey.

Tabla 57.

Comparaciones múltiples mediante las pruebas post hoc con el estadístico de tukey del límite plástico (LP)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: LÍMITE PLÁSTICO						
HSD Tukey						
(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Límite inferior	Límite superior
CONTROL	2% Cemento	6,85333	,23415	,000	6,0827	7,6239
	4% Cemento	9,98667*	,23415	,000	9,2161	10,7573
	6% Cemento	9,95333*	,23415	,000	9,1827	10,7239
	8% Cemento	9,63667*	,23415	,000	8,8661	10,4073
2% Cemento	CONTROL	-6,85333*	,23415	,000	-7,6239	-6,0827
	4% Cemento	3,13333*	,23415	,000	2,3627	3,9039
	6% Cemento	3,10000*	,23415	,000	2,3294	3,8706
	8% Cemento	2,78333*	,23415	,000	2,0127	3,5539
4% Cemento	CONTROL	-9,98667*	,23415	,000	-10,7573	-9,2161
	2% Cemento	-3,13333*	,23415	,000	-3,9039	-2,3627
	6% Cemento	-0,03333	,23415	1,000	-,8039	,7373
	8% Cemento	-0,35000	,23415	,588	-1,1206	,4206
6% Cemento	CONTROL	-9,95333*	,23415	,000	-10,7239	-9,1827
	2% Cemento	-3,10000*	,23415	,000	-3,8706	-2,3294
	4% Cemento	,03333	,23415	1,000	-,7373	,8039
	8% Cemento	-,31667	,23415	,668	-1,0873	,4539
8% Cemento	CONTROL	-9,63667*	,23415	,000	-10,4073	-8,8661
	2% Cemento	-2,78333*	,23415	,000	-3,5539	-2,0127
	4% Cemento	,35000	,23415	,588	-,4206	1,1206
	6% Cemento	,31667	,23415	,668	-,4539	1,0873

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Tabla 58.

Análisis de Subconjuntos homogéneos del límite plástico (LP)

LÍMITE PLÁSTICO				
HSD Tukey ^a				
Adición	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
4% Cemento	3	24,7000		
6% Cemento	3	24,7333		
8% Cemento	3	25,0500		
2% Cemento	3		27,8333	
Control	3			34,6867
Sig.		,588	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En base a la tabla 58 y a las pruebas post hoc se obtuvo que el 8%, 6%, 4% de cemento estadísticamente son iguales y son diferentes al 2% y al Control, y en definitiva son mejores las adiciones de 4%, 6%, 8%. Por lo que recomienda el uso 6% de cemento considerando un criterio técnico y estadístico.

De esta manera se confirma que **existe** una influencia positiva en el límite plástico del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021. La adición de cemento al 6% respecto a la masa seca del suelo dispersivo disminuye significativamente el límite plástico, favoreciendo al suelo y mejorando su calidad.

- **Interpretación del análisis estadístico general:**

Se sabe que la diferencia del límite líquido y del límite plástico nos proporciona el Índice de Plasticidad (IP), el cual es de mucha importancia para poder medir las características plásticas.

El Índice de plasticidad se reduce a medida que se aumenta el contenido de cemento, lo cual favorece al comportamiento físico del suelo. Analizando

ambos análisis estadísticos, en donde rechazan la hipótesis nula y acepta la alterna, podemos decir que si **existe** una influencia positiva en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021, y estadísticamente se puede afirmar que los límites de consistencia disminuyen favorablemente con 4%, 6% y 8% de cemento, concluyendo de esta manera, que la dosificación ideal de que se adiciona al suelo dispersivo es 6% de cemento, para no salir del rango de aceptación de la hipótesis alterna.

4.2.1.3 Redacción de Hipótesis Específica 03

Hipótesis Específica 03: La adición de cemento influirá positivamente en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

Presentamos la hipótesis estadística, se plantean la hipótesis nulas y alternas, se muestran a continuación:

Ho: **No existe** una influencia positiva en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

H1: **Existe** una influencia positiva en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

a) Prueba de normalidad de la capacidad de soporte (CBR):

Ho = Hay normalidad

Ha = No hay normalidad

Según la regla de decisión, si p-valor menor o igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, caso contrario no se rechaza la Ho.

Tabla 59.

Prueba de normalidad de la capacidad de soporte (CBR)

Pruebas de normalidad				
Adición		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Capacidad de Soporte (CBR)	Control	,916	3	,439
	2% Cemento	,990	3	,806
	4% Cemento	,928	3	,483
	6% Cemento	,992	3	,826
	8% Cemento	,852	3	,246

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 59 gracias a la aplicación del estadístico Shapiro - Wilk se obtuvo un p - valor de 0.439, 0.806, 0.483, 0.826, 0.246 para el Control, 2%, 4%, 6% y 8% de Cemento respectivamente, lo que indica que son superiores a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H_0). De esta forma se confirma que los datos siguen una distribución normal. Quiere decir, se acepta la hipótesis nula y por ello es de distribución normal.

b) Homogenización de la capacidad de soporte (CBR):

Ho = Hay varianzas iguales

Ha = No hay varianzas iguales

Según la regla de decisión, p-valor menor igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula caso contrario no se rechaza la Ho.

Tabla 60.*Prueba de homogeneidad de varianzas de la capacidad de soporte (CBR)*

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Capacidad de Soporte (CBR)	Se basa en la media	3,346	4	10	,055
	Se basa en la mediana	1,304	4	10	,333
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,304	4	4,882	,384
	Se basa en la media	3,179	4	10	,063
	recortada				

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 60 gracias a la aplicación del estadístico Levene se obtuvo un p - valor de 0.055, lo que indica que es superior a 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (Ho); de esta forma se confirma que los datos tienen varianzas iguales.

El análisis estadístico tiende a ser paramétrico, puesto que la distribución es normal y se confirma que los datos tienen varianzas iguales, se aplica el análisis estadístico de Anova para la validación de la hipótesis.

c) Anova para la capacidad de soporte (CBR):**Tabla 61.***Prueba de análisis estadístico mediante Anova para la capacidad de soporte (CBR)*

Anova					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13432,591	4	3358,148	12,307	0,001
Dentro de grupos	2728,667	10	272,867		
Total	16161,257	14			

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 61 se obtuvo un p - valor de 0.001 menor que 0.05 lo que indica que existe diferencias significativas en los grupos evaluados, por tal motivo se realiza las pruebas post hoc con el estadístico de tukey.

Tabla 62.

Comparaciones múltiples mediante las pruebas post hoc con el estadístico de tukey de la capacidad de soporte (CBR)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR)						
HSD Tukey						
(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95% Límite inferior	Límite superior
CONTROL	2% Cemento	-13,63333	13,48744	,845	-58,0216	30,7549
	4% Cemento	-32,40000	13,48744	,192	-76,7883	11,9883
	6% Cemento	-69,10000*	13,48744	,003	-113,4883	-24,7117
	8% Cemento	-75,96667*	13,48744	,002	-120,3549	-31,5784
2% Cemento	CONTROL	13,63333	13,48744	,845	-30,7549	58,0216
	4% Cemento	-18,76667	13,48744	,646	-63,1549	25,6216
	6% Cemento	-55,46667*	13,48744	,014	-99,8549	-11,0784
	8% Cemento	-62,33333*	13,48744	,007	-106,7216	-17,9451
4% Cemento	CONTROL	32,40000	13,48744	,192	-11,9883	76,7883
	2% Cemento	18,76667	13,48744	,646	-25,6216	63,1549
	6% Cemento	-36,70000	13,48744	,120	-81,0883	7,6883
	8% Cemento	-43,56667	13,48744	,055	-87,9549	,8216
6% Cemento	CONTROL	69,10000*	13,48744	,003	24,7117	113,4883
	2% Cemento	55,46667*	13,48744	,014	11,0784	99,8549
	4% Cemento	36,70000	13,48744	,120	-7,6883	81,0883
	8% Cemento	-6,86667	13,48744	,985	-51,2549	37,5216
8% Cemento	CONTROL	75,96667*	13,48744	,002	31,5784	120,3549
	2% Cemento	62,33333*	13,48744	,007	17,9451	106,7216
	4% Cemento	43,56667	13,48744	,055	-,8216	87,9549
	6% Cemento	6,86667	13,48744	,985	-37,5216	51,2549

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Tabla 63.

Análisis de Subconjuntos homogéneos de la capacidad de soporte (CBR)

Capacidad de Soporte (CBR)			
HSD Tukey ^a			
Adición	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4% Cemento	3	3,3667	
6% Cemento	3	17,0000	
8% Cemento	3	35,7667	35,7667
2% Cemento	3		72,4667
Control	3		79,3333
Sig.		,192	,055

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En base a la tabla 63 y a las pruebas post hoc se obtuvo que el 4%, 6%, 8% de cemento estadísticamente son iguales y son diferentes al 2% y al Control, y en definitiva son mejores las adiciones de 4%, 6%, 8%. Por lo que recomienda el uso 6% de cemento considerando un criterio técnico y estadístico.

- **Interpretación del análisis estadístico general:**

De esta manera se confirma que **existe** una influencia positiva en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021, y estadísticamente se puede afirmar que la capacidad de soporte aumenta favorablemente con 4%, 6% y 8% de cemento. Concluyendo de esta manera, con indicar que la dosificación ideal que se adiciona al suelo dispersivo es 6% de cemento, favoreciendo al suelo y mejorando su calidad, y para no salir del rango de aceptación de la hipótesis alterna.

4.2.1.4 Redacción de Hipótesis Específica 04

Hipótesis Específica 04: La adición de cemento influirá positivamente en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

Presentamos la hipótesis estadística, se plantean la hipótesis nulas y alternas, se muestran a continuación:

Ho: **No existe** una influencia positiva en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

H1: **Existe** una influencia positiva en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021.

a) Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión uniaxial:

Ho = Hay normalidad

Ha = No hay normalidad

Según la regla de decisión, si p-valor menor o igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula, caso contrario no se rechaza la Ho.

Tabla 64.

Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC)

		Pruebas de normalidad		
		Shapiro-Wilk		
Adición		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la	Control	0,838	3	,208
Compresión	2% Cemento	0,847	3	,233
Uniaxial (CNC)	4% Cemento	1,000	3	,983
	6% Cemento	0,966	3	,648
	8% Cemento	0,943	3	,539

a. Corrección de significación de Lilliefors

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la Tabla 64 gracias a la aplicación del estadístico Shapiro - Wilk se obtuvo un p - valor de 0.208, 0.233, 0.983, 0.648 y 0.539 para el Control, 2%, 4%, 6% y 8% de Cemento respectivamente, lo que indica que son superiores a 0.05, por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (H_0). De esta forma se confirma que los datos siguen una distribución normal. Quiere decir, se acepta la hipótesis nula y por ello es de distribución normal.

b) Homogenización de varianzas de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC):

H_0 = Hay varianzas iguales

H_a = No hay varianzas iguales

Según la regla de decisión, p-valor menor igual a 0,05 se rechaza la hipótesis nula caso contrario no se rechaza la H_0 .

Tabla 65.

Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC)

Prueba de homogeneidad de varianzas					
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
	Se basa en la media	5,044	4	10	0,117
	Se basa en la mediana	1,542	4	10	0,263
Resistencia a la Compresión Uniaxial (CNC)	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,542	4	3,226	0,367
	Se basa en la media recortada	4,702	4	10	0,021

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la Tabla 65 gracias a la aplicación del estadístico Levene se obtuvo un p - valor de 0.117, lo que indica que es superior a 0.05. Por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula (Ho); de esta forma se confirma que los datos tienen varianzas iguales.

El análisis estadístico tiende a ser paramétrico, puesto que la distribución es normal y se confirma que los datos tienen varianzas iguales. Cumpliendo los requisitos para ser paramétrico, y siendo la variable del tipo homogeneidad de muestras independientes, se aplica el análisis estadístico de Anova para la validación de la hipótesis.

c) Anova de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC):

Tabla 66.

Prueba de análisis estadístico mediante Anova para la resistencia a la compresión uniaxial (CNC)

Anova					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1117098,639	4	279274,660	47,176	0,000
Dentro de grupos	59197,903	10	5919,790		
Total	1176296,542	14			

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En la tabla 66 se obtuvo un p - valor de 0.000 menor que 0.05 lo que indica que existe diferencias significativas en los grupos evaluados, por tal motivo se realiza las pruebas post hoc con el estadístico de tukey.

Tabla 67.

Comparaciones múltiples mediante las pruebas post hoc con el estadístico de tukey de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC)

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la Compresión Uniaxial (CNC)						
HSD Tukey						
(I) Adición	(J) Adición	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
CONTROL	2% Cemento	62,380000	62,821388	,853	-144,37035	269,13035
	4% Cemento	-136,946667	62,821388	,262	-343,69702	69,80368
	6% Cemento	-401,250000*	62,821388	,001	-608,00035	-194,49965
	8% Cemento	-672,713333*	62,821388	,000	-879,46368	-465,96298
2% Cemento	CONTROL	-62,380000	62,821388	,853	-269,13035	144,37035
	4% Cemento	-199,326667	62,821388	,060	-406,07702	7,42368
	6% Cemento	-463,630000*	62,821388	,000	-670,38035	-256,87965
	8% Cemento	-735,093333*	62,821388	,000	-941,84368	-528,34298
4% Cemento	CONTROL	136,946667	62,821388	,262	-69,80368	343,69702
	2% Cemento	199,326667	62,821388	,060	-7,42368	406,07702
	6% Cemento	-264,303333*	62,821388	,012	-471,05368	-57,55298
	8% Cemento	-535,766667*	62,821388	,000	-742,51702	-329,01632
6% Cemento	CONTROL	401,250000*	62,821388	,001	194,49965	608,00035
	2% Cemento	463,630000*	62,821388	,000	256,87965	670,38035
	4% Cemento	264,303333*	62,821388	,012	57,55298	471,05368
	8% Cemento	-271,463333*	62,821388	,010	-478,21368	-64,71298
8% Cemento	CONTROL	672,713333*	62,821388	,000	465,96298	879,46368
	2% Cemento	735,093333*	62,821388	,000	528,34298	941,84368
	4% Cemento	535,766667*	62,821388	,000	329,01632	742,51702
	6% Cemento	271,463333*	62,821388	,010	64,71298	478,21368

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Tabla 68.

Análisis de Subconjuntos homogéneos de la resistencia a la compresión uniaxial (CNC)

Resistencia a la Compresión Uniaxial (CNC)				
HSD Tukey ^a				
Adición	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
4% Cemento	3	38,11333		
6% Cemento	3	100,49333		
8% Cemento	3	237,44000		
2% Cemento	3		501,74333	
Control	3			773,20667
Sig.		,060	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante el software SPSS V. 25

Interpretación:

En base a la tabla 68 y a las pruebas post hoc se obtuvo que el 4%, 6%, 8% de cemento estadísticamente son iguales y son diferentes al 2% y al Control, y en definitiva son mejores las adiciones de 4%, 6%, 8%. Por lo que recomienda el uso 6% de cemento considerando un criterio técnico y estadístico.

- **Interpretación del análisis estadístico general:**

De esta manera se confirma que **existe** una influencia positiva en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021, y estadísticamente se puede afirmar que la resistencia a la compresión uniaxial aumenta favorablemente con 4%, 6% y 8% de cemento, concluyendo de esta manera, con indicar que la dosificación ideal que se adiciona al suelo dispersivo es 6% de cemento favoreciendo al suelo y mejorando su calidad, y para no salir del rango de aceptación de la hipótesis alterna.

Interpretación General: A partir de los resultados encontrados, y el análisis descriptivo y estadístico aceptamos la hipótesis alterna general, el cual establece que los efectos del uso de cemento influyen positivamente en la estabilización de los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, del distrito de Kelluyo en la provincia de Chucuito del departamento de Puno.

4.3 Discusión de Resultados

Se realiza la discusión de resultados para analizar la calidad de nuestros resultados de la forma más objetiva posible. Según Vara, A. (2012) (41 p. 367) una buena discusión de resultados debe contemplar el análisis de la validez interna de la investigación, de la validez externa, del nivel de integración de los resultados con el conocimiento previo y el alcance de la contrastación de hipótesis. En síntesis, debe de responder lo siguiente:

- Validez Interna

¿Por qué debemos confiar en los resultados presentados en tu tesis? ¿Qué limitaciones de tu investigación deben ser consideradas en futuros estudios? ¿Cómo han afectado esas limitaciones a tus resultados?

- Validez Externa o Generalización

¿Qué tanto podemos generalizar sus resultados a otros contextos, tiempos, productos o situaciones? ¿Se pueden aplicar tus resultados en otros campos? ¿Por qué?

- Integración

¿En qué se diferencian o asemejan tus resultados a los obtenidos por otros investigadores? ¿Por qué crees que ocurren esas semejanzas o diferencias? ¿Qué aporte nuevo al conocimiento han traído tus resultados?

- Contrastación

¿Se han contrastado las hipótesis? ¿Se han aceptado o rechazado, total o parcialmente? ¿Qué nuevas hipótesis o ideas de investigación han surgido de tu investigación?

Al responder cada pregunta, ya se tiene la discusión hecha. Pero siempre será necesario tomar en cuenta aspectos que no deberían de faltar en la discusión de resultados.

4.3.1 Validez interna

Los resultados de la presente investigación, fueron obtenidos a través de pruebas de laboratorio con procedimientos estandarizados y con normativas internacionales ASTM. Así mismo, para los cálculos, los datos fueron recogidos mediante instrumentos denominados fichas de recolección de datos que fueron revisados y validados por el juicio de 3 expertos en el área, los cuales recomendaron mejoras y optimizaciones para la obtención de resultados estándares.

Quedando también, un registro fotográfico como evidencia de todas las actividades realizadas dentro del laboratorio y en la etapa de muestreo. Las técnicas utilizadas permitieron realizar un análisis de fiabilidad correspondiente, certificando la validez de los resultados que se obtuvieron. Las limitaciones que se presentaron en el proceso de recolección de datos fueron la falta de equipos y químicos para implementar las pruebas en suelos dispersivos, pero estas no afectan a la investigación porque se aplicaron los instrumentos que si se tenían y fueron suficientes para lograr nuestros objetivos planteados.

4.3.2 Validez externa

Los resultados obtenidos corresponden en efecto, al estudio del área en mención, pudiendo generalizarse con la presencia de suelos dispersivos a nivel de la región de Puno, lo único que los diferenciaría es su ubicación geográfica, por lo que sería factible aplicar las técnicas e instrumentos utilizados en este proceso.

Por otro lado, no es certero afirmar que estos resultados pueden ser aplicados a todos los puntos donde se presentan los suelos dispersivos, quiere decir, que el comportamiento de estos es muy disperso, debido a que los suelos no tienen mismo comportamiento físico y mecánico, pudiendo variar significativamente con los resultados obtenidos en el suelo dispersivo estudiado, las dosificaciones de cemento para estabilizar otros suelos dispersivos variarán dependiendo del comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del suelo que se quiera tratar.

Lo que sí podría generalizarse es la metodología empleada en la investigación, ya que las técnicas y los instrumentos empleados cumplen con la función de recopilar o recolectar la información necesaria sobre la identificación y clasificación de los suelos dispersivos, las características de plasticidad del suelo, la capacidad de soporte y la resistencia a la compresión uniaxial, y poder definir y hacer medible la variación del suelo dispersivo y el suelo dispersivo estabilizado mediante un pretest y un postest con diferentes con diferentes contenidos de cemento.

4.3.3 Integración

La intención del objetivo general fue evaluar los efectos del uso de cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021. Los resultados obtenidos, demostraron que los efectos del uso de cemento influyen positivamente en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, reflejando que con la adición de 6% de cemento será suficiente para estabilizar tanto las propiedades físicas y mecánicas estudiadas debido a nuestros objetivos específicos, estos guardan relación, al ser comparados con lo encontrado por Vakili, A. et al. (2016) en su artículo de investigación titulado ““Treatment of Dispersive Clay Soil by ZELIAC”, quien concluye que con la adición de 8% de ZELIAC (se compone de carbón activado, piedra caliza, ceniza de cáscara de arroz y cemento portland) al suelo dispersivo, mejora la propiedades físicas, como son, la plasticidad, granulometría, y dispersividad, así como mejora las propiedades mecánicas, tal es el caso, de la compactación y la resistencia a la compresión uniaxial (CNC) considerando un periodo de curado de 28 días, aplicado en una muestra tomada de la provincia de Nibong Teval, del departamento de Penang, Malasia. Con estos resultados se afirma que los efectos del uso de cemento en los suelos dispersivos influyen de una manera favorable a las propiedades físicas y mecánicas del suelo, haciéndolo estable para que cualquier estructura que se construya sobre este no esté en riesgo de falla o colapso. Según Gonzales y et al. (2008) (2) “infiere que la estabilización de suelos dispersivos con cemento está estrechamente relacionada con el proceso de compactación de la mezcla suelo – aditivo, obteniéndose resultados satisfactorios cuando alcanzan grados de compactación superiores al 95% del peso específico se máximo alcanzado en laboratorio”.

La intención del **objetivo específico 01** fue determinar los efectos de la adición de cemento en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021. Los resultados obtenidos mediante los métodos de prueba de Pinhole y Crumb, que se muestran en la tabla 37 y tabla 39 donde se evidencia la mejora de las características dispersivas, se demostró que la adición de cemento influyó positivamente en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, reflejando que con la adición de 4%, 6% y 8% de cemento, las propiedades dispersivas cambian de denominación con respecto a la denominación del suelo sin tratamiento. La dosificación ideal de acuerdo al análisis de resultados y estadística se considera que, la adición de 6% de cemento será suficiente para estabilizar las características dispersivas. La muestra de suelo altamente dispersivo tenía una designación de D1 y con el tratamiento de 6% de cemento paso a una clase ND1 mediante la prueba de Pinhole, y de grado 4 a grado 1 mediante la prueba de Crumb, pasando de ser un suelo altamente dispersivo a no dispersivo, estos resultados guardan relación, al ser comparados con lo encontrado por Vakili, A. et al. (2016) en su artículo de investigación titulado “Treatment of Dispersive Clay Soil by ZELIAC”, quien concluye que el porcentaje de dispersión de la muestra estabilizada con ZELIAC al 8% de cemento después de 28 días de curado fue del 23% mediante una prueba de doble hidrometría, lo que refleja un cambio principalmente en la clasificación dispersiva a no dispersivo. Además, en base a la prueba de Pinhole, la muestra estabilizada con 8% de cemento de ZELIAC cambió su designación de D1 a ND2 después de 28 días y a clase ND1 después de 90 días. Con estos resultados se afirma que la clasificación del suelo altamente dispersivo inicialmente se volvió no dispersivo, siendo favorable porque se reducen los riesgos por erosión interna y tubificación. Según la ASTM D4221-18 (2018) algo que se requiere mencionar en la discusión es que, en ese artículo tomado como antecedente realizan la prueba de doble hidrometría, y es algo que se observa, porque una de las restricciones de este ensayo que se especifica en la normativa es que no es aplicable en suelos que son modificados con algún cementante.

La intención del **objetivo específico 02** fue determinar el efecto de la adición de cemento en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021. Los resultados obtenidos de los ensayos de límite líquido (LL), límites plásticos (LP) e índice de plasticidad (IP) se muestran en la tabla 40, en la tabla se evidencia la mejora de los límites de consistencia; el límite

líquido reduce significativamente a medida que se incrementa el contenido de cemento, así como el límite plástico y por consecuencia el índice de plasticidad. Con los resultados se demostró que la adición de cemento influyó positivamente en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, reflejando que con la adición de 4%, 6% y 8% de cemento los límites de consistencia se reducen significativamente. La dosificación ideal de acuerdo al análisis de resultados y estadística es la adición de 6% de cemento, se puede ver que antes del tratamiento el suelo tenía 41% de LL, 35% de LP y 6% de IP, y con el tratamiento pasa a tener 29% de LL, 25% de LP y 4% de IP, estos resultados guardan relación, al ser comparados con lo encontrado por Vakili, A. et al. (2016) en su artículo de investigación titulado “Treatment of Dispersive Clay Soil by ZELIAC”, quien concluye que los límites de consistencia de la muestra estabilizada con ZELIAC al 8% de cemento disminuye un 35%, el IP con 8% de ZELIAC es 16%, en comparación con el inicial que tenía 49% de IP. Debido al tratamiento químico, es un beneficio y deseable para el suelo dispersivo, esta reacción conduce a una mejora en la trabajabilidad debido a que el suelo se vuelve más friable. Las fuerzas de repulsión disminuyen, a su vez, las fuerzas de atracción se incrementan, el resultado será un aumento de la resistencia y la disminución del índice de plasticidad.

La intención del **objetivo específico 03** fue determinar el efecto de la adición de cemento en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021. Los resultados obtenidos del ensayo de capacidad de soporte (CBR) se muestran en la tabla 41 y en la tabla 42 también se muestran los resultados del ensayo de proctor modificado que nos muestra la máxima densidad seca (MDS) y el contenido óptimo de humedad (OCH). Con los resultados de la compactación se evidencia que a mayor contenido de cemento la MDS aumenta significativamente y el OCH disminuye proporcionalmente, la capacidad de soporte (CBR) al 95% y al 100% aumenta significativamente con la adición de cemento. Por consecuencia, se demostró que la adición de cemento influyó positivamente en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, reflejando que con la adición de 4%, 6% y 8% de cemento la capacidad de soporte aumenta, y la dosificación ideal de acuerdo al análisis de resultados y estadística es la adición de 6% de cemento, se puede ver que antes del tratamiento el suelo tenía una capacidad de soporte de 2.5% al 95% de la MDS, y con el tratamiento el suelo pasa a tener una capacidad de soporte de

45% al 95% de la MDS, estos resultados guardan relación, al ser comparados con lo encontrado por Mohanty, S. et al. (2019) en su artículo de investigación titulado artículo de investigación titulado: "Estimating the Strength of Stabilized Dispersive Soil with Cement Clinker and Fly Ash", quien concluye que para los suelos dispersivos se logró una MDS de 13.34 kN/m³ al 34.17% de OCH, donde se puede decir que a medida que se aumenta el contenido de clinker de cemento la MDS aumenta y el OCH disminuye. La capacidad de soporte (CBR) para este suelo se incrementa del 15% al 95% de la MDS en condiciones saturadas y si estas no son saturadas solo llega a 5% al 95% de la MDS. El suelo no llega a obtener un mejoramiento completo en la capacidad de soporte del suelo, puesto a que el suelo analizado tiene condiciones críticas al tratarse de un suelo donde se compone mayormente de bentonita sódica y requirió de la adición de ceniza volante para poder alcanzar una capacidad de soporte aceptable, el CBR alcanzado con 30% de cemento + 20% de ceniza volante es de 48% al 95% de la MDS. Y es ahí donde la estructura del suelo se estabiliza, haciendo segura la construcción de obras sobre este suelo.

La intención del **objetivo específico 04** fue determinar el efecto de la adición de cemento en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021. Los resultados obtenidos del ensayo de resistencia a la compresión uniaxial se muestran en la tabla 43, en la tabla se evidencia que la resistencia a la compresión uniaxial se incrementó, pese a que este tuvo un periodo de curado de 24 horas (sumergido en agua sin protección), se demostró que la adición de cemento influyó positivamente en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, reflejando que, con la adición de 4%, 6% y 8% de cemento la CNC se incrementa. La dosificación ideal de acuerdo al análisis de resultados y estadística es la adición de 6% de cemento, se puede ver que antes del tratamiento el suelo tenía 99.14 Kpa, y con el tratamiento pasa a tener una un CNC de 501.74 Kpa, estos resultados guardan relación, al ser comparados con lo encontrado por Vakili, A. et al. (2016) en su artículo de investigación titulado "Treatment of Dispersive Clay Soil by ZELIAC", quien concluye que el uso de ZELIAC al 8% en muestras de suelo después de un periodo de curado de 28 días ha provocado un aumento del 730% en la resistencia a la compresión uniaxial, es decir, de 124.3 Kpa a 910 Kpa, su mejora fue 3.12 veces mayor que la resistencia de la muestra sin tratar y sin sumergirlo al agua. Según el Manual EG-2013 del MTC, es necesario

verificar la resistencia a la compresión uniaxial en muestras tratadas con algún aditivo cementante, y este es el caso de la investigación.

4.3.4 Contraste

La hipótesis alterna fue aceptada mediante diferentes análisis estadísticos de los resultados obtenidos, en el caso de esta investigación se aplicó pruebas de Anova para el análisis estadístico paramétrico, y la U de Mann-Whitney para las no paramétricas.

En este análisis se trabajó con hipótesis estadísticas, donde se plantean hipótesis nulas y alternas, siendo la regla de decisión la obtención del p – valor para poder aceptar o rechazar la hipótesis nula, o aceptar o rechazar la hipótesis alterna. En este caso, el p – valor de todas las hipótesis específicas planteadas fueron menores a 0.05, por ende, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna, concluyendo que si existe influencia positiva en el uso de cemento para la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero – Kelluyo.

CONCLUSIONES

Los suelos dispersivos atraen problemas significativos en la construcción. Sin embargo, en este estudio, las propiedades dispersivas de un suelo limoso con características altamente dispersivas tomadas de la Prog. 16+500 de carretera desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno fueron tratados con éxito utilizando como aditivo al CEMENTO portland Tipo I. La muestra de suelo inicialmente clasifica como altamente dispersivo (D1) según la prueba de Pinhole y altamente dispersivo (Grado 4) según la prueba de Crumb, y por lo tanto se consideró como material de base inferior. Sin embargo, debido a la reacción puzolánica del cemento y las partículas de la arcilla dispersiva, las propiedades dispersivas, los límites de consistencia, la capacidad de soporte (CBR) y la resistencia a la compresión uniaxial (CNC) se alteraron lo suficiente y el suelo se convirtió en un material aceptable y seguro para construir cualquier obra civil sobre este.

1. La adición con cemento al 6% después de 7 días de curado influyó positivamente en la clasificación dispersiva de la muestra control de suelo dispersivo, teniendo una clasificación ND1 – No Dispersivo según el método de prueba Pinhole y de Grado 1 – No Dispersivo según el método de prueba de Crumb, esto refleja un cambio significativo en la clasificación altamente dispersiva a no dispersiva. Cabe mencionar que, la muestra de control inicialmente tenía una clasificación dispersiva de D1 – altamente dispersiva según el método de prueba de Pinhole y de Grado 4 – Altamente Dispersivo según el método de prueba de Crumb. La disminución en la dispersividad probablemente se debió al intercambio catiónico en la microestructura del suelo, la floculación y la reacción de aglomeración donde se alteró la microestructura del suelo defloculado a uno floculado.
2. La adición con cemento al 6% después de 7 días de curado influyó positivamente en los Límites de consistencia del suelo dispersivo, reflejando el cambio principal en la reducción significativa del límite líquido y del límite plástico, pasando a tener 29% de límite líquido, 25% de límite plástico y 4% de índice de plasticidad, favoreciendo al incremento de las fuerzas de atracción entre partículas y generando una relación armoniosa entre el límite líquido y el índice de plasticidad. Esto, respecto a los límites de consistencia para la muestra control, donde el límite líquido tuvo un resultado de 41%, un límite plástico de 35% y un índice de plasticidad de 6%, siendo estos desfavorables al no haber relación entre si con el LL y el IP.

3. La adición con cemento al 6% después de 7 días de curado y 96 horas de inmersión en el agua, influyó positivamente en la capacidad de soporte CBR del suelo dispersivo, llegando a tener un CBR de 45% al 95% de la MDS, de esta manera se puede decir que el CBR del suelo mejoró un 42.5% con respecto al CBR inicial de la muestra de control y se puede decir que, es aceptable y favorable para poder construir la estructura del pavimento sobre este suelo de manera segura. La capacidad de soporte (CBR) para la muestra Control, obtuvo un CBR de 2.5% al 95% de la MDS, siendo este un índice de CBR muy desfavorable al ser tan bajo, la tabla 2 categoriza a este suelo como subrasante inadecuada al ser menor al 3%, nuestra normativa nos indica que corresponde estabilizar el suelo.

4. La adición con cemento al 6% después de 7 días de curado (sumergido en agua), influyó positivamente en la compresión uniaxial del suelo dispersivo, teniendo una CNC de 501.74 kpa, de esta manera se puede decir que el suelo es aceptable y resistente bajo condiciones críticas, esto, respecto a la resistencia a la compresión uniaxial para la muestra control estudiada inicialmente, donde se obtuvo una CNC de 99.14 Kpa con un periodo de homogenización de 7 días en un recipiente hermético, siendo esta resistencia desfavorable al ser tan bajo, pues aún no fue expuesto al flujo de agua externa (no sumergido). Estos ensayos se realizaron, porque se está realizando un tipo de estabilización química (Suelo – Cemento) y la normativa exige que estos ensayos sean considerados. Se puede evidenciar con los resultados del suelo – cemento una mejora favorable para su resistencia cuando este fue sumergido en agua, esto debido a que el cemento libera el calor de hidratación y se produce la reacción química que ayuda a generar ganancia de resistencia, tan deseada en este tipo de suelos.

RECOMENDACIONES

1. Analizar las características de compactación por diferentes métodos para suelos cohesivos, en la presente investigación se evaluaron mediante el método de prueba de proctor modificado. Con este método determinamos la máxima densidad seca (MDS) y óptimo contenido de humedad (OCH), para la muestra estudiada inicialmente, se obtuvo una MDS de 13.84 kN/m³ al 25.10% de OCH, este resultado fue aplicado para la realización de las pruebas de Pinhole, Crumb, CBR y CNC de la muestra de suelo sin tratamiento y con tratamiento.
2. Se recomienda realizar la prueba de doble hidrometría, pero, con algún agente que no reaccione como cementante. En la presente investigación ya no se realizó en las muestras estabilizadas con cemento, pues la normativa indica que está restringido realizar pruebas de doble hidrometría en suelos modificados con algún cementante.
3. Evaluar la influencia del tiempo de curado en las propiedades físicas y mecánicas de los suelos dispersivos. Se recomienda trabajar con más muestras, para poder lecturarlo en diferentes días, podría ser, a los 7 días, 14 días, 21 días y 28 días. Según la bibliografía, el suelo mejora sus propiedades físicas y mecánicas a mayor tiempo de curado.
4. Evaluar el congelamiento y deshielo de un suelo dispersivo estabilizado con cemento. En la zona sur de la región de Puno, se tiene temporadas de heladas muy fuertes llegando muchas veces a gradientes térmicos menores a -15° C según el SENAMHI, entonces es muy importante evaluar su influencia.
5. Se recomienda estudiar nuevas líneas de investigación en el contexto de la microestructura, mineralogía de los suelos problemáticos como es el caso de los suelos o arcillas dispersivas.
6. Así mismo se recomienda evaluar la durabilidad de un suelo dispersivo estabilizado con cemento, ante la exposición de congelamientos y deshielos los cuales influyen en la expansión y contracción de un suelo, ante ello, este repercute en las propiedades mecánicas de un suelo, como la rigidez y los módulos elásticos.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. BEGUIN, R., PHILIPPE, P. y FAURE, Y. H. Pore-Scale Flow Measurements at the Interface between a Sandy Layer and a Model Porous Medium: Application to Statistical Modeling of Contact Erosion. *Journal of Hydraulic Engineering* [en línea]. Junio, 2013, 139(1), 1–11 [fecha de consulta: 25 de febrero de 2021]. ISSN: 0733-9429. Disponible en: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)HY.1943-7900.0000641](https://doi.org/10.1061/(ASCE)HY.1943-7900.0000641).
2. GONZÁLEZ, Y. y ARMAS, R. Identificación y Estabilización de Suelos Dispersivos: Estado del Arte [en línea]. En: *Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura* (14° : 2008 : Habana). Conferencia [Fecha de consulta: 4 febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/260737241>.
3. TREJO, A. Identificación de arcillas dispersivas en las llanuras costeras del golfo de México. Tesis (Maestro en Ingeniería). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2008, 171 pp. [Fecha de consulta: 3 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/RepositorioUnamMexico>.
4. CABRERA, J. E. y DELGADO, J. M. Identificación de "arcillas dispersivas" en los suelos de la presa Chojampe 2 del proyecto Pacalori. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cuenca: Universidad Nacional de Cuenca, 2015. 90 pp. [Fecha de consulta: 3 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/RepositorioUncEcuador>.
5. CLAROS, H. y SALINAS, L. M. Identificación de una zona compuesta de arcilla dispersiva en la ciudad de Cochabamba por medio de estudios geotécnicos, teledetección y sistemas de información. *Revista de ciencias y tecnología*. Octubre, 2006, revista de geotecnia (ed. especial), 192-201.
6. GARAY, H. y ALVA, J. E. Identificación y ensayos en suelos dispersivos [en línea]. En: *Congreso Nacional de Ingeniería Civil* (12° : 1999 : Huánuco). Conferencia [Fecha de consulta: 6 de enero de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/JorgeEAlvaHurtado>.

7. VAKILI, A. H., et al. Treatment of dispersive clay soil by ZELIAC. *Journal Geoderma* [en línea]. Octubre, 2017, 285(19), 270–279 [Fecha de consulta: 4 de abril de 2021]. ISSN: 0016-7061. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.10.009>.
8. MOHANTY, S., et al. Estimating the Strength of Stabilized Dispersive Soil with Cement Clinker and Fly Ash. *Journal Geotech Geol Eng* [en línea]. Enero, 2019, 37(4), 2915–2926 [fecha de consulta: 16 de enero 2021]. ISSN: 0960-3182. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10706-019-00808-1>.
9. MOHANTY, S., ROY, N. y SINGH, S. P. Influence of Cement Clinker and GGBS on the Strength of Dispersive Soil. *Concerns, Lecture Notes in Civil Engineering* [en línea]. 2021, 88(4), 47–59 [Fecha de consulta: 4 de enero de 2022]. ISBN: 9789811562365. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-981-15-6237-2_5.
10. GÓMEZ, J., et al. Estudio del comportamiento mecánico y económico de suelos dispersivos de la Región del Bajo Chaco-Paraguay, con adición de cal hidratada [en línea]. En: *Congreso Brasileño de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica* (19° : 2018 : Bahía). Conferencia [Consulta: 18 abril de 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/330440552>.
11. DURE, L., et al. Efecto de la temperatura de curado en suelos dispersivos estabilizados con cal y reforzados con fibra de polipropileno en términos de resistencia y durabilidad [en línea]. En: *Congreso Brasileño de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica* (19° : 2018 : Bahía - Brasil). Conferencia [Consulta: 18 abril de 2021]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/330440388>.
12. MARIN, K. J. y CIEZA, R. A. Comportamiento mecánico de los suelos dispersivos tropicales, estabilizados con cemento pórtland, en la zona urbana del Distrito de Pilluana, Provincia de Picota y Región de San Martín - 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Científica del Perú, 2021. 196 pp. [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1278>.

13. HERNÁNDEZ, J. L. y GÓMEZ, J. A. Estudio y caracterización de suelos dispersivos-implementación del ensayo para identificación y clasificación de suelos dispersivos por el método de pinhole. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bucaramanga: Universidad industrial de Santander, 2012. 74 pp. [Fecha de consulta: 16 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/UniversidadIndustrialdeSantander>.
14. KNODEL, P. C. Characteristics and Problems of dispersive clay soils. *Research and Laboratory Services Division Materials Engineering Branch* [en línea]. Octubre, 1991, 91(9), 1–24 [Fecha de consulta: 2 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/UniversidadMayordeSanMarcos>.
15. ABAD, C. V. Caracterización del grado de dispersión en arcillas de la zona sur-este de la cuenca sedimentaria de Loja, para determinar el potencial de generación de procesos de piping. Tesis (Título de Ingeniero en Geología y Minas). Loja: Universidad Técnica Particular de Loja, 2018. 168 pp. [Fecha de consulta: 1 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/handle/20.500.11962/22237>.
16. SUANCHA L. H. Diseño, construcción y puesta en marcha de un equipo para la determinación de la dispersividad de suelos arcillosos. Tesis (Título de Ingeniero en Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2014. 54 pp. [Fecha de consulta: 16 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/UniversidadCatolicadeColombia>.
17. VAKILI, A. H., et al. Internal erosional behaviour of dispersive clay stabilized with lignosulfonate and reinforced with polypropylene fiber. *Construction and Building Materials* [en línea]. Octubre, 2018, 193, 405–415 [Fecha de consulta: 2 de abril de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.213>.
18. ACUÑA, C. P. Estudio de arcillas dispersivas y sensitivas en la zona del canal San Antonio, Manabí. Tesis (Título de Ingeniero en Civil). Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas, 2015. 150 pp. [Fecha de consulta: 21 de febrero de 2021]. Disponible en: 2015. <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/10885>.

19. SHERARD, J. L., DUNNIGAN, L. P. y DECKER, R. S. Identification and nature of dispersive soils. *Journal of geotechnical engineering division* [en línea]. 1976, 102(4), 287–301 [Fecha de consulta: 1 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1061/AJGEB6.0000256>.
20. MTC. Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas generales para la construcción (EG-2013). R.D. N° 22-2013-MTC/14 [en línea]. Lima, 2013, 1–605 pp. Disponible en: <https://bit.ly/MTCmanualEG2013>.
21. MTC. Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos: sección de suelos y pavimentos. R.D. N°10-2014-MTC/14 [en línea]. Lima, 2014. 1-1285 pp. Disponible en: <https://bit.ly/MTCseccionSuelosyPavimentos>.
22. MTC. Evaluación de la aplicabilidad de estabilizadores de suelos. R.D. N° 007-2005-MTC/14 [en línea]. Lima, 2005, 1-10 pp. Disponible en: <https://bit.ly/MTCaplicabilidadEstabilizadores>.
23. VAKILI, A. H., et al. Contact erosional behaviour of foundation of pavement embankment constructed with nanosilica-treated dispersive soils. *Soils and Foundations* [en línea]. Marzo, 2020, 60(1), 167–178 [Fecha de consulta: 16 de abril de 2021]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2020.02.001>.
24. ASTM. Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort (56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)). ASTM D1557-12 (2021) [en línea]. EE.UU., 2021. 1-13 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D1557-12R21>.
25. IECA, ANCADE y ANTER. Manual de estabilización de suelos con cemento o cal [en línea]. Madrid, 2010. 1-217 pp. ISBN: 9788489702233. Disponible en: <https://bit.ly/IECAestabilizacionconCementoyCal>.
26. ASTM. Standard test method for particle-size distribution (gradation) of fine-grained soils using the sedimentation (hydrometer) analysis. ASTM D7928-21e1 [en línea]. EE.UU., 2021. 1-27 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D7928-21E01>.

27. ASTM. Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils. ASTM D4318-17e1 [en línea]. EE.UU., 2018. 1-20 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D4318-17E01>.
28. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, M. P. Metodología de la investigación. 6° ed. México: Iberoamericana, 2014. 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
29. BORJA, M. Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, 2012. 38 pp.
30. ASTM. Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass. ASTM D2216-19 [en línea]. EE.UU., 2019. 1-7 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D2216-19>.
31. ASTM. Standard test methods for particle-size distribution (gradation) of soils using sieve analysis. ASTM D6913/D6913M-17 [en línea]. EE.UU., 2019. 1-34 pp. Disponible en: https://doi.org/10.1520/D6913_D6913M-17.
32. ASTM. Standard practice for classification of soils for engineering purposes (unified soil classification system). ASTM D2487-17e1 [en línea]. EE.UU., 2020. 1-10 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D2487-17E01>.
33. ASTM. Standard practice for classification of soils and soil-aggregate mixtures for highway construction purposes. ASTM D3282-15 [en línea]. EE.UU., 2016. 1-6 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D3282-15>.
34. ASTM. Standard test method for california bearing ratio (CBR) of laboratory-compacted soils. ASTM D1883-21 [en línea]. EE.UU., 2021. 1-16 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D1883-21>.
35. ASTM. Standard test methods for pore water extraction and determination of the soluble salt content of soils by refractometer. ASTM D4542-15 [en línea]. EE.UU., 2015. 1-6 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D4542-22>.

36. ASTM. Standard Test methods for determining dispersive characteristics of clayey soils by the crumb test. ASTM D6572-21 [en línea]. EE.UU., 2021. 1-8 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D6572-21>.
37. ASTM. Standard test method for dispersive characteristics of clay soil by double hydrometer. ASTM D4221-18 [en línea]. EE.UU., 2018. 1-5 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D4221-18>.
38. ASTM. Standard Test Methods for Identification and Classification of Dispersive Clay Soils by the Pinhole Test. ASTM D4647/D4647M-13 (2020) [en línea]. EE.UU., 2020. 1-11 pp. Disponible en: https://doi.org/10.1520/D4647_D4647M-13R20.
39. ASTM. Standard test method for unconfined compressive strength of cohesive soil. ASTM D2166/D2166M-16 [en línea]. EE.UU., 2016. 1-7 pp. Disponible en: https://doi.org/10.1520/D2166_D2166M-16.
40. ASTM. Standard test methods for compressive strength of molded soil-cement cylinders. ASTM D1633-17 [en línea]. EE.UU., 2018. 1-4 pp. Disponible en: <https://doi.org/10.1520/D1633-17>.
41. VARA, A. A. 7 pasos para una tesis exitosa desde la idea inicial hasta la sustentación. 2° ed. Lima: Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Administrativas y Recursos Humanos, Universidad de San Martín de Porres, 2012. 451 pp.
42. GOBIERNO REGIONAL PUNO. Superficie degradada por procesos de erosión y/o tala indiscriminada (2009). Disponible en: <https://bit.ly/GRP-MapadeErosion>.

ANEXO A.
MAPA DE EROSIÓN DE LA REGIÓN DE PUNO

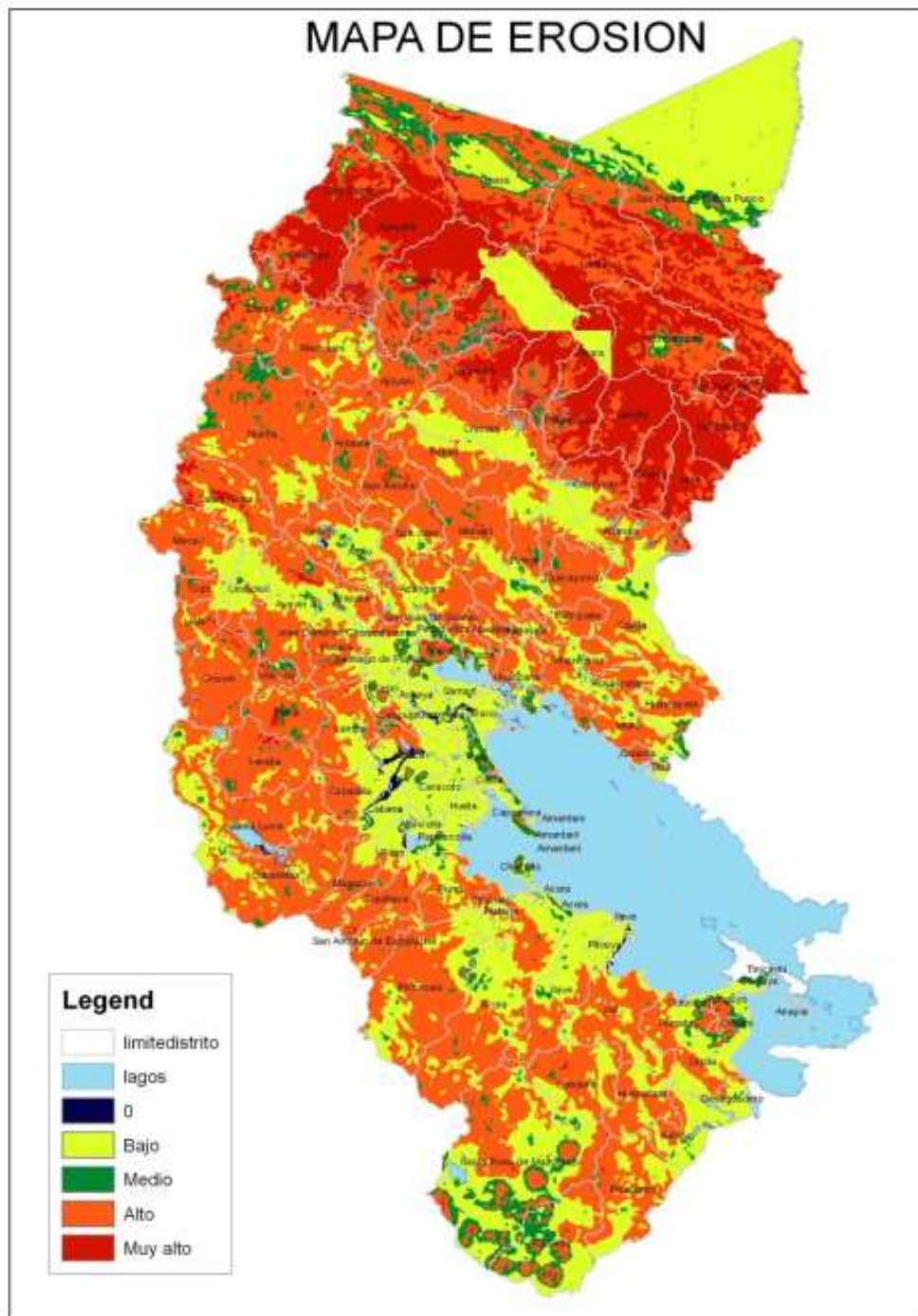


Figura 94. Superficie degradada por procesos de erosión y/o tala indiscriminada – Gobierno Regional de Puno. Tomada de “Superficie degradada por procesos de erosión y/o tala indiscriminada”, por Gobierno Regional Puno, 2009, p.2.

ANEXO B.
HOJA DE VIDA DEL JUICIO DE EXPERTOS

CURRÍCULUM VITAE

ALEX LUIS GOMEZ CALLA (Cip N° 209176)



RESUMEN

ALEX LUIS GOMEZ CALLA, INGENIERO CIVIL EGRESADO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ, DNI 70058198, CON DOMICILIO EN EL AV. SIMÓN BOLÍVAR N° 2740, BARRIO JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI DE LA CIUDAD DE PUNO. CON EXPERIENCIA EN EL AREA DE GEOTECNIA Y COMO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS, ASI COMO ASISTENCIA TECNICA DE OBRAS CIVILES, CON EXPERIENCIA EN LA ELABORACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN PUBLICA, CON ESTUDIOS DE DIPLOMADOS EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL CON LA FIRMA MORRISON INGENIEROS, CSI CARIBE Y CON CONOCIMIENTOS EN MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y ASFALTOS Y CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO EN OBRA, CONTROL DE CALIDAD EN VIAS Y CALIDAD DEL ASFALTO SIENDO ASITENTE POR DOS AÑOS EN EL LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ UANCV - JULIACA Y ENCARGADO DE LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS SEDE PUNO POR 01 AÑO EN LA SUB SEDE PUNO, CAPACITADO POR LA EMPRESA HWKESSEL EN VARIAS OPORTUNIDADES PARA EL MANEJO Y DESEMPEÑO DE EQUIPOS DE LABORATORIO, LABORATORIOS INPOLA COCHABAMBA, LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON - COCHABAMBA, CAPACITACIONES POR LA UNIVERSIDAD MAYOR Y REAL PONTIFICIA SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA-SUCRE.

GERENTE TECNICO EN G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. (LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES)

Miembro del ASTM Comité D18 - American Society of Testing Materials (ASTM)

Datos Personales

- NOMBRES Y APELLIDOS: Alex Luis Gómez Calla
- DIRECCIÓN ACTUAL: Av. Simón Bolívar N° 2740, Barrio José Carlos Mariátegui, Puno
- ESTADO CIVIL: SOLTERO
- DNI: 70058198
- RUC: 10700581981
- CELULAR: 979607981, 931583053, +591 75294759
- EMAIL: agomez.ing.civil@gmail.com
alex.gomez.c@uni.pe

Formación Académica

- ESTUDIOS PRIMARIOS | I.E.P 70045 CHANU - CHANU | Puno - Perú | 1995-2000
- ESTUDIOS SECUNDARIOS | Colegio Emblemático Gran Unidad Escolar "San Carlos" | Puno | 2001 - 2005
- ESTUDIOS SUPERIORES Y UNIVERSITARIOS | Ingeniería Civil | Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" | Puno - Perú | 2006-2011
Pertenece al Tercio Superior. Grado Académico de Bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil.

- ESTUDIOS POST GRADO | Maestría en Ingeniería Civil | Mención: Geotecnia y transportes | Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" | Juliaca - Perú | 2013-2014
Egresado. (04 semestres Académicos)
- ESTUDIOS POST GRADO | Doctorado en Ingeniería Civil | Mención: Ciencias de la ingeniería Civil Ambiental | Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" | Juliaca - Perú | 2014-2016
Egresado. (04 semestres Académicos)
- ESTUDIOS POST GRADO | Maestría en Ingeniería Geotécnica | Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca | Cochabamba - Bolivia | 2016-2018
En curso. (04 semestres Académicos – 19 cursos)
- ESTUDIOS POST GRADO | Maestría en Gestión de Riesgo y Desastres | Universidad Nacional de Ingeniería | Lima - Peru | 2019-2021
En curso. (04 semestres Académicos – 20 cursos)

Grados Y Títulos

- ↓ **Título:** INGENIERO CIVIL | UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ" | Puno - Perú
- ↓ **Grado:** BACHILLER EN INGENIERIA CIVIL | UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ" | Puno - Perú
- ↓ **Post Grado: EGRESADO** Maestría en Ingeniería Civil | Mención: Geotecnia y transportes | Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" | Juliaca - Perú | 2013-2014 Egresado. (04 semestres Académicos)
- ↓ **Post Grado: EGRESADO** Doctorado en Ingeniería Civil | Mención: Ciencias de la ingeniería Civil Ambiental | Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" | Juliaca - Perú | 2014-2016
- ↓ **Post Grado: EGRESADO** Maestría en Ingeniería Geotécnica | Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca | Cochabamba - Bolivia | 2016-2018
En curso. (04 semestres Académicos – 19 cursos).
- ↓ **Post Grado: ESTUDIOS EN CURSO** Maestría en Gestión de Riesgo y desastres | Universidad Nacional de Ingeniería UNI | Lima - Perú | 2019-2021 En curso.

Practicas Pre – Profesionales

- **ENTIDAD:** EDICON CONSTRUCTORES S.A.C.
CARGO: PRACTICANTE
DESEMPEÑO: EN DIBUJO Y METRADO DE ESTRUCTURAS, PREDIMENSIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS
LUGAR: PUNO
FECHA: 01 DE ENERO AL 30 DE JULIO DEL 2010
- **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ.
AREA: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS "UANCV"
CARGO: PRACTICANTE
DESEMPEÑO: ENSAYO DE CLASIFICACION DE SUELOS, GRANULOMETRIAS LIMITES DE ATTERBERG, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO, CAPACIDAD PORTANTE Y MUESTREO DE CANTERAS, CONTROL DE COMPACTACION,

CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO, EQUIVALENTE DE ARENA, DISEÑO DE ASFALTOS Y CONTROL DE CALIDAD DE ASFALTOS, Y OTROS ENSAYOS IN-SITU

LUGAR: PUNO

FECHA: 01 DE SETIEMBRE DEL 2011 AL 01 DE MARZO DEL 2012

Experiencia Profesional

> **ENTIDAD:** EDICON CONSTRUCTORES S.A.C.

CARGO: ASISTENTE TECNICO (AREA DE ESTRUCTURAS)

DESEMPEÑO: DIBUJO DE PLANOS ESTRUCTURALES, METRADO DE ESTRUCTURAS, PREDIMENSIONAMIENTO, ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS APOYO Y ELABORACION DE EXPEDIENTES

LUGAR: PUNO

FECHA: 12 DE AGOSTO DEL 2010 AL 30 DE AGOSTO DEL 2011

> **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ.

AREA: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS "UANCV"

CARGO: TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO

DESEMPEÑO: MANEJO DE EQUIPOS DE LABORATORIO, TRIAXIAL, CORTE DIRECTO, CONSOLIDACION, CBR, EQUIVALENTE DE ARENA, EDG, SPT, DPL, PDC, PRENSA HIDRAULICA Y ENSAYO DE CLASIFICACION DE SUELOS, GRANULOMETRIAS LIMITES DE ATTERBERG, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO, CAPACIDAD PORTANTE Y MUESTREO DE CANTERAS, CONTROL DE COMPACTACION, CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO, EQUIVALENTE DE ARENA, DISEÑO DE ASFALTOS Y CONTROL DE CALIDAD DE ASFALTOS, Y OTROS ENSAYOS IN-SITU

LUGAR: PUNO

FECHA: 10 DE MARZO DEL 2012 AL 30 DE NOVIEMBRE DEL 2012

> **ENTIDAD:** BYLL CONTRATISTAS GENERALES.

AREA: CONTROL DE CALIDAD

CARGO: ASISTENTE EN EL AREA DE CONTROL DE CALIDAD

DESEMPEÑO: SEGUIMIENTO DEL CONTROL DE CALIDAD EN OBRA, ELABORACION Y APOYO EN PROTOCOLOS DE TOPOGRAFIA, ELABORACION DE PLANOS AS-BUILT CONTROL DE CONCRETO AUTOCOMPACTADO. ENCOFRADOS DESLIZANTES DE SILO DE ALMACENAMIENTO DE CAL 4500 TN PROYECTO KATAWI - CESUR

LUGAR: PUNO

FECHA: 01 DE DICIEMBRE AL 28 DE MARZO DEL 2013

> **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ.

AREA: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS "UANCV"

CARGO: TÉCNICO ESPECIALISTA DE LABORATORIO

DESEMPEÑO: MANEJO DE EQUIPOS DE LABORATORIO, TRIAXIAL, CORTE DIRECTO, CONSOLIDACION, CBR, EQUIVALENTE DE ARENA, EDG, SPT, DPL, PDC,

PRESA HIDRAULICA Y ENSAYO DE CLASIFICACION DE SUELOS, GRANULOMETRIAS LIMITES DE ATTERBERG, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO, CAPACIDAD PORTANTE Y MUESTREO DE CANTERAS, CONTROL DE COMPACTACION, CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO, EQUIVALENTE DE ARENA, DISEÑO DE ASFALTOS Y CONTROL DE CALIDAD DE ASFALTOS, Y OTROS ENSAYOS IN-SITU

LUGAR: PUNO

FECHA: 30 DE MARZO DEL 2013 AL 30 DE AGOSTO DEL 2013

➤ **ENTIDAD:** GOBIERNO REGIONAL

AREA: ELABORACION DEL EXPEDIENTE TECNICO "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA RUTA (R-11)"

CARGO: ASISTENTE DE LABORATORIO

DESEMPEÑO: MANEJO DE EQUIPOS DE LABORATORIO, ENSAYO DE CLASIFICACION DE SUELOS, GRANULOMETRIAS LIMITES DE ATTERBERG Y MUESTREO DE CANTERAS Y OTROS ENSAYOS IN-SITU

LUGAR: ILAVE

FECHA: 01 DE SETIEMBRE DEL 2013 AL 30 DE DICIEMBRE DEL 2013

➤ **ENTIDAD:** INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA INEI

AREA: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA CIE 2013

CARGO: SUPERVISOR DE INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA (JEFE DE BRIGADA)

DESEMPEÑO: CONTROL DE CALIDAD Y EVALUACION DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA DESCRIPCION DEL TIPO DE SUELO Y LA CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

LUGAR: ILAVE

FECHA: 04 DE SETIEMBRE DEL 2013 AL 28 DE FEBRERO DEL 2014

➤ **ENTIDAD:** CONSORCIO MARIA AUXILIADORA

AREA: SUPERVISION (CONTROL DE CALIDAD)

CARGO: INGENIERO JUNIOR - CONTROL DE CALIDAD

DESEMPEÑO: CONTROL DE CALIDAD EN OBRA DE: GRANULOMETRIAS LIMITES DE ATTERBERG, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO, CAPACIDAD PORTANTE, CONTROL DE COMPACTACION, CONTROL DE CALIDAD DE CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA

LUGAR: PUNO

FECHA: 06 DE MARZO DEL 2014 AL 30 DE JULIO DEL 2014

➤ **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ

AREA: LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS SEDE PUNO

CARGO: ENCARGADO DE LABORATORIO

DESEMPEÑO: CONTROL DE CALIDAD EN OBRA DE: GRANULOMETRIAS LIMITES DE ATTERBERG, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO, CAPACIDAD PORTANTE, CONTROL DE COMPACTACION, CONTROL DE CALIDAD DE

CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA
EDUCATIVA

LUGAR: PUNO

FECHA: 01 DE SETIEMBRE DEL 2014 AL 31 DE JULIO DEL 2015

> **ENTIDAD:** GOBIERNO REGIONAL

AREA: EJECUCION DE LA OBRA "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. DESAGUADERO
- KELLUYO (EMP - PE 36) KELLUYO PIZACOMA PROVINCIA DE CHUCUITO"
TRAMO I DESAGUADERO KELLUYO

CARGO: ESPECIALISTA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DESEMPEÑO: CONTROL DE CALIDAD EN CAMPO, VERIFICACION DE MATERIALES PARA
LA CONFORMACION DEL TERRAPLEN, SUB RASANTE, SUB BASE Y BASE
DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO Y EL MANEJO DE EQUIPOS DE
LABORATORIO, Y OTROS ENSAYOS IN-SITU

LUGAR: DESAGUADERO - KELLUYO

FECHA: 15 DE MARZO DEL 2016 AL 30 DE ABRIL DEL 2017

> **ENTIDAD:** G&C DE LAS ROCAS CONSULTORES Y CONTRATISATAS GENERALES S.A.C.

AREA: ESTUDIOS Y PROYECTOS DE GEOTECNIA

CARGO: ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

DESEMPEÑO: CONTROL DE CALIDAD EN CAMPO Y MANEJO DE EQUIPOS DE
LABORATORIO, Y OTROS ENSAYOS IN-SITU

LUGAR: PUNO

FECHA: 01 MAYO DEL 2017 - A LA ACTUALIDAD

 **Docencia Universitaria.**

> **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

CARGO: DOCENTE (JEFE DE PRACTICA)

DESEMPEÑO: CURSOS DE LABORATORIO DE:

**TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
CONSTRUCCIÓN DE OBRAS VIALES**

LUGAR: UANCV - JULIACA

FECHA: 09 DE ABRIL DEL 2018 AL 30 DE JULIO DEL 2018

> **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

CARGO: DOCENTE (JEFE DE PRACTICA)

DESEMPEÑO: CURSOS DE LABORATORIO DE:

**TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
MECÁNICA DE SUELOS I**

LUGAR: UANCV - JULIACA

FECHA: 10 DE SETIEMBRE DEL 2018 AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2018

> **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

CARGO: DOCENTE (JEFE DE PRACTICA)

DESEMPEÑO: CURSOS DE LABORATORIO DE:

MECÁNICA DE SUELOS I

MECÁNICA DE SUELOS II

LUGAR: UANCV - PUNO

FECHA: 08 DE ABRIL DEL 2019 AL 31 DE JULIO DEL 2019

➤ **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

CARGO: DOCENTE (JEFE DE PRACTICA)

DESEMPEÑO: CURSOS DE LABORATORIO DE:

MECÁNICA DE SUELOS I

MECÁNICA DE SUELOS II

LUGAR: UANCV - PUNO

FECHA: 09 DE SETIEMBRE DEL 2019 AL 31 DE DICIEMBRE DEL 2019

Disertación de cursos

➤ **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ

CURSO: I CURSO TALLER DE MECANICA DE SUELOS

CARGO: PONENTE

TEMA: ENSAYOS TRIAXIALES

LUGAR: PUNO

FECHA: 15 DE MAYO DEL 2015 – 16 DE MAYO DEL 2015

➤ **ENTIDAD:** COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU.

CONSEJO DEPARTAMENTAL PUNO – CAPITULO DE GEOLOGOS

CURSO: II CONGRESO DE GEOTECNIA Y PAVIMENTOS

CARGO: PONENTE

TEMA: SUELOS PROBLEMATICOS (DISPERSIVOS)

LUGAR: PUNO

FECHA: 22 DE JUNIO DEL 2017 – 23 DE JUNIO DEL 2017

➤ **ENTIDAD:** UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

CURSO: I SEMINARIO DE INGENIERÍA CIVIL

CARGO: PONENTE

TEMA: ENFOQUE A LA GEOTECNIA VIAL

LUGAR: JULIACA

FECHA: 13 DE JULIO DEL 2018 – 14 DE JULIO DEL 2018

Referencias Personales

- Ing. Juan Pablo Quispe Cuenca. | Ingeniero civil encargado del área de estructuras EDICON SAC | ACTUALMENTE TRABAJANDO EN MINISTERIO DE EDUCACIÓN - LIMA | 951837172 | LIMA
- Arq. José Luis Quispe Cuenca. | jefe del área de Arquitectura EDICON SAC | ACTUALMENTE TRABAJANDO COMO RESIDENTE DE LA OFICINA DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN | #970002567 | PUNO
- Ing. Mary Luz Apaza Apaza | Encargada Administrativa del laboratorio de mecánica de suelos concreto y asfaltos | 950968986 | JULIACA.
- Ing. Hilario Medina Mamani | jefe del laboratorio de mecánica de suelos concreto y

asfaltos | 950968986 | JULIACA.

- Ing. Merly Chura Condori | Docente de laboratorio de mecánica de suelos y concreto facultad de Ingeniería Civil | 990119095 |JULIACA.
- Ing. Efrain Ccahuanihancco Arque | jefe del laboratorio de computo de la facultad de Ingeniería Civil | 951841526 | JULIACA.
- Ing. Oscar Vicente Viamonte Calla | Docente Nombrado y socio fundador de la universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez | 951624616 |JULIACA.
- Ing. Norma Guillen Alca | Ingeniero del Área de Calidad – ByLL contratistas generales S.R.L. Proyecto Katawi CESUR | 976862061 |JULIACA.
- Ing. Roger Gamonal Alarcón | Gerente de Obra – ByLL contratistas generales S.R.L. Proyecto Katawi CESUR | |JULIACA.
- José Luis Carpio | Administrador Obra – ByLL contratistas generales S.R.L. Proyecto Katawi CESUR | 976860659 |JULIACA.
- Armando Mamani Jilaja | Jefe de Proyecto ILAVE – CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA – GOBIERNO REGIONAL | 947020248 |PUNO.
- Armando Mamani Jilaja | Residente de obra "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. DESAGUADERO – KELLUYO (EMP – PE 36) KELLUYO PIZACOMA PROVINCIA DE CHUCUITO" GOBIERNO REGIONAL | 99563723 |PUNO.
- Alfredo Ponce | Coordinador departamental PUNO CIE - 2013 | 951627166 |PUNO.
- Ing. José Gómez Blanco | Gerente General – G&C DE LAS ROCAS CONSULTORES Y CONTRATISATAS GENERALES S.A.C. | 951042605 |PUNO.

Cursos de especialización profesional

Diplomas y cursos de Capacitación

- **CURSO:** "CURSO INTERNACIONAL DE DISEÑO DE CIMENTACIONES PROFUNDA"
CATEGORÍA: ASISTENTE
ORGANIZA: COLEGIO DE INGENIEROS CIVILES DE BOLIVIA
SOCIEDAD BOLIVIANA DE MECÁNICA DE SUELOS E INGENIERÍA GEOTÉCNICA
HORAS: 40 horas
LUGAR: SANTA CRUZ DE LA SIERRA
FECHA: 06 AL 09 DE FEBRERO DEL 2020
- **CURSO:** "CURSO TALLER DE ENSAYOS GEOTÉCNICOS Y GEOFÍSICOS"
CATEGORÍA: ASISTENTE
ORGANIZA: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
CENTRO PERUANO JAPONES DE INVESTIGACIONES SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES
HORAS: 33 horas
LUGAR: LIMA
FECHA: 25 AL 29 DE NOVIEMBRE DEL 2020
- **CURSO:** "CHARLA DE EXTENSIÓN: RETOS Y APLICACIONES DE LA NTE OS. 090 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES"

CATEGORÍA: ASISTENTE

ORGANIZA: SENCICO

SERVICIO NACIONAL DE CAPACITACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

HORAS: 02 horas

LUGAR: LIMA

FECHA: 15 DE OCTUBRE DEL 2019

- **CURSO:** "INSTALACIÓN Y CAPACITACIÓN DE LOS EQUIPOS DE LA MARCA GUNT DE ALEMANIA – LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRÁULICA CON CANAL HIDRODINÁMICO"

CATEGORÍA: ASISTENTE

ORGANIZA: GUNT HABURG – ALEMANIA (EDUTEC LABIMPORT)

HORAS: 60 horas

LUGAR: PUNO

FECHA: 02 AL 06 DE SETIEMBRE DEL 2019

- **CURSO:** "TALLER TEÓRICO PRACTICO – EVALUACIÓN DE PAVIMENTOS"

CATEGORÍA: ASISTENTE

ORGANIZA: NÉSTOR HUAMÁN & ASOCIADOS

CONSULTORES EN INGENIERÍA DE PAVIMENTOS, GEOTECNIA Y SERVICIOS GENERALES

HORAS: 10 horas

LUGAR: LIMA

FECHA: 08 DE JUNIO DEL 2019

- **CURSO:** ESTABILIDAD DE TALUDES – DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y SOFTWARE APLICADO

CATEGORIA: ASISTENTE

ORGANIZA: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

LUGAR: PUNO

FECHA: 27 AL 29 DE OCTUBRE DEL 2017

- **CURSO:** TALLER NACIONAL DE LABORATORIOS DE MECANICA DE SUELOS. ENSAYOS DE PENETRACION ESTANDAR SPT

CATEGORIA: ASISTENTE

ORGANIZA: **INPOLA** - UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER Y LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMON

LUGAR: COCHABAMBA - BOLIVIA

FECHA: 12 AL 14 DE OCTUBRE DEL 2017

- **CURSO:** FUNDAMENTOS Y EJECUCIÓN DE ENSAYOS TRIAXIALES

CATEGORIA: ASISTENTE

ORGANIZA: **INPOLA** - UNIVERSIDAD MAYOR REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER

LUGAR: COCHABAMBA - BOLIVIA

FECHA: 05 AL 07 DE MAYO DEL 2017

- **CURSO:** PROGRAMA INTERNACIONAL DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA GEOTÉCNICA
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CSI CARIBE Y CEIM – PERU
LUGAR: CUSCO
FECHA: 12 DE MARZO AL 10 DE JULIO DEL 2016

- **CURSO:** XVII CONGRESO NACIONAL DEL ASFALTO Y CONGRESO NACIONAL DE CONCRETO.
CATEGORIA: PARTICIPANTE
ORGANIZA: ASOCIACION PERUANA DE CARRETERAS
LUGAR: LIMA
FECHA: 10 AL 11 DE NOVIEMBRE DEL 2015

- **CURSO:** DISEÑO, CONTROL DE CALIDAD Y EXPERIENCIAS DE APLICACIÓN DE TECNOLOGIAS PARA EDIFICACION E INFRAESTRUCTURA VIAL
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: EPIVIAL – MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PUNO
LUGAR: PUNO
FECHA: 22 DE SETIEMBRE DEL 2015

- **CURSO:** CATEDRA DE CONCRETO DESCENTRALIZADO
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: ASOCEM
LUGAR: PUNO
FECHA: 21 DE SETIEMBRE DEL 2015

- **CURSO:** SEMINARIO DE TECNOLOGIA DE CONCRETOS ESPECIALES – CONCEPTOS, DISEÑO DE MEZCLAS, CONTROL DE CALIDAD Y DURABILIDAD.
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: ACI - PERU
LUGAR: LIMA
FECHA: 28 DE AGOSTO DEL 2015

- **CURSO:** COSTOS Y PRESUPUESTOS EN BASE AL SOFTWARE ACTUALIZADO DEL S10 ERP
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CEIM – PERU – SISTEMA S10 PERU
LUGAR: CUSCO
FECHA: 21 AL 23 DE AGOSTO DEL 2015

- **CURSO:** CONSTRUCCIÓN
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG)
LUGAR: JULIACA
FECHA: 03 AL 04 DE JULIO DEL 2015

- **CURSO:** CALIDAD E IDONEIDAD EN EL SERVICIO DE ADMINISTRACIÓN ACADÉMICA
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
LUGAR: PUNO
FECHA: 15 AL 19 DE JUNIO DEL 2015

- **CURSO:** 1 CURSO TALLER DE MECÁNICA DE SUELOS
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
LUGAR: JULIACA
FECHA: 15 AL 16 DE MAYO DEL 2015

- **CURSO:** GESTION DE LA SEGURIDAD Y SALUD (SST) EN CONSTRUCCIÓN
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG)
LUGAR: PUNO
FECHA: 14 AL 15 DE MARZO DEL 2015

- **CURSO:** PROGRAMA INTERNACIONAL DE ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERIA ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CEIM – PERU CSI - MORRISON INGENIEROS - UNIVERSIDAD NACIONAL ABAD DEL CUSCO
LUGAR: CUSCO
FECHA: 10 MAYO AL 25 DE OCTUBRE DEL 2014

- **CURSO:** CONSTRUCCION EN LA REGIÓN SUR II
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG)
LUGAR: JULIACA
FECHA: 20 AL 21 DE DICIEMBRE DEL 2013

- **CURSO:** CURSO INTERNACIONAL DE ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL BASADO EN ETABS 2013
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CEIM – PERU CSI- MORRISON INGENIEROS
LUGAR: CUSCO
FECHA: 05 AL 08 DE AGOSTO DEL 2013

- **CURSO:** CONFERENCIA DE GESTION Y ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA INVERSION PUBLICA
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CEIM - PERU
LUGAR: PUNO
FECHA: 22 DE MARZO DEL 2013

- **CURSO:** ABC DEL INGENIERO ASISTENTE EN EJECUCIÓN DE OBRAS
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
LUGAR: JULIACA
FECHA: 19 DE JULIO DEL 2013

- **CURSO:** EJECUCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS CON LA LEY DE CONTRATACIONES
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG)
LUGAR: PUNO
FECHA: 18 DE MAYO DEL 2013

- **CURSO:** CONSTRUCCION EN LA REGION SUR
CATEGORIA: COLABORADOR Y ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG)
LUGAR: JULIACA
FECHA: 21 AL 22 DE DICIEMBRE DEL 2012

- **CURSO:** CURSO INTERNACIONAL DE ANÁLISIS Y DISEÑO DE EDIFICIOS DE CONCRETO CON LOS PROGRAMAS ETABS Y SAFE
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: MORRISON INGENIEROS - CSI CARIBE - CSI BOLIVIA
LUGAR: LA PAZ - BOLIVIA
FECHA: 22 AL 26 DE OCTUBRE DEL 2012

- **CURSO:** CURSO TALLER DE CUADERNO DE OBRAS
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG)
LUGAR: JULIACA
FECHA: 06 AL 13 DE OCTUBRE DEL 2012

- **CURSO:** CURSO TALLER HEC-RAS
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: UANCV - JULIACA "MAXIMO VILLON BÉJAR"
LUGAR: JULIACA
FECHA: 08 SETIEMBRE DEL 2012

- **CURSO:** I CONGRESO INTERNACIONAL LATINOAMERICANO DE INGENIERIA CIVIL - 2012
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS PURAS UANCV
LUGAR: JULIACA
FECHA: 03 AL 07 DE SETIEMBRE DEL 2012

- **CURSO:** DURABILIDAD EN EDIFICACIONES

CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CEMENTO SUR S.A.
LUGAR: JULIACA
FECHA: 13 DE JULIO DEL 2012

➤ **CURSO:** V CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA ESTRUCTURAL, SISIMICA Y PUENTES

CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG)
LUGAR: LIMA
FECHA: 22 AL 23 DE JUNIO DEL 2012

➤ **CURSO:** TECNOLOGIA DE ASFALTOS PARA PAVIMENTACION Y GESTION DE CALIDAD EN LABORATORIOS

CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG) – CIP, CD CUSCO
LUGAR: CUSCO
FECHA: 14 DE JUNIO DEL 2012

➤ **CURSO:** CURSO TALLER DE MANEJO DE ESTACION TOTAL

CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG) – CECEI UANCV
LUGAR: JULIACA
FECHA: 26 AL 27 DE MAYO DEL 2012

➤ **CURSO:** I CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: SCIENTIFIC INTERNACIONAL ACADEMY - CODESEM
LUGAR: COCHABAMBA - BOLIVIA
FECHA: 25 AL 27 DE ABRIL DEL 2012

➤ **CURSO:** CRITERIOS DE DISEÑO E INSTALACION DE TUBOS PVC EN OBRAS DE SANEAMIENTO

CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: KOPLAST INDUSTRIAL S.A.C
LUGAR: JULIACA
FECHA: 17 DE NOVIEMBRE DEL 2011

➤ **CURSO:** V DIPLOMADO INTERNACIONAL DE ANALISIS DE PUENTES Y DISEÑO DE PUENTES BASADO EN **CSI BRIDGE**

CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CSI CARIBE, MORRISON INGENIEROS
LUGAR: LIMA
FECHA: NOVIEMBRE 2011

- **CURSO:** SUPERVISION DE SEGURIDAD INDUSTRIAL MINERA, MEDIO AMBIENTE Y DE LA CONSTRUCCION CIVIL
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: ESCUELA DE ALTA DIRECCION PROFESIONAL - UNSA AREQUIPA
LUGAR: AREQUIPA
FECHA: 04, 05, 06 DE NOVIEMBRE DEL 2011

- **CURSO:** ANALISIS Y DISEÑO DE PUENTES DE CONCRETO CONSIDERANDO NORMATIVA LRFD
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CIP C.P SAN ROMAN -UANCV JULIACA
LUGAR: JULIACA
FECHA: 02 DE JULIO DEL 2011

- **CURSO:** XII DIPLOMADO INTERNACIONAL EN INGENIERIA ESTRUCTURAL BASADO EN SAP 2000, ETABS & SAFE
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CSI CARIBE, MORRISON INGENIEROS, Quality, UANCV
LUGAR: JULIACA
FECHA: 29 DE NOVIEMBRE AL 05 DE DICIEMBRE DEL 2010

- **CURSO:** CURSO ESPECIALIZADO DE SUPERVICION DE OBRAS
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: INSTITUTO DE LA CONSTRUCCION Y GERENCIA (ICG)
LUGAR: PUNO
FECHA: 16 DE OCTUBRE DEL 2010

- **CURSO:** 1 ENCUENTRO DE INGENIERIA CIVIL - PUNO
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERIA CIVIL - UNA
LUGAR: PUNO
FECHA: 08 Y 09 DE JUNIA DEL 2010

- **CURSO:** VIII DIPLOMADO EN INGENIERIA ESTRUCTURAL. CSI CARIBE
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: CSI CARIBE, MORRISON INGENIEROS
LUGAR: LIMA
FECHA: ABRIL-MAYO-2010

- **CURSO:** SUPERVISION Y RESIDENCIA, SANEAMIENTO Y SEGURIDAD EN OBRAS CIVILES
CATEGORIA: ASISTENTE
ORGANIZA: UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
LUGAR: PUNO
FECHA: 10 AL 11 DE JULIO DEL 2009

- **CURSO:** MANTENIMIENTO DE REDES DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO APLICANDO LA TECNOLOGIA SIN ZANJA: PIPE BURSTING – RELINING – LIMPIEZA Y REVESTIMIENTO - INSPECCION TELEVISIVA
- CATEGORIA:** ASISTENTE
- ORGANIZA:** CONCYSSA
- LUGAR:** PUNO
- FECHA:** 15 DE JULIO DEL 2005

Cursos de Idiomas

- **CURSO:** INGLES BASICO
- CATEGORIA:** ALUMNO
- ORGANIZA:** INSTITUTO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
- LUGAR:** PUNO
- FECHA:** 23 DE AGOSTO AL 12 DE NOVIEMBRE DE 2012

Cursos de Informática

- "diseño de estructuras con sap 2000"
- "AutoCAD 2D y 3D"
- "S10 – Aplicado a Proyectos de Ingeniería"
- "Ms. Project – Aplicado a Proyectos de Ingeniería"
- "Civil 3D – Aplicado a Proyectos de Saneamiento"
- "Civil 3D – Aplicado a Proyectos de Carreteras y Obras Longitudinales"
- "ArchICAD15"
- "Modelación de Alcantarillado con SEWERCAD"
- "ArcGIS – Proyectos de Catastro"
- "Excel Avanzado – Aplicado a Proyectos de Ingeniería"

Aptitudes

- Disponibilidad inmediata
- Capacidad de trabajar en equipo bajo presión.
- Dinámico y proactivo
- Vocación de servicio
- Trato amable y cordial
- Seguridad en el trabajo.
- Disposición para trabajar en equipo.
- Responsabilidad y orden en el trabajo

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



ING. ALEX LUJÁN GÓMEZ CALLA
DIR. DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA Y ENGENIERO DE MATERIAS
C.P. 200070

INGENIERA CIVIL

MARY LUZ APAZA APAZA



I. INFORMACION GENERAL:

APELLIDOS : APAZA APAZA
NOMBRE : MARY LUZ
EDAD : 36
FECHA DE NACIMIENTO : 20 - 08 - 1981
ESTADO CIVIL : SOLTERA
D. N. I. : 41007089
C.I.P. Nº : 112172
NACIONALIDAD : PERUANA
DOMICILIO : JR. RICARDO PALMA Nº 713
CELULAR : 51-950678204
E-MAIL : maryluz_aa@hotmail.com

II. PERFIL PROFESIONAL

Profesional de ingeniería civil, se caracteriza por ser una persona responsable, respetuosa, ordenada y líder eficiente activa con buena actitud para el trabajo en equipo. Poseo buena fundamentación en el área de geotecnia, pavimentos y concreto actualmente es docente de área de ingeniería de suelos, tecnología de materiales , tecnología de materiales y pavimentos.

III. FORMACION ACADEMICA

• **EDUCACIÓN SUPERIOR:**

- UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ - "C.A.P. **INGENIERIA CIVIL**".
- Grado obtenido -Bachiller en ingeniería Civil.-2008
- UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ - "C.A.P. **INGENIERIA CIVIL**".
- Grado obtenido -Titulada en ingeniería Civil.-2009

Ing. Mary Luz Apaza Apaza
C.I.P. Nº 112172

Con trabajo de investigación tesis: GUIA METODOLÓGICA DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS -2009.

- **MAESTRÍA DE INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

- ESCUELA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ.
- CON ESTUDIOS -2012

- **DOCTORADO EN INGENIERÍA CIVIL MENCIÓN: GEOTECNIA Y TRANSPORTES**

- ESCUELA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ.
- CON ESTUDIOS - 2016.

IV. EXPERIENCIA LABORAL:

- **CONSORIO RIO CABANILLAS** en la obra "**CONSTRUCCION DEL CANAL DE IRRIGACION VILQUE MAÑASO IV ETAPA**"

- Del 20 DE JULIO del 2007 – hasta el 29 DE SETIEMBRE DEL 2007.
- **Cargo:** especialista de suelos
- **Funciones:** estudio geotécnico de canteras para obras de movimiento de Tierras, análisis de las características en laboratorio, diseño de pavimentos y control de calidad en obra.

- **LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ** Del 05 de agosto del 2008 – hasta el 31 DE DICIEMBRE DEL 2009.

- **Cargo:** Coordinador técnico especialista de laboratorio
- **Funciones:** supervisor del área de ensayos concreto, suelos y pavimentos, control de Qa/Qc de laboratorio.

- **REHABILITACION Y MANTENIMIENTO CARRETERA PHOQUERA GRANDE - PHOQUERA CHICO** del 07 de enero del 2010 – hasta el 10 de marzo del 2010
- **Cargo:** Especialista de geotecnia
- **Funciones:** encargada del área de ensayos de concreto, suelos y pavimentos, control de dirección y ejecución de obra.

V. EXPERIENCIA COMO ESPECIALISTA

- **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ** Del 15 de ABRIL del 2010 – hasta el 31 DE DICIEMBRE DEL 2010.
- **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ** Del 28 de MARZO DEL 2011 – hasta el 31 DE DICIEMBRE DEL 2011.
- **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ** Del 21 de MARZO DEL 2012 – hasta el 31 DE DICIEMBRE DEL 2012.
- **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ** Del 20 de MARZO DEL 2013 – hasta el 31 DE DICIEMBRE DEL 2013.
- **LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ** Del 13 de ENERO DEL 2014 – hasta el 31 DE JULIO DEL 2014.

VI. EXPERIENCIA EDUCATIVA

- **UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ DE CAP. INGENIERIA CIVIL**, del 01 DE SETIEMBRE HASTA EL 31 DE DICIEMBRE SEMESTRE 2014 – II.
- **Cargo:** Docente de la facultad ingeniería civil.
- **Funciones:** impartir conocimiento teórico y practico de acuerdo a los lineamientos de curriculares de la universidad.

Ing. Mary Luz Apaza Apaza
C.I.P. N° 112172

- **UNIVERSIDAD PERUANA UNION DE EPIC.ESCUELA DE PROFESSIONAL DE INGENIERIA CIVIL**, del 08 DE MARZO 2016 HASTA 31 DE DICIEMBRE SEMESTRE 2017 - II.
- **Cargo:** Docente de la facultad ingeniería civil.
- **Funciones:** impartir conocimiento teórico y practico de acuerdo a los lineamientos de curriculares de la universidad.

VII. CERTIFICADO DE RECONOCIMIENTO.

- Certificado de reconocimiento de participación en el equipo de Vóley de la **CARRERA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ**, realizado del 25 de abril al 30 de mayo del 2009.
- Resolución DECANAL N° 081 -2013-D FICP-UANCV, realizado el 13 de junio del 2013.

VIII. IDIOMAS.

INGLES BASICO - UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACEREZ VELASQUEZ-208

IX. DIPLOMADOS OBTENIDOS:

- **UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ "I DIPLOMADO INTERNACIONAL INGENIERIA ESTRUCTURAL"** realizado del 14 al 17 de agosto del 2011 con una duración de 48 horas académicas.
- **UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACION ENRIQUE GUZMAN y VALLE, DIPLOMADO DE ACTUALIZACION PROFESIONAL "DOCENCIA UNIVERSITARIA" 01 DE AGOSTO DEL 2014.**

X. CERTIFICADOS DE ESPECIALIZACION:

- Certificado de practicas PRE -PROFESIONALES en el laboratorio de Mecánica de suelos, concreto y asfalto de la **UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ.**
- Certificado de la **UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ - INSTITUTO DE INFORMATICA "CURSO DE S-10 COSTOS Y PRESUPUESTOS".**
- Certificado de la **UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ - INSTITUTO DE INFORMATICA "CURSO DE SAP-2000".**

Ing. Mary Luz Apaza Apaza
C.I.P. N° 112172

- Certificado de la **UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ – INSTITUTO DE INFORMATICA "CURSO DE MS. PROJECT"**.
- Certificado del **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU COMITÉ PROVINCIAL DE SAN ROMAN JULIACA "ANÁLISIS Y DISEÑO DE RESERVORIOS SUPERFICIALES, CIRCULARES Y RECTANGULARES"** como **PARTICIPANTE**, realizado del 22 al 24 de septiembre 2006 con una duración de 25 horas académica.
- Certificado de EWC CONSULTORES Y EL COLEGIO DE INGENIEROS DEL COMITÉ PROVINCIAL DE SAN ROMAN "DEFLECTOMETRIA CON VIGA BENKELMAN" realizado los días 12,13 y 14 de agosto del 2011, con una duración de 40 horas académicas.
- Certificado de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA "SUPERVISION DE SEGURIDAD INDUSTRIAL MINERA, MEDIO AMBIENTE Y DE LA CONSTRUCCION CIVIL"**, realizado los días 04, 05, 06 de noviembre del año 2011 con una duración de 80 horas académicas.
- Certificado de la **UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SIHALOA COCHABAMBA BOLIVIA "1er CONGRESO INTERNACIONAL INGENIERIA CIVIL"** realizado del 25 al 27 de abril del 2012 con una duración de 72 horas académicas.
- Certificado de la **ICG "MANEJO DE ESTACION TOTAL"** realizado el 26 y 27 de mayo del 2012 con una duración de 15 horas académicas.
- Certificado de la **UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ "I CONGRESO INTERNACIONAL LATINOAMERICANO DE INGENIERIA CIVIL 2012"** realizado del 03 al 07 de septiembre del 2012 con una duración de 240 horas académicas.
- Certificado de la **ICG "CUADERNO DE OBRAS"** realizado del 06 al 13 de octubre del 2012 con una duración de 16 horas académicas.
- Certificado de la **UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ del I CURSO TALLER CALIDAD DE SERVICIO Y TRATO AL CLIENTE**, realizado el 25 de agosto del 2011.
- Certificado de auxiliar de topografía realizado del 25 de enero del 2012 al 06 de marzo del 2012.
- Certificado de **RECTORADO OFICINA DE AUTOVALUACION Y ACREDITACION UNIVERSITARIA**, realizado el 14 de junio del 2012.
- Certificado de participación de conferencia **DURABILIDAD EN EDIFICACIONES**, realizado el 10 de agosto del 2012.
- Certificado de la **ICG "CONSTRUCCION EN LA REGION SUR"** realizado del 21 y 22 de diciembre del 2012 con una duración de 16 horas académicas.
- Certificado de **ESCUELA DE POST GRADO "SEMINARIO DE REDACCION CIENTIFICA Y ADMINISTRATIVA BAJO LOS ESTANDARES DE**

ACREDITACION UNIVERSITARIA realizado en el mes de febrero del 2013, equivalente a 200 horas académicas.

- Certificado de **CEIM PERU COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU, "I CONFERENCIA DE GESTION Y ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION EN LA INVERSION PUBLICA"**, realizado el 22 de marzo del 2013.
- Certificado de **Ponente de "LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO" CURSO TALLER MECANICA DE SUELOS.** Realizado del 16 de mayo al 18 de mayo del 2015.

XI. CONOCIMIENTOS.

- **MANEJO DE AUTOCAD, S10 COSTOS Y PRESUPUESTOS**
- **MANEJO DEL SISTEMA MICROSOFT OFFICE**
- **CONOCIMIENTO DE MS PROJECT**

XII. REFERENCIAS.

- Ing. MSc, Freddy Richard Apaza A.
- **Cargo:** ingeniero especialista de suelos y pavimentos
- **Email:** apazafred@gmail.com
- **Teléfono:**956293521

- Ing. Mary jane jaño J.
- **Cargo:** ingeniero civil
- **Email:** mary-jano.5@gmail.com
- **Teléfono:**996232303



ING. MARY LUZ APAZA APAZA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 110192

CURRICULUM VITAE



I. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres : Mamani Jilaja, Armando
Lugar de nacimiento : Pílcuyo.
Fecha de nacimiento : 01 - 12 - 1972
Estado Civil : Soltero.
DNI : 01318179
Profesión : **Ingeniero Civil.**
Licencia de Conducir : Clase A, Categoría IIIa.
Idioma : Aymará y Castellano.
Domicilio : Pasaje Ejército N° 126 Puno.
Teléfono : 995637823
Email : jilaja179@gmail.com

II. ESTUDIOS REALIZADOS

Primaria : I.E. Particular de Aricollo - Pílcuyo - El Collao.
Secundaria : I. E. S. GUE San Carlos de PUNO
Superior : UNA - PUNO
: UANCV - PUNO
: POST GRADO - UANCV

III. TITULO, GRADOS OBTENIDOS

TITULO PROFESIONAL DE : **INGENIERO CIVIL.**
GRADO ACADEMICO : BACHILLER en INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA DE POST GRADO : **MAÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL**
MENCIÓN : **GEOTECNIA Y TRANSPORTES.**

IV. EXPERIENCIA PROFESIONAL

Institución : GOBIERNO REGIONAL DE PUNO.
Cargo : Supervisor de Obra.
Obra : MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL DEL CIRCUITO TURISTICO LA60
SAGRADO DE LOS INCAS, DISTRITO DE CAPACHICA, CHUCUITO, PLATERIA, ACORA,
ILAVE TRAMO III: JAYU JAYU - CALACOTA. Cód. N° 2131389.
Periodo : Junio del 2018 - Diciembre del 2018.

Institución : GOBIERNO REGIONAL DE PUNO.
Cargo : Residente de Obra.
Obra : MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA DV. DESAGUADERO, KELLUYO, PISACOMA,
PROVINCIA DE CHUCUITO - PUNO, TRAMO I DV DESAGUADERO - KELLUYO.
Periodo : Abril del 2016 - Junio del 2017.

Institución : GOBIERNO REGIONAL DE PUNO.
Cargo : Supervisor de Obra
Obra : Construcción y Mejoramiento de la Carretera Desvío Vilquechico - Cojata - Sina -
Yanahuaya, Tramo III Sub Tramo 003 (Purumpata - Yanahuaya Km 15+840 al
31+200, Puno - Sandia -Yanahuaya.
Periodo : Junio 2015 - Octubre del 2015.

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SANTA LUCÍA.
 Cargo : Jefe de Proyecto
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE PISTAS Y VEREDAS EN LOS JIRONES FRANCISCO BOLOGNESI, FEDERICO SHARPE, F. POLLAND, ANDRES AVELINO CACERES DEL BARRIO 8 DE OCTUBRE DE LA LOCALIDAD DE SANTA LUCÍA, DISTRITO DE SANTA LUCÍA - LAMPA - PUNO"
 Fecha : Julio del 2014.

Institución : GOBIERNO REGIONAL DE PUNO.
 Cargo : JEFE DE PROYECTO
 Proyecto : "MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CALACOTA - SANTA ROSA DE HUAYLLATA (RUTA R-11) DISTRITO DE ILAVE PROVINCIA DE EL COLLAO - PUNO".
 Fecha : Mayo del 2013.

Institución : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PILCUYO.
 Cargo : Asistente Técnico.
 Obra : "CONSTRUCCIÓN DE LETRINAS ECOLÓGICAS DE DOBLE CÁMARA EN EL ÁMBITO RURAL DEL DISTRITO DE PILCUYO".
 Periodo : Enero - Noviembre del 2012.

Institución : DIRECCIÓN REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN - PUNO.
 Cargo : Diagnóstico Situacional de las MYPEs Industriales de la Región Puno.
 Periodo : Enero - Diciembre del 2008.

Institución : EPS. SEDA JULIACA S.A.
 Cargo : Inspector.
 Función : Monitoreo en las lagunas de oxidación
 Periodo : Mayo - Junio del 2006.

Institución : Centro de Investigación educación y desarrollo CIED - PUNO.
 Cargo : Asistente de Fortalecimiento municipal.
 Función : Diseño y supervisión en la fabricación de equipos para RR. SS. Reciclables. Organización de subsistemas para el manejo.
 Periodo : Mayo - Octubre del 2004.

Institución : Municipalidad Provincial de El Collao Ilave.
 Cargo : Técnico de Laboratorio
 Función : Control de Calidad en Obra
 Periodo : Octubre - Diciembre del 2001 y Enero 2002.

RESOLUCIONES DE FELICITACIÓN:

- ✓ RESOLUCIÓN N° 240-2007-CIP/CDP, DEL COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU CIP PUNO DEL 30 DE NOVIEMBRE DEL 2007.

CERTIFICADOS

- CERTIFICADO DE *SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL EN EL TRABAJO, frente al COVID-19*, CIP PUNO, Junio del 2020.
- CERTIFICADO DE *Diseño de planes de vigilancia, prevención y control Covid-19 para construcción*, CIP PUNO, Junio del 2020.
- I SEMINARIO DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, UNAJ - Julio del 2019.
- SUPERVISIÓN DE OBRAS PÚBLICAS, IC6 - Abril del 2018
- INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, Curso especializado de VALORIZACIÓN Y LIQUIDACIÓN DE OBRA, Puno, Marzo del 2017.
- INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, Curso especializado de LEY DE CONTRATACIONES APLICADO A OBRAS PÚBLICAS Ley 30226 y Reglamento D.S. 360-2016-EF. Puno, Marzo del 2016.
- S.I. CONSULTORES PERU, Especialistas en Seguridad Integral, Curso: *Seguridad en Obras de Construcción*, Puno, Octubre del 2015.



MG. ING. ARMANDO MAMANI JILAJA
INGENIERO CIVIL
CIP N°99064

ANEXO C.
**FICHAS DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS, FORMATOS DE
VALIDACIÓN DE CRITERIO DE EXPERTOS Y FICHAS DE
RECOLECCIÓN DE DATOS**

EXPERTO 01

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Alex Luis GOMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM
Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ
EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión
respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el
proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 19 de abril del 2021



Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori
D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	19 de abril del 2021
Validador	Ing. Alex Luis GÓMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM
Cargo e institución donde labore	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la plasticidad del suelo
Autor(es) del instrumento	Bech. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$

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

 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
 INGENIERO VERIFICADOR Y ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 CIP: 686178

 NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Alex Luis GOMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE PINHOLE TEST

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 19 de abril del 2021



Tesisista: Bach. Í.C. Mary Carmen Yana Condori
D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	19 de abril del 2021
Validador	Ing. Alex Luis GOMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM
Cargo e institución donde labore	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE PINHOLE TEST
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar el Grado de Dispersividad mediante el equipo Pinhole
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D+R+B}{30} = 1.00$$

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


 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
MIEMBRO DE LA ASTM

NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Alex Luis GOMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CRUMB TEST

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 19 de abril del 2021



.....
Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori

D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	19 de abril del 2021
Validador	Ing. Alex Luis GÓMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM
Cargo e institución donde labora	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CRUMB TEST
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar el Grado de Dispersividad
Autor(es) del instrumento	Bech. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:


1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$

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


ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA

MIRAFLORES DE LA VILLA, LIMA, PERÚ
C.P. 200178

NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Alex Luis GOMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidlá Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 19 de abril del 2021



Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori
D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	19 de abril del 2021
Validador	Ing. Alex Luis GOMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM
Cargo e institución donde labora	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la capacidad de soporte del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL			4	24	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$

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



 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 CP- 208176
 NOMBRE DE VALEDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Alex Luis GOMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 19 de abril del 2021



Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori

D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	19 de abril del 2021
Validador	Ing. Alex Luis GOMEZ CALLA – MIEMBRO DE LA ASTM
Cargo e institución donde labora	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la resistencia a la compresión del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresen en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$

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


 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 OFICINA GENERAL DE REGISTRO Y FISCOS DE MIEMBROS
 EPM - 2021/04

NOMBRE DE VALIDADOR

EXPERTO 02

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Mary Luz APAZA APAZA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 22 de abril del 2021



Tesista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori

D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	22 de abril del 2021
Validador	Ing. Mary Luz APAZA APAZA
Cargo e institución donde labore	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la plasticidad del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$


 ING. MARY LUZ APAZA APAZA
 INGENIERO CIVIL
 G-14144433
 NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Mary Luz APAZA APAZA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE PINHOLE TEST

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 22 de abril del 2021



.....
Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori

D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	22 de abril del 2021
Validador	Ing. Mary Luz APAZA APAZA
Cargo e institución donde labora	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador GB&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE PINHOLE TEST
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar el Grado de Dispersividad mediante el equipo Pinhole
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D+R+B}{30} = 1.00$$



ING. MARY LUZ APAZA APAZA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 33222

NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Mary Luz APAZA APAZA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CRUMB TEST

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidlá Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 22 de abril del 2021



Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori

D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	22 de abril del 2021
Validador	Ing. Mary Luz APAZA APAZA
Cargo e institución donde labore	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CRUMB TEST
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar el Grado de Dispersividad
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$


 ING. MARY LUZ APAZA APAZA
 INGENIERO CIVIL
 NOMBRE DEL VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Mary Luz APAZA APAZA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 22 de abril del 2021



.....
Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori
D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	22 de abril del 2021
Validador	Ing. Mary Luz APAZA APAZA
Cargo e institución donde labore	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la capacidad de soporte del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Estén acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL			4	24	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 0.93$$



ING. MARY LUZ APAZA APAZA
INGENIERO CIVIL
0101-00000

NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Ing. Mary Luz APAZA APAZA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Tidla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 22 de abril del 2021



Tesista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori

D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	22 de abril del 2021
Validador	Ing. Mary Luz APAZA APAZA
Cargo e institución donde labora	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la resistencia a la compresión del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D	R	B	Observación
		(1)	(2)	(3)	
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$



 NOMBRADA VALIDADORA
CPN 11273

EXPERTO 03

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 24 de abril del 2021



Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori

D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	24 de abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA
Cargo e institución donde labora	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la plasticidad del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$


 Mg. Ing. ARMANDO MAMANI JILAJA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N°1984

NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE PINHOLE TEST

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 24 de abril del 2021


.....

Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori
D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	24 de abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA
Cargo e institución donde labore	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE PINHOLE TEST
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar el Grado de Dispersividad mediante el equipo Pinhole
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$


 Mg. Ing. ARMANDO MAMANI JILAJA
 INGENIERO CIVIL
 CEP N°1984

NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CRUMB TEST

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 24 de abril del 2021



.....
Tesista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori
D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	24 de abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA
Cargo e institución donde labora	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CRUMB TEST
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar el Grado de Dispersividad
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del Instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$



MG. ING. ARMANDO MAMANI JILAJA
INGENIERO CIVIL
CIP N°71864

NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 24 de abril del 2021



Tesista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori

D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	24 de abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA
Cargo e institución donde labore	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la capacidad de soporte del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponde a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL		0	0	30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D+R+B}{30} = 1.00$$


 Mg. Ing. ARMANDO MAMANI JILAJA
 INGENIERO CIVIL
 CEP N°7184

NOMBRE DE VALIDADOR

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista: Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

Le presento la matriz de consistencia y operacionalización de variables para la revisión respectiva del proyecto de tesis que tiene como enfoque:

1. Cualitativo () 2. Cuantitativo (X) 3. Mixto ()

El resultado de esta evaluación permitirá la validez de contenido del instrumento para el proyecto:

Título del proyecto de tesis:	Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021
Línea de investigación:	Infraestructural Vial

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Ma. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Puno, 24 de abril del 2021



Tesisista: Bach. I.C. Mary Carmen Yana Condori
D.N.I: 47136310

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	24 de abril del 2021
Validador	Mg. Ing. Armando MAMANI JILAJA
Cargo e institución donde labora	Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Ingeniero Verificador G&C Consultores y Contratistas Generales S.A.C. - Especialista en Geotecnia
Instrumento a validar	FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA
Objetivo del instrumento	Recolectar Datos del Ensayo para determinar la resistencia a la compresión del suelo
Autor(es) del instrumento	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI

II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

1	Deficiente (D)	Si menos del 30% de los ítems cumplen con el indicador
2	Regular (R)	Si entre el 31% y 70% de los ítems cumplen con el indicador
3	Buena (B)	Si más del 70% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (1)	R (2)	B (3)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.			X	
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación con la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo con dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL				30	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = 1.00$$


 Mg. Ing. ARMANDO MAMANI JILAJA
 INGENIERO CIVIL
 CEP 879864

FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA

La presente ficha de recolección tiene como objetivo determinar los parámetros de límites de consistencia del suelo en estudio.

Instrucciones: A continuación, se presenta un formato para completar los datos obtenidos en el proceso del ensayo.

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
NÚM. DE TARA	n°				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NÚMERO DE GOLPES	n°				

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
NÚM. DE TARA	n°				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO TARA + SUELO HÚMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO

CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
LÍMITE LÍQUIDO		
LÍMITE PLÁSTICO		
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE PINHOLE TEST

La presente ficha de recolección tiene como objetivo determinar el grado de dispersividad del suelo.

Instrucciones: A continuación, se presenta un formato para completar los datos obtenidos en el proceso del ensayo en el laboratorio.

III. DATOS DEL ENSAYO											RESULTADOS Y FOTOGRAFÍAS		
Altura de Carga (mm)	FLUJO			TURBIEDAD DEL FLUIDO				PARTÍCULAS EN EL FLUIDO					
	Volumen (ml)	Tiempo (seg)	Caudal (ml/seg)	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible	Completamente Claro	Ninguna		Alguna	Muchas
													FOTOGRAFIA:
													
													RESULTADOS:
													Diámetro Final (mm)
													Clasificación Disp. :
													Descripción :
													OBSERVACIONES:

DATOS DEL ENSAYO											
Especimen N°			Especimen N°			Especimen N°					
Identificación del Contenedor			Identificación del Contenedor			Identificación del Contenedor					
Temperatura Inicial del Agua			Temperatura Inicial del Agua			Temperatura Inicial del Agua					
Hora de Inicio (hh:mm)			Hora de Inicio (hh:mm:aa)			Hora de Inicio (hh:mm:aa)					
LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s				2 min ± 15 s				2 min ± 15 s			
1 h ± 8 min				1 h ± 8 min				1 h ± 8 min			
6 h ± 45 min				6 h ± 45 min				6 h ± 45 min			
CLASIFICACIÓN DISPERSIVA			CLASIFICACIÓN DISPERSIVA			CLASIFICACIÓN DISPERSIVA					
Agua adicional añadida para remolquear el espécimen			Agua adicional añadida para remolquear el espécimen			Agua adicional añadida para remolquear el espécimen					
Metodo B	SI	NO		Metodo B	SI	NO		Metodo B	SI	NO	
FOTOGRAFÍAS											
											

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE CBR DE LABORATORIO

La presente ficha de recolección tiene como objetivo determinar la capacidad de soporte del suelo de fundación o subrasante natural del suelo.

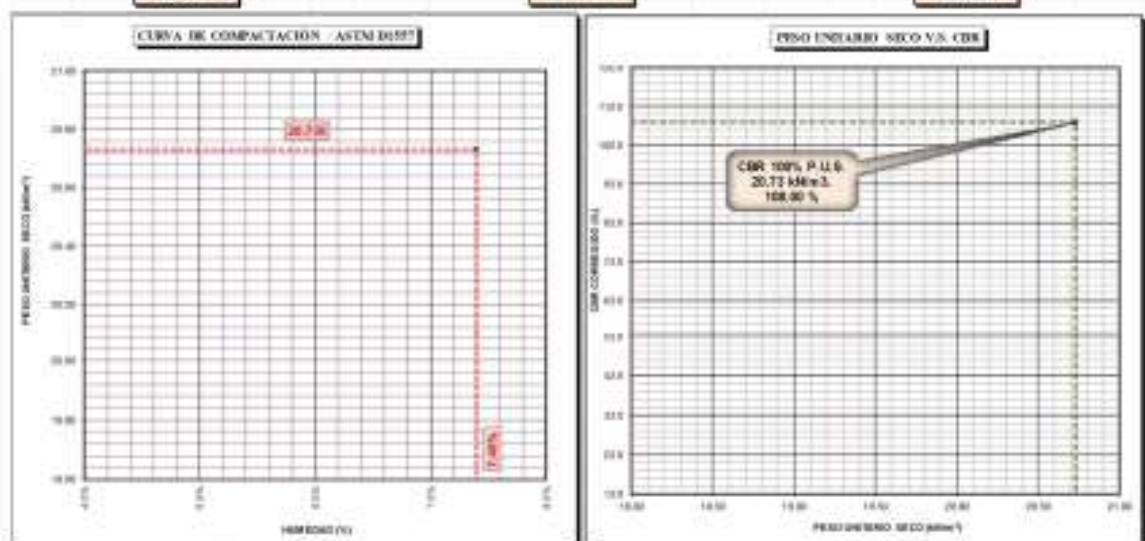
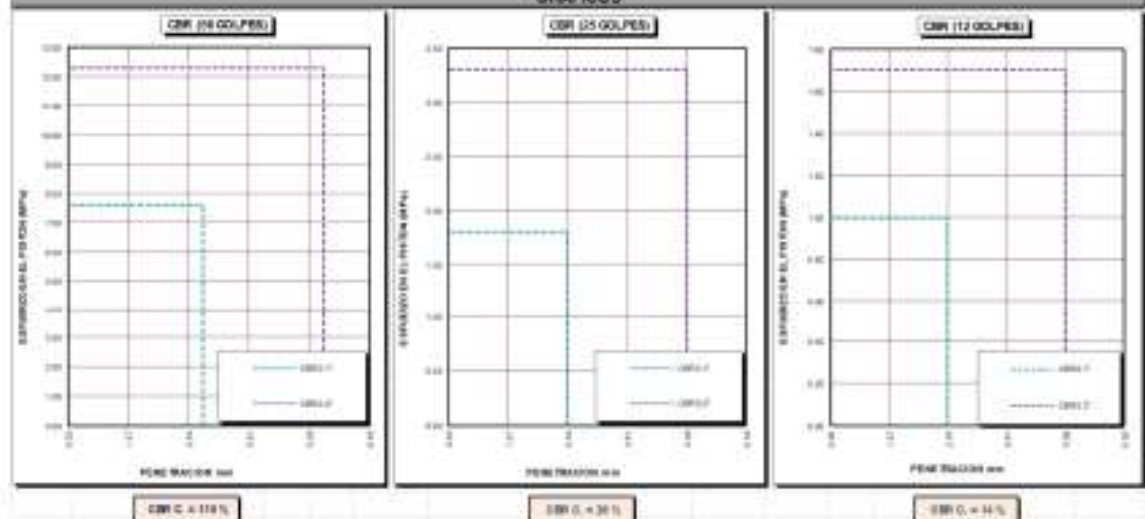
Instrucciones: A continuación, se presenta un formato para completar los datos obtenidos en el proceso del ensayo en el laboratorio.

DATOS DE LA MUESTRA			DATOS PARA EL ENSAYO												
CLASIFICACIÓN (UNCS)	:		MÉTODO DE ENSAYO			TIEMPO DE INMERSIÓN									
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	:		PESO UNITARIO SECO		g/cm ³	TIPO DE MARTILLO									
DESCRIPCIÓN (UNCS)	:		HUMEDAD ÓPTIMA		%	MÉT. DE PREPARACIÓN									
MOLDE No	:	COO													
NÚMERO DE CAPAS	:	0 ^a													
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	:	0 ^a													
Nº HORQUILLA CIRCULAR	:	0 ^a													
Nº HORQUILLA APILAR	:	0 ^a													
CONDICIONES DE LA MUESTRA	:	CBR	SIN HUMEDAD	IMPREGNADO	SIN HUMEDAD	IMPREGNADO	SIN HUMEDAD								
PREPARACIÓN Y ANALISIS DEL SUELO															
Masa Suelo Humedo + Molde	:	g													
Masa del Molde	:	g													
Masa del Suelo Humedo	:	g													
Volumen del Suelo	:	cm ³													
Densidad del Suelo Humedo	:	g/cm ³													
Capota No	:	0 ^a													
Masa de la Capota	:	g													
Suelo Humedo + Capota	:	g													
Masa del Suelo Seco + Capota	:	g													
Masa del Agua	:	g													
Clasificación Suelo Seco	:	0 ^a													
No de Humedad	:	%													
Procedo de Humedad	:	%													
Densidad del Suelo Seco	:	g/cm ³													
Peso Unitario Seco	:	kg/m ³													
EXPANSIÓN															
Fecha	Hora	Temperatura	Dist	Expansión		Dist	Expansión								
				mm	%		mm	%							
		0:00:00													
		24:00:00													
		00:00:00													
		12:00:00													
		00:00:00													
PENETRACIÓN															
ESTADÍSTICA		Temperatura	Carga Estándar kg/cm ² / 100	MOLDE No			A-15			MOLDE No			Q-1		
mm	Prof.			LECTURA "Pa"	g	g/cm ³	g	Max	CBR Calc. (%)	LECTURA "Pa"	g	g/cm ³	g	Max	CBR Calc. (%)
0.00	0	00:00													
0.68	0.025	00:30													
1.27	0.050	01:00													
1.80	0.075	01:30													
2.54	0.100	02:00	70.31												
3.17	0.125	02:30	/ 6.9												
4.81	0.150	03:00													
5.00	0.200	04:00	105.46												
6.35	0.250	05:00	/ 14.35												
7.62	0.300	06:00													
8.89	0.350	07:00													
10.16	0.400	08:00													
11.43	0.450	09:00													
12.70	0.500	10:00													
OBSERVACIONES															

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)		NORMA	AGTH D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)		METODO DE ENSAYO	Método "C"
DESCRIPCIÓN (SUCS)		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	18U/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	18U/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	%

CBR (100% DE H.D.S.) 0.1"	%	108.00 %	CBR (100% DE H.D.S.) 0.2"	%	116.00 %
CBR (95% DE H.D.S.) 0.1"	%	52.00 %	CBR (95% DE H.D.S.) 0.2"	%	59.00 %

GRAFICOS



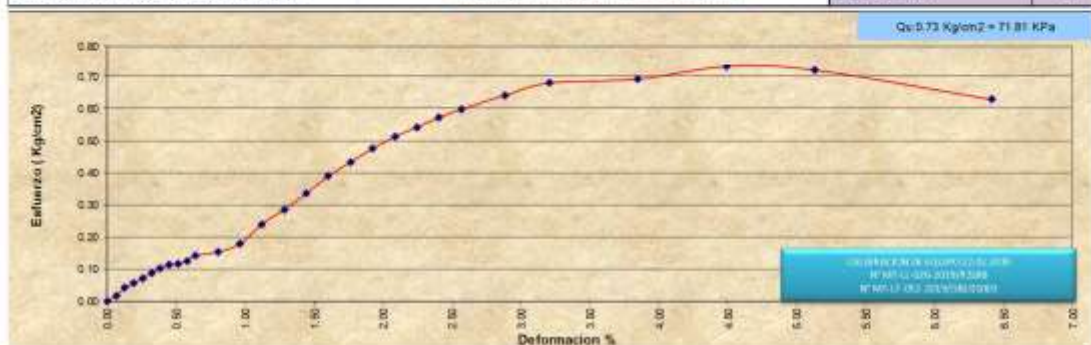
OBSERVACIONES :

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ENSAYO DE COMPRESION NO CONFINADA

La presente ficha de recolección tiene como objetivo determinar los parámetros de resistencia a la compresión del suelo en evaluación.

Instrucciones: A continuación, se presenta un formato para completar los datos obtenidos en el proceso del ensayo en el laboratorio.

DATOS DE LA MUESTRA					DATOS DEL ENSAYO				
DESCRIPCIÓN SUCS					ESPECIMEN	MÉTODO			
					N°	TIPO			
CLASIFICACIÓN SUCS					A	FORMA			
CLASIFICACIÓN AASHTO						VELOCIDAD DE ENSAYO			
Deformimetro ΔH	Def. Unit. Strain	1 - Def. Unit.	Area corregida	Carga	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		Def. Falla	Dimensiones Promedios de la Muestra (Tomado de la Probeta Tallada) Diámetro Promedio, Do (cm): Altura Promedio, Ho (cm): Relación Altura/diámetro: Peso de la Muestra Humeda (g): Área Sección Transv. Ao (cm ²): Volumen, Vo (cm ³): Altura Plaz. Hf (cm):	
(0.01mm.)	$\epsilon [\Delta H/Ho]$	1- ϵ	Ac (cm ²)	P (kg)	σ (Kg/cm ²)	σ (KPa)	ϵ %		
0.00									
10.00									
20.00									
30.00									
40.00									
50.00									
60.00									
70.00									
80.00									
90.00									
100.00									
125.00									
150.00									
175.00									
200.00									
225.00									
250.00									
275.00									
300.00									
325.00									
350.00									
375.00									
400.00									
450.00									
500.00									
600.00									
700.00									
800.00									
1000.00									
Calificación de la Consistencia del Suelo :					Moderadamente Consistente o Médiana			ESPECIMEN N°	A



**ANEXO D.
CERTIFICADOS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE
LABORATORIO**



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

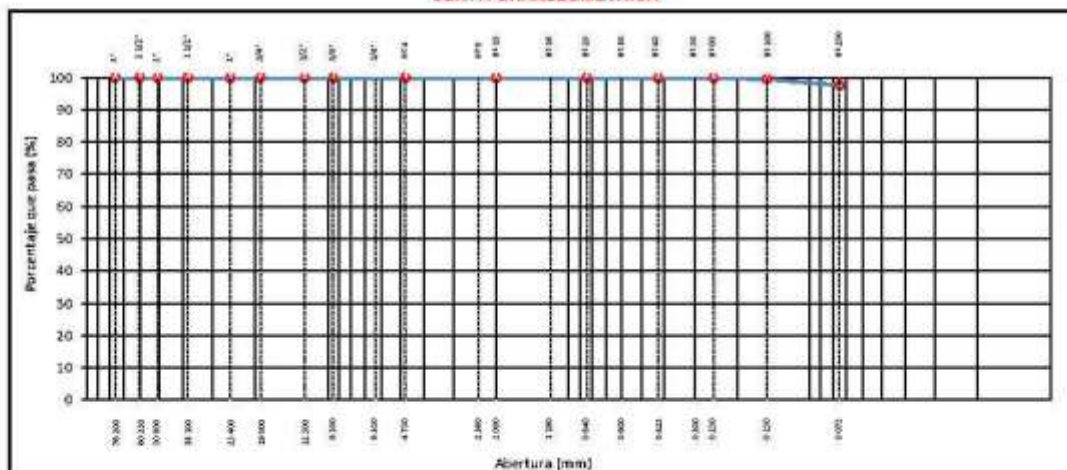
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-001-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+250	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: Nº 16
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0,00 - 0,20 m	COORDENADAS	
		ESTE	: 475673.97 m. E
		NORTE	: 8152890.58 m. S
		COTA	: 3843 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (U22 - D218 - D618 - D422 - D2487)	
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 388.05 gr.	
8 in.	152.400						Masa Global : 388.05 gr.	
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (w) :	8.70
3 in.	76.200						TAMANO MÁXIMO :	Nº 16
2 1/2 in.	63.500						Límite Líquido (LL) :	54.00
2 in.	50.800						Límite Plástico (LP) :	31.00
1 1/2 in.	38.100						Índice Plástico (IP) :	23.00
1 in.	25.400						Clasificación (SUCS) :	MH
3/4 in.	19.000						Clasificación (AASHTO) :	A-7-5 (27)
1/2 in.	12.500						Índice de Consistencia :	1.97
3/8 in.	9.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) :	MALO
Nº 4	4.750						Descripción (SUCS) :	Limo de alta plasticidad
Nº 8	2.360						Materia Orgánica :	-
Nº 15	2.000						Tarbo :	-
Nº 16	1.190				100.00		CU :	0.000
Nº 20	0.840	0.21	0.05	0.05	99.95		CC :	0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	
Nº 40	0.425	0.23	0.06	0.11	99.89		Grava > 2" :	0.00
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 :	0.00
Nº 60	0.250	0.37	0.10	0.21	99.79		Arena Nº 8 - Nº 300 :	2.47
Nº 100	0.150	1.21	0.31	0.52	99.48		Fines < Nº 200 :	37.53
Nº 200	0.075	7.96	1.95	2.47	97.53		%<5" :	0.0%
< Nº 200	FONDO	378.47	97.53	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad con la norma ASTM D 422 con fecha 21/02/2022

Certificado de conformidad con la norma UN-118-2021 con fecha 02/03/2022

BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 1080016

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 1080016



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

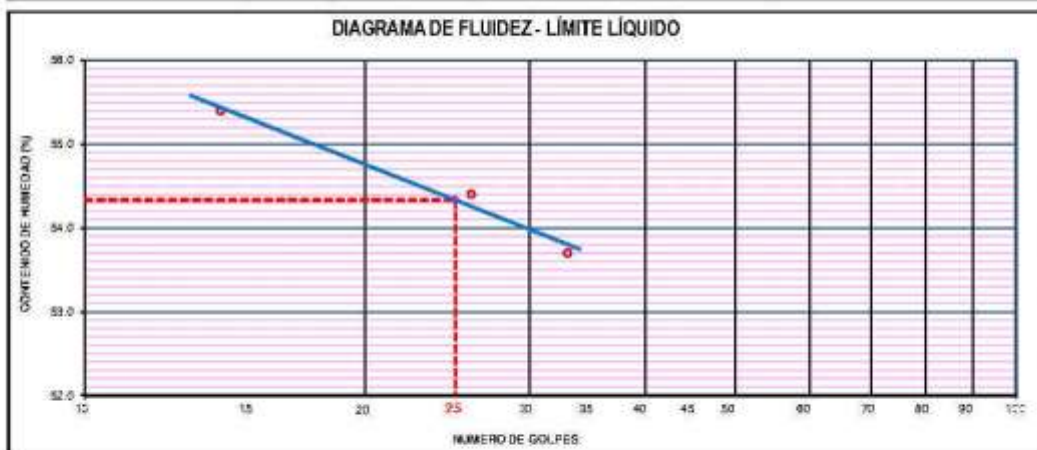
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTES	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNCO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-001-09C
		Fecha : 24 de febrero del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO	
PROCEDENCIA CALICATA	: PRDG. 16+250	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : N° 16
PROFUND.	: 0,00 - 0,20 m.	MARGEN DE VÍA : IZQUIERDO
		COORDENADAS
		ESTE : 475673.97 m. E
		NORTE : 8152890.58 m. S
		COTA : 3843 m.s.n.m.

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03	
MASA DE LA TARA	[g]	45.84	45.92	45.91	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	61.57	66.35	65.95	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	55.96	59.15	58.95	
MASA DE AGUA	[g]	5.61	7.20	7	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.12	13.23	13.04	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	55.4	54.4	53.7	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	26	33	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 04	LC - 05		
MASA DE LA TARA	[g]	46.04	47.87		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.99	51.35		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.26	50.53		
MASA DE AGUA	[g]	0.73	0.82		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.32	2.66		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	31.5	30.8		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	54.00
LIMITE PLASTICO	31.00
INDICE DE PLASTICIDAD	23.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BARTOLOME BAYET CEAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
 DNE - 9198324

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALIA
 ING. DE INGENIERIA EN MECANICA Y FUNDAMENTOS
 DNE - 3399316



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MDC/02/22-001-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+250	SOLICITANTE :	Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO :	N° 16
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA :	IZQUIERDO
PROFUND.	: 0.00 - 0.20 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 475673.97 m. E
		NORTE	: 8152890.58 m. S
		COTA	: 3843 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Masa Tara	[g]	79.72	72.20	78.94
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	304.54	314.61	431.48
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	313.81	294.74	403.78
Masa Agua	[g]	20.73	19.67	27.70
Masa Suelo Seco	[g]	243.09	222.54	324.84
Contenido de Humedad	[g]	8.53	8.93	8.53
PROMEDIO	(%)	8.7		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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


BARTOLÓME FAVET CCAÑA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNE - 000000000

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


ALEX URRUTIA
 DNE DE INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
 DNE - 000000000



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

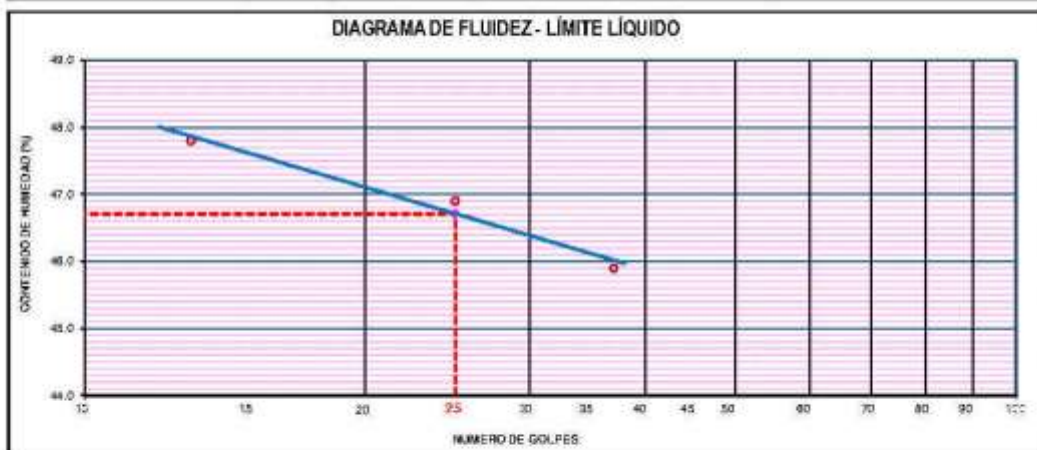
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNCO 2021	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-002-09C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO		
PROCEDENCIA CALICATA	: PRDG. 16+250	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROFUND.	: 0.20 - 1.50 m.	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
		COORDENADAS	
		ESTE	: 475673.97 m. E
		NORTE	: 8152890.58 m. S
		COTA	: 3803 m.s.n.m.

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 06	LC - 07	LC - 08	
MASA DE LA TARA	[g]	46.83	45.95	42.95	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	67.24	66.47	58.48	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.64	59.92	53.60	
MASA DE AGUA	[g]	6.6	6.55	4.89	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.81	13.97	10.65	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	47.8	46.9	45.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	25	37	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 09	LC - 10		
MASA DE LA TARA	[g]	46.39	48.02		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.42	52.33		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.58	51.41		
MASA DE AGUA	[g]	0.84	0.92		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.19	2.39		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.4	38.5		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	47.00
LIMITE PLASTICO	38.00
INDICE DE PLASTICIDAD	9.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

MARIO C. BARTOLOME SAVET CEAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 CIP: 5199321

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALIA
 ING. EN INGENIERIA DE MATERIALES Y METALURGIA INDUSTRIAL
 CIP: 339916



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC/02/22-002-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+250	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0.20 - 1.50 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 475673.97 m. E
		NORTE	: 8152890.58 m. S
		COTA	: 3843 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 04	CH - 05	CH - 06
Masa Tara	[g]	71.43	72.05	74.93
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	381.91	418.62	418.58
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	342.91	379.15	375.15
Masa Agua	[g]	39.00	42.47	43.43
Masa Suelo Seco	[g]	271.48	304.19	300.22
Contenido de Humedad	[g]	14.37	13.97	14.47
PROMEDIO	(%)	14.3		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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

BACH. I. C. BARTOLOME HAVET CCARRA
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI - 8182024

ING. ALEX ORLANDO DOMEST CALCA
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI 808819

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-002-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES					
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO				
PROCEDENCIA	: PROG. 16+250	SOLICITANTE	: Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI		
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS			
MUESTRA	: M - 02			ESTE	: 475673,97 m. E
PROFUND.	: 0.20 - 1.50 m.			NORTE	: 8152890,58 m. S
		TAMANO MÁXIMO	: N° 8		
		MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO		
		COTA	: 3843 m.s.n.m.		

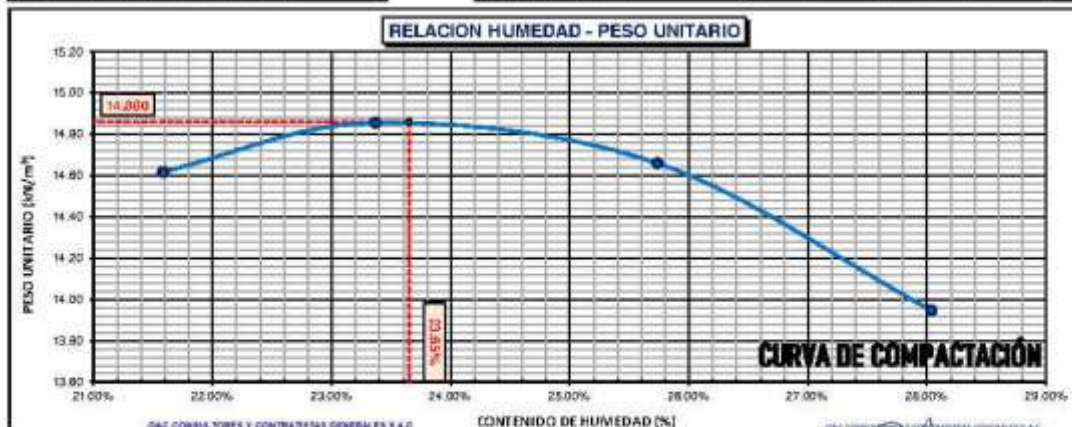
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4"	: METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-5 (12)	% Ret. Tamiz 3/8"	: No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	: GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 938 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5381	5434	5444	5389
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1700	1753	1763	1708
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.812	1.869	1.880	1.821

Capsula No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capsula	[g]	36,55	39,35	89,68	89,07
Suelo Humedo + Capsula	[g]	299,94	287,02	457,44	360,66
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	253,18	240,11	382,17	301,19
Masa del Agua	[g]	46,76	46,91	75,27	59,47
Masa del Suelo Seco	[g]	216,63	200,76	292,49	212,12
Humedad (%)	%	21,59%	23,37%	25,73%	28,04%
Promedio de Humedad (%)	%	21,59%	23,37%	25,73%	28,04%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1,491	1,515	1,495	1,422
Peso Unitario Seco	kN/m ³	14,62	14,86	14,66	13,95

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 1,515 gr/cc	: 14,860 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 23,65 %	: 23,65 %



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Certificado de calibración N° LT-445-2021 con fecha 28/12/2021

BACH. U.L. BARTOLOME FAYET CCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DISEÑO: 02/02/2022

ING. ANEX LUIS GONZALEZ CASLA
 GERENTE GENERAL DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 02/02/2022



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	IC-HCYC-0023-002-SAC
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES				
UBICACIÓN	CARRETERA Dv DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROVENIENCIA	PROB. 15+250	SOLICITANTE: Bach. I.C. Mary Carrión YANA CONDORE	COORDENADAS	
CALCATA	C - 01		ESTE	475673.97 m. E
MUESTRA	M - 02	TAMANO MÁXIMO: N° II	NORTE	8132898.38 m. N
PROFUND.	0.20 - 1.50 m.	MARGEN DE VÍA: IZQUIERDO	COTA	3843 m.a.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (USCS)	HL	METODO DE ENSAYO	Método 'A'
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-5 (15)	REGO UNITARIO SECO	51.60 UN/m ²
ORIGEN (USCS)	Limo de baja plasticidad	UNIDAD ÓPTIMA	23.85 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Método

MOLDE No.	COB.	N-9	A-15	A-03
NÚMERO DE CAPAS	5*	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	5*	50	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	5*	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	5*	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIDO	SUMERGIDO	SIN SUMERGIDO

REGISTROS Y CÁLCULO DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	g	1194	1194	1104	1105	1194	1197
Masa del Molde	g	764	764	762	762	827	827
Masa del Suelo Humedo	g	430	430	342	343	367	370
Volumen del Suelo	cm ³	210	210	211	211	210	210
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.05	2.05	1.63	1.63	1.75	1.77
Capítulo No.	No.	PC - 1	PC - 2	PC - 3	PC - 4	PC - 5	PC - 6
Masa de la Capícula	g	68.88	37.38	45.78	34.33	46.07	88.61
Suelo Humedo + Capícula	g	365.78	247.94	228.11	436.85	197.78	243.20
Masa del Suelo Seco + Capícula	g	307.52	278.22	195.81	335.15	166.64	226.32
Masa del Agua	g	58.26	69.72	32.30	101.70	29.06	56.87
Masa del Suelo Seco	g	246.89	228.67	145.34	241.12	122.57	197.52
No de Humedad	%	23.68%	31.37%	22.47%	29.74%	23.71%	28.79%
Procentaje de Humedad	%	23.68%	31.37%	22.47%	29.74%	23.71%	28.79%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.179	1.075	0.694	1.148	0.588	0.941
Peso Unitario Seco	kg/m ³	13.287	14.475	8.924	12.577	7.404	12.007

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	296.00	0.00	0.00	415.00	0.00	0.00	464.00	0.00	0.00
		24:00:00	402.00	0.13	0.18	422.00	0.18	0.14	473.00	0.23	0.18
		48:00:00	405.00	0.20	0.18	426.00	0.28	0.22	478.00	0.36	0.28
		72:00:00	407.00	0.23	0.18	429.00	0.36	0.28	482.00	0.46	0.36
		96:00:00	409.00	0.25	0.20	432.00	0.43	0.34	484.00	0.51	0.40

PENETRACIÓN															
mm	Seg.	Tiempo	Carga Deflactor kg/cm ² / lbs	MOLDE No. N-9				MOLDE No. A-15				MOLDE No. A-03			
				LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.03	0.025	00:30		0.0	0.18	0.02		4.0	0.21	0.02		4.0	0.21	0.02	
1.27	0.30	01:00		7.0	0.28	0.04		7.0	0.26	0.04		8.0	0.41	0.04	
1.90	0.375	01:30		16.5	0.65	0.08		11.5	0.59	0.06		14.5	0.75	0.07	
2.54	0.100	02:00	79.31 / 6.9	26.0	1.68	0.16	0.70	19.0	0.98	0.10	3.89	22.5	1.31	0.12	4.25
3.17	0.125	02:30		48.0	2.91	0.25		38.0	1.98	0.15		32.0	1.88	0.16	
3.81	0.150	03:00		75.0	4.08	0.40		47.5	2.45	0.24		45.0	2.32	0.22	
5.08	0.200	04:00	105.40 / 10.35	122.5	6.83	0.67	11.30	74.0	4.34	0.43	7.83	72.5	3.75	0.37	5.80
6.35	0.250	05:00		191.0	9.67	0.97		124.0	6.41	0.63		103.0	5.35	0.52	
7.62	0.300	06:00		291.0	12.87	1.27		169.0	8.80	0.84		135.0	7.50	0.69	
8.89	0.350	07:00		303.5	15.79	1.55		209.0	10.75	1.05		147.5	8.66	0.85	
10.16	0.400	08:00		355.5	19.37	1.89		241.5	12.48	1.22		196.0	10.13	0.99	
11.43	0.450	09:00		391.0	20.21	1.98		269.0	13.85	1.36		222.5	11.58	1.12	
12.70	0.500	10:00		415.0	21.40	2.03		281.0	14.52	1.42		236.0	12.28	1.20	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y RESULTADOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Fecha de Emisión del Informe: 24 de Febrero del 2022
 Centro de Emisión: G&C Geotechnik S.A.C. (Calle 102-703 catata D17388)

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y LABORATORIO DE MATERIALES
 CIP: 208114

BACH. BARTOLOME FAVET CCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 OMI: 0005024



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

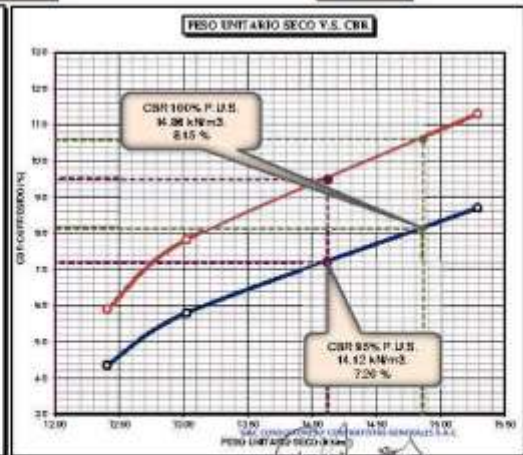
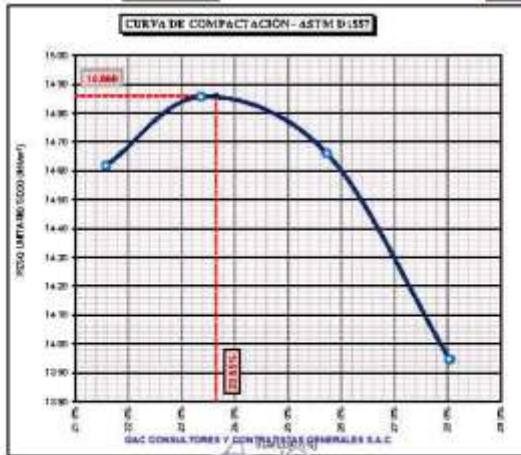
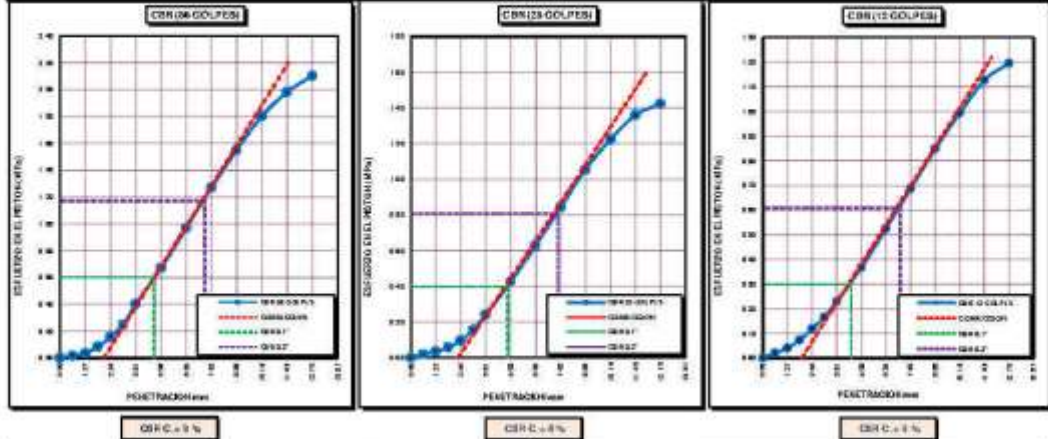
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYD-02/22-002-656
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 16+250	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carman YANA CONDORI
CALICATA	C - 01	COORDENADAS ESTE : 475673.97 m. E NORTE : 815280.58 m. S COTA : 3643 m.s.n.m.	
MUESTRA	M - 02		
PROFUND.	0.20 - 1.50 m.	TAMANO MÁXIMO	Nº 8
		MARGEN DE VÍA	IZQUIERDO

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-2 (12)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Uma de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	14.86 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	14.12 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	23.65 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	8.15 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	10.60 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	7.20 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	9.50 %

GRÁFICOS



OBSERVACIONES MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO. Controlado en calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

BARTOLOME BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
DNE: 0180624



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

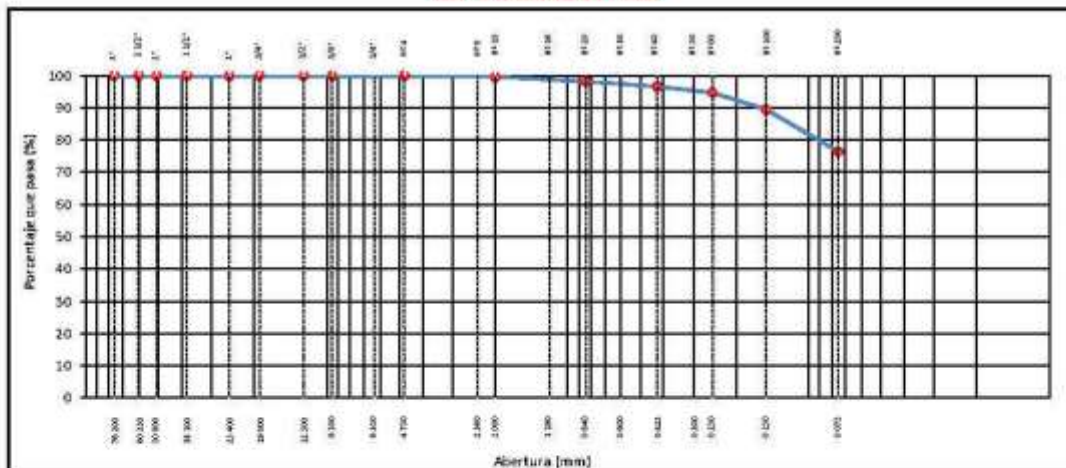
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-003-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: Nº 8
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0,00 - 0,25 m	COORDENADAS	ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3844 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (U22 - D618 - D422 - D2487)
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 328.35 gr. Masa Global : 328.35 gr.
8 in.	152.400						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (w) : 10.50 TAMAÑO MÁXIMO : Nº 8 Límite Líquido (LL) : 37.00 Límite Plástico (LP) : 34.00 Índice Plástico (IP) : 3.00 Clasificación (SUCS) : ML Clasificación (AASHTO) : A-4 (3) Índice de Consistencia : 8.83 DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO) : REG-MALO Descripción (SUCS) : Limo de baja plasticidad con arena Materia Orgánica : Tarbo : -- CU : 0.000 CC : 0.000 CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2' : 0.00 Grava 2' - Nº 4 : 0.00 Arena Nº 4 - Nº 200 : 23.61 Fines < Nº 200 : 76.39 %> 2' : 0.0%
5 in.	127.000						
4 in.	101.600						
3 in.	76.200						
2 1/2 in.	60.350						
2 in.	50.800						
1 1/2 in.	38.100						
1 in.	25.400						
3/4 in.	19.000						
1/2 in.	12.500						
3/8 in.	9.500						
1/4 in.	6.350						
Nº 4	4.750						
Nº 8	2.360				100.00		
Nº 10	2.000	1.36	0.37	0.37	99.63		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	5.57	1.51	1.88	98.12		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	5.77	1.57	3.45	96.55		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	6.85	1.66	5.31	94.69		
Nº 100	0.150	19.33	5.25	10.56	89.44		
Nº 200	0.075	48.99	13.96	23.61	76.39		
< Nº 200	FONDO	281.38	76.39	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad con la norma ASTM D 422 con fecha 21/02/2022

Certificado de conformidad con la norma UN-118-2021 con fecha 02/02/2022

BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 9388024

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 3389516



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-003-08C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	ESTE	: 475440.91 m. E
PROFUND.	: 0.00 - 0.25 m.	NORTE	: 8152827.85 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.
		TAMANO MÁXIMO	: N° 8
		MARGEN DE VÍA	: DERECHO

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 11	LC - 12	LC - 13	
MASA DE LA TARA	[g]	45.79	48.08	34.45	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	62.32	67.99	53.31	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.73	62.57	48.26	
MASA DE AGUA	[g]	4.59	5.42	5.05	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.94	14.49	13.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.4	37.4	36.6	
NUMERO DE GOLPES	n°	16	24	36	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 14	LC - 15		
MASA DE LA TARA	[g]	45.56	46.74		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	48.75	49.96		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	47.94	49.15		
MASA DE AGUA	[g]	0.81	0.81		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.38	2.41		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.0	33.6		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	37.00
LIMITE PLASTICO	34.00
INDICE DE PLASTICIDAD	3.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

MARIO C. BARTOLOME SAVET CEAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 ORO - PERU

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALIA
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
 ORO - PERU



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MDC/02/22-003-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE : Bach. I. C. Mary Carmen YANA
CALICATA	: C - 02	CONDORI
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : N° 8
PROFUND.	: 0.00 - 0.25 m.	MARGEN DE VÍA : DERECHO
		COORDENADAS
		ESTE : 475440.91 m. E
		NORTE : 8152827.65 m. S
		COTA : 3844 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 07	CH - 08	CH - 09
Masa Tara	[g]	69.50	76.94	68.92
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	401.50	329.63	449.26
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	370.21	306.23	412.17
Masa Agua	[g]	31.29	23.40	37.09
Masa Suelo Seco	[g]	300.71	229.29	343.25
Contenido de Humedad	[g]	10.41	10.21	10.81
PROMEDIO	(%)	10.5		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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


SACR. C. BARTOLOME FAYST CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUAVES Y PAVIMENTOS
DNI: 8885524


ING. ALEX URR. OSWALD CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y EN ESTADÍSTICA Y CONTROL DE CALIDAD
DNI: 20910



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

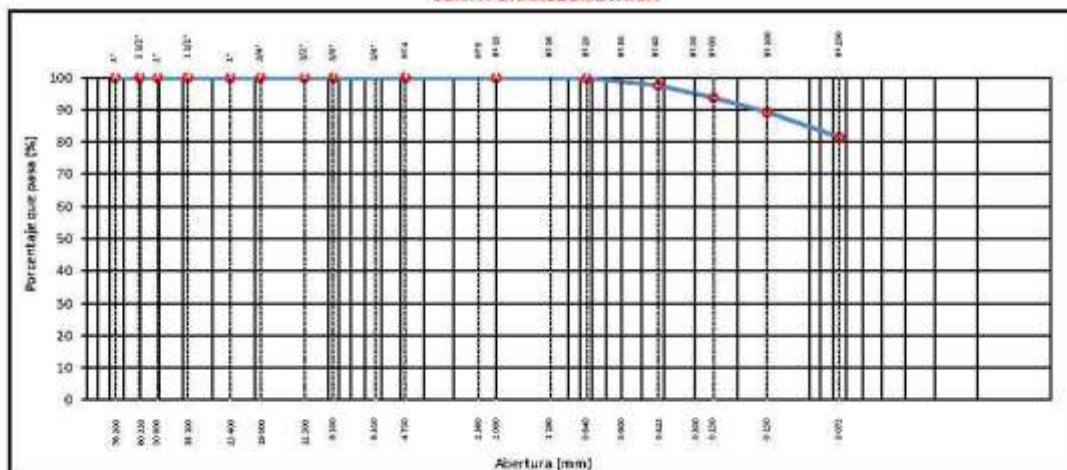
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-004-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0,25 - 1,55 m	COORDENADAS	ESTE : 475460.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3844 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTO (mm)	BARRA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (422 - 63 (2007) - D618 - D422 - D297)	
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 402.26 gr.	
8 in.	152.400						Masa Global : 402.26 gr.	
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (%) :	16.70
3 in.	76.200						TAMANO MÁXIMO :	N° 8
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL) :	41.00
2 in.	50.800						Límite Plástico (LP) :	35.00
1 1/2 in.	38.100						Índice Plástico (IP) :	6.00
1 in.	25.400						Clasificación (SUCS) :	ML
3/4 in.	19.000						Clasificación (AASHTO) :	A-5 (7)
1/2 in.	12.500						Índice de Consistencia :	4.05
3/8 in.	9.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) :	MALO
N° 4	4.750						Descripción (SUCS) :	Limo de baja plasticidad con arena
N° 8	2.360				100.00		Materia Orgánica :	-
N° 10	2.000	0.18	0.04	0.04	99.96		Tarbo :	-
N° 16	1.190						CU :	0.000 CC : 0.000
N° 20	0.840	0.71	0.18	0.22	99.78		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	
N° 30	0.600						Grava > 2" :	0.00
N° 40	0.425	9.17	2.28	2.50	97.50		Grava 2" - N° 4 :	0.00
N° 50	0.300						Arena N° 8 - N° 200 :	18.29
N° 60	0.250	15.29	3.60	6.30	93.70		Fines < N° 200 :	81.40
N° 100	0.150	17.75	4.41	10.71	89.29		%>2"	0.0%
N° 200	0.075	31.71	7.88	18.60	81.40			
< N° 200	FONDO	327.45	81.40	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad N° UC-45-2021 con fecha 21/02/2021

Certificado de conformidad UC-124-2021 con fecha 08/01/2021

BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 01000010

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 33001010



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNCO 2021	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-004-08C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2023

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO			
PROCEDENCIA	: PR.DG. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS		
MUESTRA	: M - 02	ESTE	: 475440.93 m. E	
PROFUND.	: 0.25 - 1.55 m.	NORTE	: 8152827.85 m. S	
		TAMANO MÁXIMO : N° 8	COTA	: 3844 m.s.n.m.
		MARGEN DE VÍA : DERECHO		

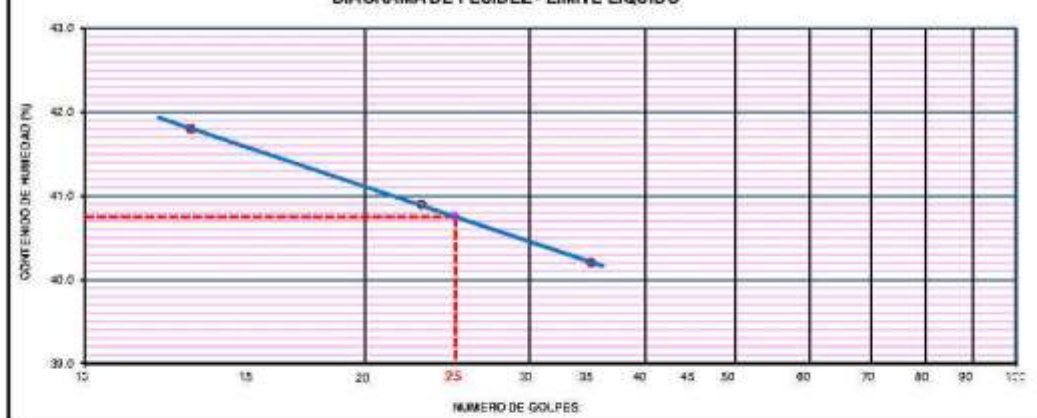
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA	n°	LC - 16	LC - 17	LC - 18
MASA DE LA TARA	[g]	46.18	46.11	45.5
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	61.64	66.33	60.50
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.08	60.46	58.20
MASA DE AGUA	[g]	4.56	5.87	4.3
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.9	14.35	10.7
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	41.8	40.9	40.2
NUMERO DE GOLPES	n°	13	23	35

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA		LC - 19	LC - 20
MASA DE LA TARA	[g]	45.66	45.47
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.16	48.93
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.26	48.04
MASA DE AGUA	[g]	0.90	0.89
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.60	2.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.6	34.6

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	41.00
LIMITE PLASTICO	36.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

CON. 3389/18

BARTOLOME BAYET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
ONG. 0180001



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC/02/22-004-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0.25 - 1.55 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 10	CH - 11	CH - 12
Masa Tara	[g]	78.71	72.05	75.59
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	365.58	403.86	439.90
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	324.77	356.00	357.36
Masa Agua	[g]	40.81	47.86	52.54
Masa Suelo Seco	[g]	248.06	283.95	311.77
Contenido de Humedad	[g]	15.45	16.86	16.86
PROMEDIO	(%)	16.7		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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

BACH. B. BARTOLOME FAYT CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
(ING. 0100102)

ING. ALEX LUIS DOMEZ CALA
ING. EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
(ING. 0100102)

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-004-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE : Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3844 m.s.n.m.
MUESTRA	: M - 02	
PROFUND.	: 0.25 - 1.55 m.	
	TAMANO MÁXIMO : N° 8	MARGEN DE VÍA : DERECHO

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4":	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-5 (7)	% Ret. Tamiz 3/8":	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4:	GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 938 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5209	5298	5340	5305
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1528	1617	1659	1624
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.629	1.724	1.769	1.731

Capsula No	No	TP-05	TP-06	TP-07	TP-08
Masa de la Capsula	[g]	87.17	88.57	88.98	89.21
Suelo Humedo + Capsula	[g]	411.32	441.54	449.11	379.14
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	353.92	374.03	375.77	316.18
Masa del Agua	[g]	57.40	67.51	73.34	62.96
Masa del Suelo Seco	[g]	266.75	285.46	286.79	226.97
Humedad (%)	%	21.52%	23.65%	25.57%	27.74%
Promedio de Humedad (%)	%	21.52%	23.65%	25.57%	27.74%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.341	1.394	1.408	1.355
Peso Unitario Seco	kN/m ³	13.15	13.67	13.81	13.29

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-I2e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.411 gr/cc	: 13.840 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Humedo	HUMEDAD OPTIMA	: 25.10 %	: 25.10 %



OBSERVACIONES : LA INFORMACIÓN Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Elaboración y calibración N° LT-445-2021 con fecha 28/12/2021

BACH. L.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

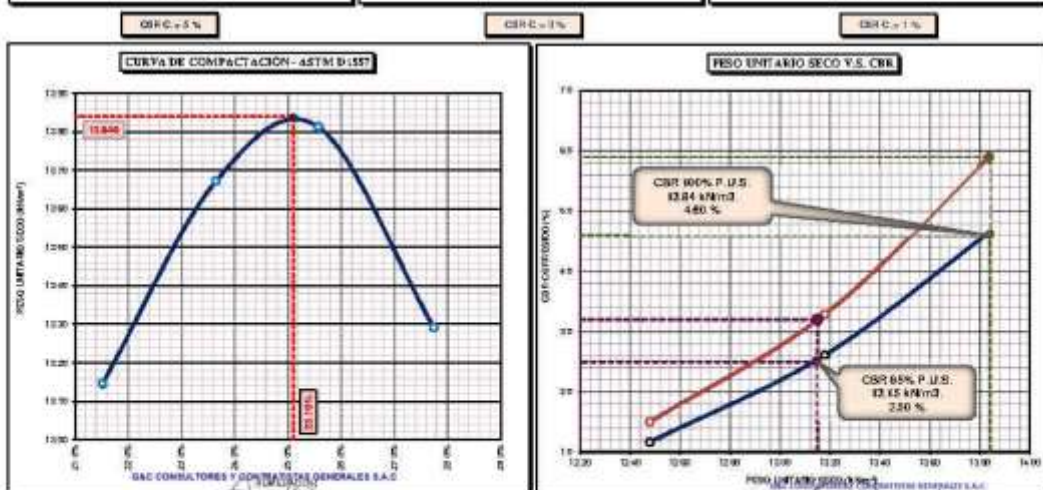
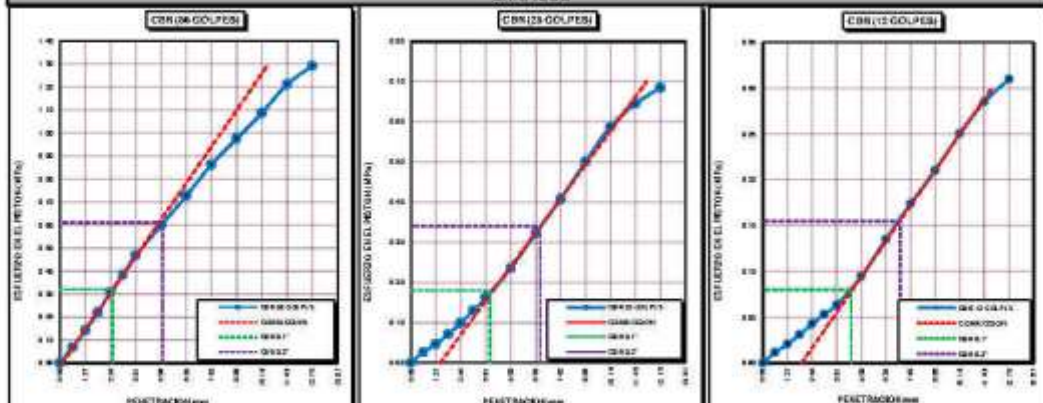
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYC-02/22-004-650
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 16+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carman YANA CONDORI
CALICATA	C + 02	TAMANO MÁXIMO	Nº 8
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
PROFUND.	0.25 - 1.55 m.	COORDENADAS	ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3644 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-3 (7)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	13.84 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	13.15 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	23.10 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	4.60 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	5.90 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	2.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	3.20 %

GRÁFICOS



OBSERVACIONES
 LOS RESULTADOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL SERVICIO DE CALIBRACION N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021
 BACH. J. BARTOLOME FAYET EXAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNI: 87883424
 ING. ALEX LUIS JONAY CALLA
 DNI: 87883424



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

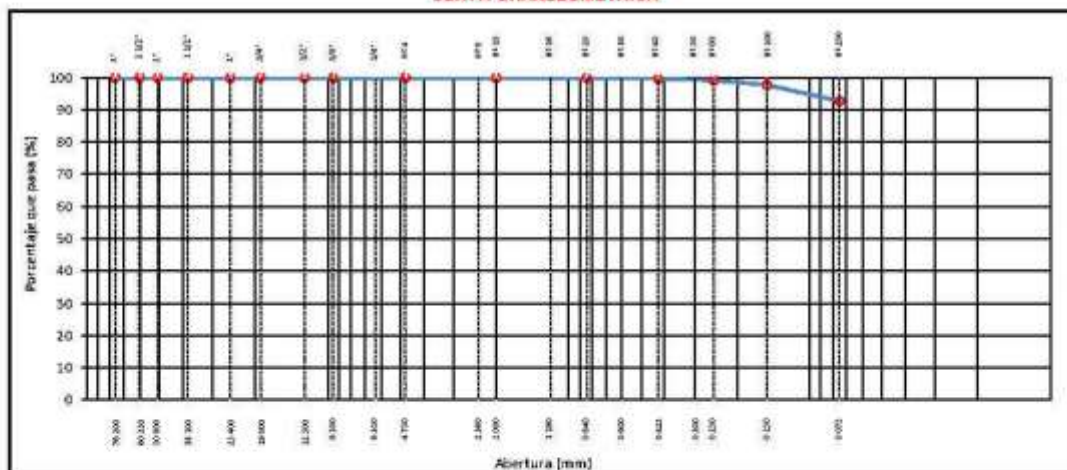
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-005-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+750	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: Nº 16
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0,00 - 0,30 m	COORDENADAS	ESTE : 475204,55 m. E NORTE : 8152708,79 m. S COTA : 3844 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (U22 - D2016 - D2018 - D2021 - D2047)	
10 in.	254,000						Masa Inicial seca : 210,43 gr.	
8 in.	152,400						Masa Global : 210,43 gr.	
5 in.	127,000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	
4 in.	101,600						Contenido de Humedad (W) :	7,10
3 in.	76,200						TAMANO MÁXIMO :	Nº 16
2 1/2 in.	63,500						Límite Líquido (LL) :	49,00
2 in.	50,800						Límite Plástico (LP) :	37,00
1 1/2 in.	38,100						Índice Plástico (IP) :	12,00
1 in.	25,400						Clasificación (SUCS) :	ML
3/4 in.	19,000						Clasificación (AASHTO) :	A-7-5 (16)
1/2 in.	12,500						Índice de Consistencia :	3,49
3/8 in.	9,500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
1/4 in.	6,350						Descripción (AASHTO) :	MALO
Nº 4	4,750						Descripción (SUCS) :	Limo de baja plasticidad
Nº 8	2,360						Materia Orgánica :	-
Nº 15	2,000						Tarbo :	-
Nº 16	1,190				100,00		CU :	0,000 CC : 0,000
Nº 20	0,840	0,18	0,09	0,09	99,91		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	
Nº 30	0,600						Grava > 2" :	0,00
Nº 40	0,425	0,61	0,29	0,38	99,62		Grava 2" - Nº 4 :	0,00
Nº 50	0,300						Arena Nº 8 - Nº 300 :	7,30
Nº 60	0,250	1,00	0,48	0,85	99,15		Fines < Nº 200 :	92,70
Nº 100	0,150	3,09	1,47	2,32	97,68		%<5" :	0,0%
Nº 200	0,075	10,49	4,99	7,30	92,70			
< Nº 200	FONDO	195,06	92,70	100,00				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad N° UC-45-2021 con fecha 21/02/2021

Certificado de conformidad N° UC-124-2021 con fecha 08/01/2021

BARTOLOME SIVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 01000001

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 12000106



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNCO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-005-09C
		Fecha : 24 de febrero del 2023

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO	
PROCEDENCIA CALICATA	: PROG. 16+750	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : N° 16
PROFUND.	: 0,00 - 0,30 m.	MARGEN DE VÍA : IZQUIERDO
		COORDENADAS
		ESTE : 475204.55 m. E
		NORTE : 8152708.79 m. S
		COTA : 3844 m.s.n.m.

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 21	LC - 22	LC - 23	
MASA DE LA TARA	[g]	47.34	43.07	48.17	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	68.01	61.15	63.21	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	61.10	55.18	58.33	
MASA DE AGUA	[g]	6.91	5.97	4.88	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.78	12.11	10.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50.2	49.3	48.0	
NUMERO DE GOLPES	n°	13	26	35	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 24	LC - 25		
MASA DE LA TARA	[g]	45.8	42.39		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.13	45.74		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.22	44.83		
MASA DE AGUA	[g]	0.91	0.91		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.42	2.44		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	37.6	37.3		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	49.00
LIMITE PLASTICO	37.00
INDICE DE PLASTICIDAD	12.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BARTOLOME SAYET CEAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
 ING. ESPECIALISTA

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALIA
 ING. DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS
 ING. ESPECIALISTA



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDO/02/22-005-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+750	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: N° 16
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0.00 - 0.30 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 475204.55 m. E
		NORTE	: 8152708.79 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 13	CH - 14	CH - 15
Masa Tara	[g]	70.28	77.65	77.66
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	407.90	385.13	373.61
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	364.55	365.41	354.18
Masa Agua	[g]	23.35	19.72	19.43
Masa Suelo Seco	[g]	314.27	288.76	276.32
Contenido de Humedad	[g]	7.43	6.83	7.03
PROMEDIO	(%)	7.1		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. ALEX LUIS GIMENEZ LAGOS

ING. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
ONG - 0190024



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

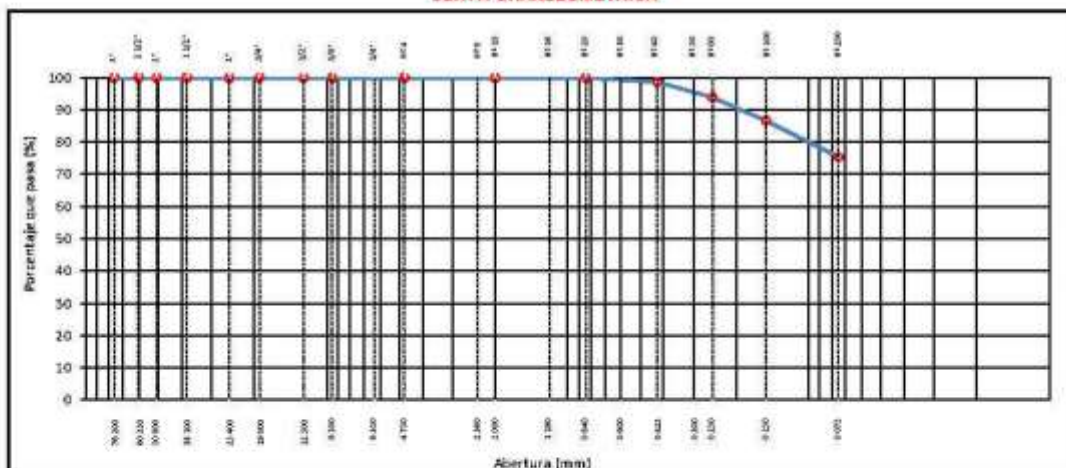
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-006-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+750	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: Nº 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0,30 - 1,45 m		
		COORDENADAS	
		ESTE	: 475204.55 m. E
		NORTE	: 8152708.79 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (U22 - 02018 - 06018 - 04082 - 02047)		
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 279.40 gr		
8 in.	152.400						Masa Global : 279.40 gr		
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO		
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (W) :	17.30	
3 in.	76.200						TAMANO MÁXIMO :	Nº 8	
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL) :	37.00	
2 in.	50.800						Límite Plástico (LP) :	32.00	
1 1/2 in.	38.100						Índice Plástico (IP) :	5.00	
1 in.	25.400						Clasificación (SUCS) :	ML	
3/4 in.	19.000						Clasificación (AASHTO) :	A-4 (4)	
1/2 in.	12.500						Índice de Consistencia :	3.94	
3/8 in.	9.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO		
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) :	REG-MALO	
Nº 4	4.750						Descripción (SUCS) :	Limo de baja plasticidad con arena	
Nº 8	2.360				100.00		Materia Orgánica :	-	
Nº 10	2.000	0.18	0.06	0.06	99.94		Tarbo :	-	
Nº 16	1.190						CU :	0.000 CC :	0.000
Nº 20	0.840	0.26	0.09	0.16	99.84		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS		
Nº 30	0.600						Grava > 2' :	0.00	
Nº 40	0.425	3.48	1.25	1.40	96.60		Grava 2' - Nº 4 :	0.00	
Nº 50	0.300						Arena Nº 8 - Nº 200 :	24.86	
Nº 60	0.250	13.38	4.79	6.19	93.81		Fines < Nº 200 :	75.34	
Nº 100	0.150	20.15	7.21	13.40	86.60		%>5' :	0.0%	
Nº 200	0.075	31.45	11.26	24.66	75.34				
< Nº 200	FONDO	219.50	75.34	100.00					

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad con la norma ASTM D 422-63 (2007) con fecha 21/02/2022

Certificado de conformidad con la norma UN-118-2021 con fecha 02/02/2022

BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 01000001

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 330015



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-006-09C
		Fecha	: 24 de febrero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+750	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 03	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROFUND.	: 0,30 - 1,45 m.	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
		ESTE	: 475204.55 m. E
		NORTE	: 8152708.79 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

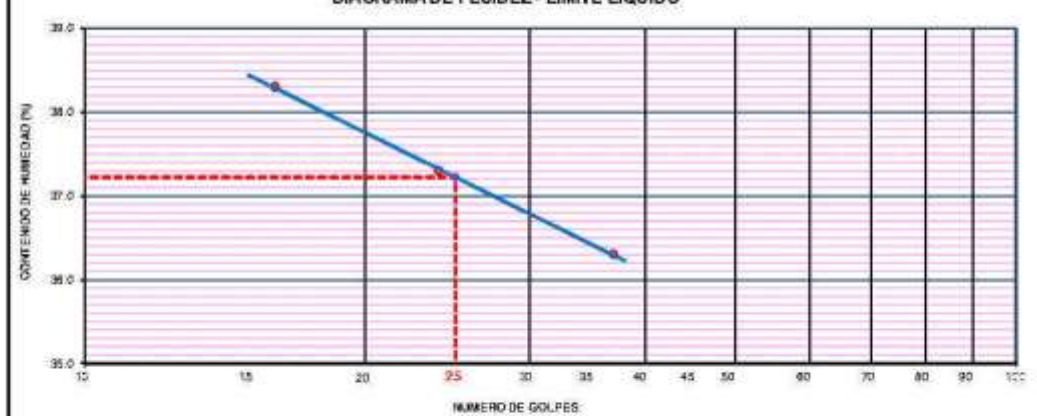
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA	n°	LC - 26	LC - 27	LC - 28
MASA DE LA TARA	[g]	48.66	46.09	46.45
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	68.43	64.95	66.27
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	62.96	59.83	60.99
MASA DE AGUA	[g]	5.47	5.12	5.28
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.3	13.74	14.54
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	38.3	37.3	36.3
NUMERO DE GOLPES	n°	16	24	37

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA		LC - 29	LC - 30
MASA DE LA TARA	[g]	46.52	46.61
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.75	49.57
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.96	48.86
MASA DE AGUA	[g]	0.79	0.71
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.44	2.25
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.4	31.6

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	37.00
LIMITE PLASTICO	32.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

CON. 330016

ING. BARTOLOME BAYET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CON. 578302



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC/02/22-006-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+750	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 03	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0.30 - 1.45 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 475204.55 m. E
		NORTE	: 8152708.79 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 16	CH - 17	CH - 18
Masa Tara	[g]	71.37	70.45	73.86
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	402.96	411.08	396.93
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	354.03	361.54	348.79
Masa Agua	[g]	48.93	49.52	48.14
Masa Suelo Seco	[g]	282.66	291.09	274.93
Contenido de Humedad	[g]	17.31	17.01	17.51
PROMEDIO	(%)	17.3		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

[Signature]
 BACH. C. BARTOLOME FRYET ECARRA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 (MÉXICO)

[Signature]
 ING. ABEL LUIS GONZALEZ CALLA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
 (MÉXICO)

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-006-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+750	SOLICITANTE :	Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 03		COORDENADAS
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO :	Nº B
PROFUND.	: 0.30 - 1.45 m.	MARGEN DE VÍA :	IZQUIERDO
		ESTE	: 473204.55 m. E
		NORTE	: 8152708.79 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4":	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (4)	% Ret. Tamiz 3/8":	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz Nº4:	GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	938 cm ³
MASA DEL MOLDE	3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5535	5587	5513	5491
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1854	1906	1832	1800
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.977	2.032	1.953	1.919

Capsula No	No	TP-09	TP-10	TP-11	TP-12
Masa de la Capsula	[g]	90.61	87.02	89.07	87.46
Suelo Humedo + Capsula	[g]	341.26	452.73	411.48	329.03
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	299.82	387.90	349.86	280.25
Masa del Agua	[g]	41.44	64.83	61.62	48.78
Masa del Suelo Seco	[g]	209.21	300.98	260.79	192.79
Humedad (%)	%	19.81%	21.55%	23.63%	25.30%
Promedio de Humedad (%)	%	19.81%	21.55%	23.63%	25.30%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.650	1.672	1.580	1.531
Peso Unitario Seco	kN/m ³	16.18	16.39	15.49	15.02

PROCTOR MODIFICADO	ASTM D-1557-I2e1	PESO UNITARIO SECO	1.675 gr/cc	16.430 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	21.20 %	21.20 %



OBSERVACIONES

Las MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

BACH. L.C. BARTOLOMEO GAYTANOS

INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

CNO - 0088424

BACH. LUIS GONZALEZ CALLA

INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

CNO - 001176



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUPO, PUNO 2021	Registro N°	IC-HCYC-0023-000-040
		Fecha	24 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES				
UBICACIÓN	CARRETERA D= DESAGUADERO - KELLUPO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROVENIENCIA	PROB. 15+750	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carries YANA CONDORE	COORDENADAS	
CALCATA	C - 03		ESTE	475204.55 m. E
MUESTRA	M - 02		NORTE	8152708.79 m. N
PROFUND.	0.20 - 1.45 m.		COTA	3844 m.a.s.n.m.
		TAMANO MÁXIMO : N° II		
		MARGEN DE VÍA : IZQUIERDO		

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (USCS)	HL	MÉTODO DE ENSAYO	Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4 [4]	REGO UNITARIO SECO	16.43 UN/m ²
DESCRIPCIÓN (USCS)	Uno de baja plasticidad con arena	UNIDAD ÓPTIMA	21.20 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

MOLDE No	COB	A-3	N-3	Q-3
NÚMERO DE CAPAS	5*	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	5*	50	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	5*	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	5*	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULO DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g	12529	12596	11792	11912	10942	10812
Masa del Molde	g	8227	8227	7661	7661	6765	6765
Masa del Suelo Húmedo	g	4302	4368	4131	4254	2877	4048
Volumen del Suelo	cm ³	2118	2118	2124	2124	2119	2119
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.036	2.063	1.946	1.992	1.368	1.910
Capítulo No	No	PC - 23	PC - 14	PC - 15	PC - 16	PC - 17	PC - 18
Masa de la Capícula	g	85.70	85.18	84.03	85.74	81.78	82.63
Suelo Húmedo + Capícula	g	550.99	559.01	551.50	598.35	591.12	595.79
Masa del Suelo Seco + Capícula	g	469.45	471.87	469.51	488.30	427.44	487.72
Masa del Agua	g	81.54	87.14	81.99	110.05	73.68	108.07
Masa del Suelo Seco	g	388.70	385.71	385.56	402.76	345.68	409.87
No de Humedad	%	21.23%	22.80%	21.24%	24.84%	21.31%	26.68%
Porcentaje de Humedad	%	21.25%	22.80%	21.24%	24.84%	21.31%	26.68%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.879	1.880	1.897	1.997	1.508	1.908
Peso Unitario Seco	kg/m ³	18.486	18.473	18.558	19.559	14.791	18.788

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	498.00	0.00	0.00	51.00	0.00	0.00	450.00	0.00	0.00
		24:00:00	500.00	0.85	0.04	45.00	0.10	0.06	458.00	0.20	0.16
		48:00:00	505.00	0.18	0.14	72.50	0.29	0.22	463.00	0.22	0.20
		72:00:00	507.00	0.22	0.18	75.50	0.37	0.29	468.00	0.41	0.32
		96:00:00	509.00	0.28	0.22	70.50	0.44	0.35	469.50	0.30	0.29

PENETRACIÓN															
Día	Hora	Tiempo	Carga Deflactor kg/cm ² / lbs	MOLDE No A-3				MOLDE No N-3				MOLDE No Q-3			
				LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.03	0.025	00:30		14.5	0.75	0.57		14.0	0.72	0.07		8.5	0.44	0.04	
1.27	0.030	01:00		36.5	1.88	0.18		25.5	1.32	0.12		17.5	0.80	0.09	
1.09	0.075	01:30		62.5	3.23	0.32		38.5	1.99	0.20		20.9	1.45	0.14	
2.94	0.100	02:00	79.31 / 6.9	89.0	4.68	0.45	7.97	32.0	2.89	0.28	0.29	39.8	2.02	0.20	4.30
3.17	0.125	02:30		114.0	5.89	0.58		68.0	3.41	0.33		49.8	2.53	0.25	
3.81	0.150	03:00		143.0	7.28	0.72		83.0	4.29	0.42		60.8	3.10	0.30	
5.08	0.200	04:00	105.40 / 10.35	195.5	10.10	0.89	10.83	120.0	6.20	0.61	7.83	89.5	4.83	0.45	5.80
6.35	0.250	05:00		206.0	12.52	1.27		162.0	8.40	0.82		116.0	6.02	0.59	
7.02	0.300	06:00		298.5	15.48	1.52		206.0	10.80	1.04		148.0	7.85	0.75	
8.89	0.350	07:00		352.0	18.19	1.78		245.5	12.69	1.24		176.5	9.12	0.89	
10.16	0.400	08:00		401.0	20.72	2.03		289.5	14.91	1.46		208.0	10.75	1.05	
11.43	0.450	09:00		458.5	23.28	2.28		320.0	16.54	1.62		233.0	12.04	1.18	
12.70	0.500	10:00		484.0	25.01	2.40		345.0	17.82	1.75		250.0	12.92	1.27	

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Presencia de 0.05% de lechuga ligera y paralización de fuerza "COLD" TIPO "S".
 Fecha: 24/02/2021
 Celdas: 10/10/2021
 BACH. I.C. BARTOLOME FAVET CAAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNI: 8066244
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 DNI: 8066244



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

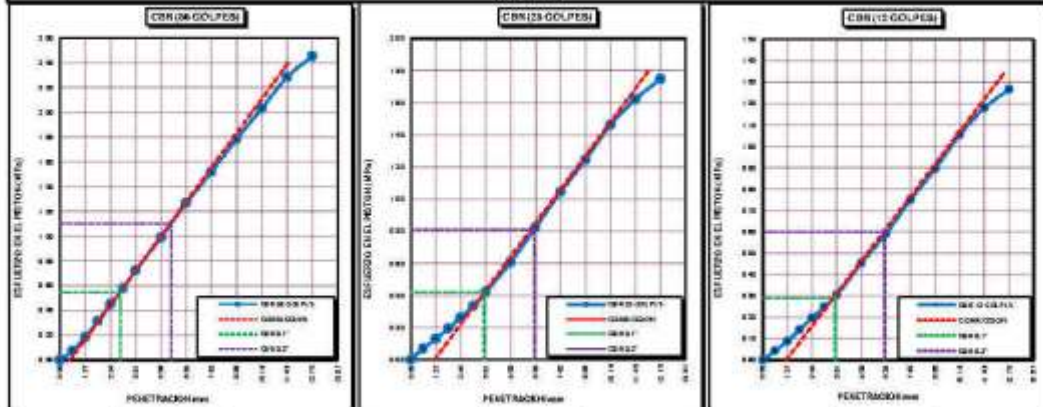
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYD-02/22-006-650
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PRDG. 16+750	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carman YANA CONDORI
CALICATA	C - 03	TAMANO MÁXIMO	Nº 8
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	IZQUIERDO
PROFUND.	0,30 - 1,45 m.		
		COORDENADAS	
		ESTE	475204,85 m. E
		NORTE	8152708,79 m. N
		COTA	3644 m.s.n.m.

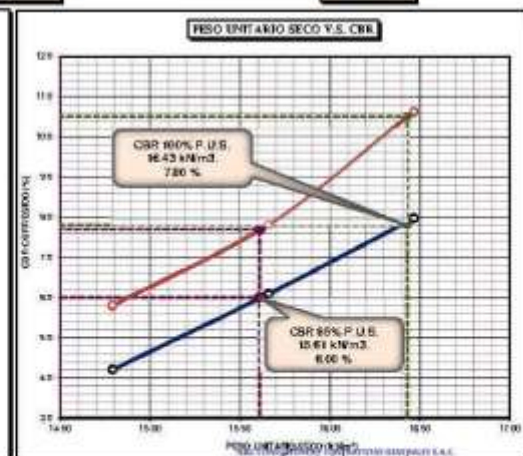
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-4 (4)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	arc de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	15,43 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	15,61 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	21,20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	7,80 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	10,50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	6,00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	7,70 %

GRÁFICOS



CBR C=1% CBR C=6% CBR C=1%



OBSERVACIONES: Los resultados y datos fueron proporcionados por el responsable del laboratorio de calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021.

(Signature)
ING. CARLOS BARTOLOME RIVERA OCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CMI - PUNO

(Signature)
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
CMI - PUNO



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

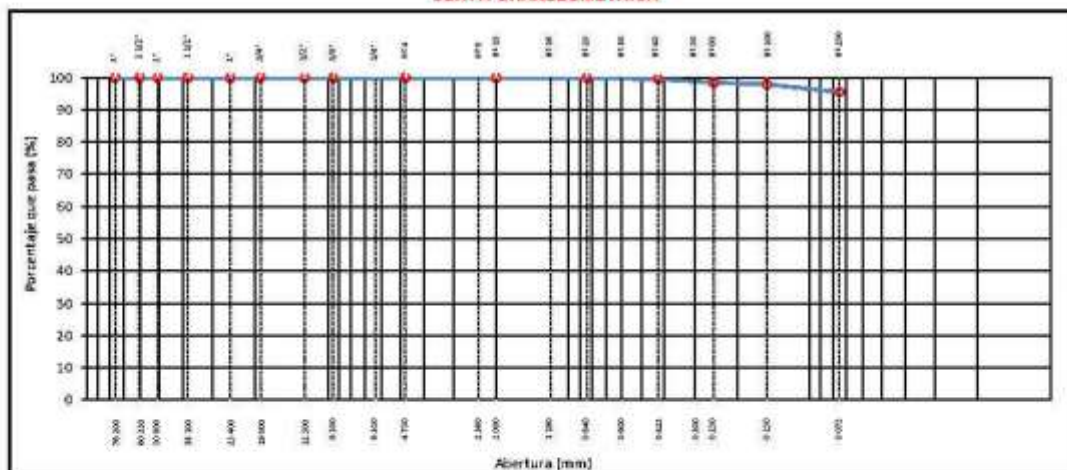
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTES	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-007-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+000	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO	: Nº 16
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0,00 - 0,15 m	COORDENADAS	ESTE : 474967.95 m. E NORTE : 8152641.91 m. S COTA : 3846 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (U22 - D2018 - D2019 - D2021 - D2047)
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 151.41 gr. Masa Global : 151.41 gr.
8 in.	152.400						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
5 in.	127.000						Contenido de Humedad (W) : 5.40
4 in.	101.600						TAMANO MÁXIMO : Nº 16
3 in.	76.200						Límite Líquido (LL) : 59.00
2 1/2 in.	60.350						Límite Plástico (LP) : 45.00
2 in.	50.800						Índice Plástico (IP) : 14.00
1 1/2 in.	38.100						Clasificación (SUCS) : MH
1 in.	25.400						Clasificación (AASHTO) : A-7-5 (21)
3/4 in.	19.000						Índice de Consistencia : 3.83
1/2 in.	12.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
3/8 in.	9.500						Descripción (AASHTO) : MALO
1/4 in.	6.350						Descripción (SUCS) : Limo de alta plasticidad
Nº 4	4.750						Materia Orgánica : -
Nº 8	2.360						Terzo : -
Nº 10	2.000						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 16	1.190				100.00		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 20	0.840	0.29	0.19	0.19	99.81		Grava > 2" : 0.00
Nº 30	0.600						Grava 2" - Nº 4 : 0.00
Nº 40	0.425	0.49	0.52	0.52	99.48		arena Nº8 - Nº 200 : 4.51
Nº 50	0.300						Finos < Nº 200 : 95.49
Nº 60	0.250	1.60	1.06	1.57	98.43		%<5" : 0.0%
Nº 100	0.150	0.82	0.54	2.11	97.89		
Nº 200	0.075	3.83	2.40	4.51	95.49		
< Nº 200	FONDO	144.58	95.49	100.00			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad con la norma ASTM D 422 con fecha 21/02/2022

Certificado de conformidad con la norma UNI-718-2021 con fecha 02/03/2022

BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 01000010

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 1200010



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYD, PUNCO 2021	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-007-09C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYD, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO		
PROCEDENCIA	: PR.DG. 17+000	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 04	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	ESTE	: 474967.85 m. E
PROFUND.	: 0.00 - 0.15 m.	TAMANO MÁXIMO	: N° 16
		NORTE	: 8152641.91 m. S
		MARGEN DE VÍA	: DERECHO
		COTA	: 3366 m.s.n.m.

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 31	LC - 32	LC - 33	
MASA DE LA TARA	[g]	47.18	46.82	48.69	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	67.59	65.53	67.95	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.89	58.54	60.83	
MASA DE AGUA	[g]	7.7	6.99	7.12	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.71	11.72	12.14	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	60.6	59.6	58.6	
NUMERO DE GOLPES	n°	16	23	33	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 34	LC - 35		
MASA DE LA TARA	[g]	46.46	46.24		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.81	49.70		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.47	48.63		
MASA DE AGUA	[g]	1.34	1.07		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	3.01	2.39		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	44.5	44.8		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	59.00
LIMITE PLASTICO	45.00
INDICE DE PLASTICIDAD	14.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

MARIO C. BARTOLOME BAYET CEAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
 ORO - PERU

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALIA
 INGENIERO EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS
 ORO - PERU



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC02/22-007-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+000	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO	: N° 16
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0.00 - 0.15 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 474967.85 m. E
		NORTE	: 8152641.91 m. S
		COTA	: 3846 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 19	CH - 20	CH - 21
Masa Tara	[g]	74.36	73.53	61.67
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	320.10	375.51	343.75
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	306.96	360.17	331.15
Masa Agua	[g]	13.14	15.34	12.60
Masa Suelo Seco	[g]	232.58	285.64	249.48
Contenido de Humedad	[g]	5.65	5.35	5.05
PROMEDIO	(%)	5.4		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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

DR. BARTOLOMÉ FARIEL CCAÑA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 UNI - PERÚ

ING. ALEX LUIS GOMEZ CACHA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 UNI - PERÚ



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

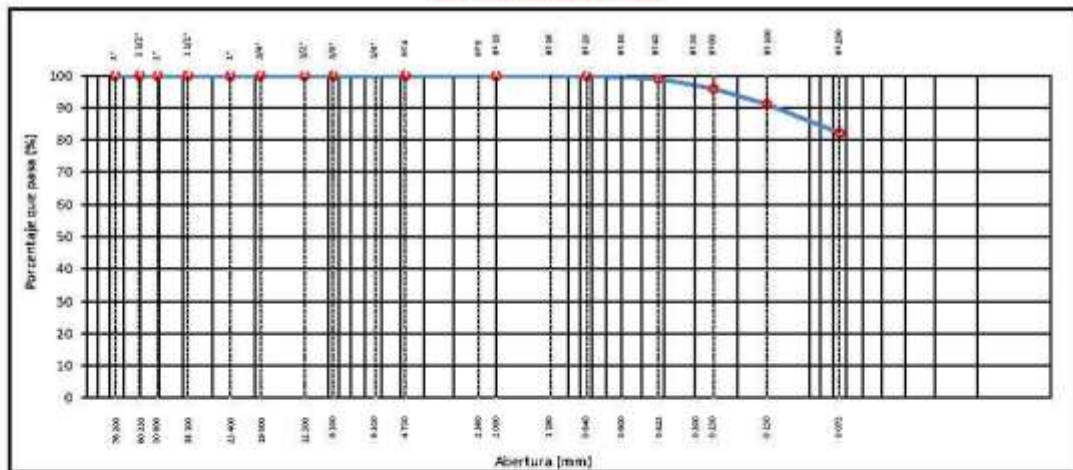
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-008-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+000	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO	: Nº 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0.15 - 1.50 m	COORDENADAS	ESTE : 474967.95 m. E NORTE : 8152641.91 m. S COTA : 3846 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (U22 - 02018 - 06018 - 04082 - 02047)		
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 271.04 gr.		
8 in.	152.400						Masa Global : 271.04 gr.		
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO		
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (W) :	14.30	
3 in.	76.200						TAMANO MÁXIMO :	Nº 8	
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL) :	45.00	
2 in.	50.800						Límite Plástico (LP) :	33.00	
1 1/2 in.	38.100						Índice Plástico (IP) :	12.00	
1 in.	25.400						Clasificación (SUCS) :	ML	
3/4 in.	19.000						Clasificación (AASHTO) :	A-7-5 (12)	
1/2 in.	12.500						Índice de Consistencia :	2.56	
3/8 in.	9.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO		
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) :	MALO	
Nº 4	4.750						Descripción (SUCS) :	Limo de baja plasticidad con arena	
Nº 8	2.360				100.00		Materia Orgánica :	-	
Nº 10	2.000	0.06	0.02	0.02	99.98		Tarbo :	-	
Nº 16	1.190						CU :	0.000 CC :	0.000
Nº 20	0.840	0.21	0.08	0.10	99.90		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS		
Nº 30	0.600						Grava > 2' :	0.00	
Nº 40	0.425	2.41	0.69	0.99	99.01		Grava 2' - Nº 4 :	0.00	
Nº 50	0.300						Arena Nº 8 - Nº 200 :	17.83	
Nº 60	0.250	8.33	3.07	4.06	95.94		Fines < Nº 200 :	82.17	
Nº 100	0.150	13.16	4.86	8.92	91.08		%<5' :	0.0%	
Nº 200	0.075	24.16	8.91	17.83	82.17				
< Nº 200	FONDO	222.71	82.17	100.00					

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad con la norma ASTM D 422-63 (2007) con fecha 21/02/2023

Certificado de conformidad con la norma UNI-718-2021 con fecha 08/02/2023

BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 01000001

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 3300010



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNCO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-008-09C
		Fecha : 24 de febrero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO	
PROCEDENCIA	: PR.DG. 17+000	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 04	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 02	ESTE : 474967.85 m. E
PROFUND.	: 0.15 - 1.50 m.	NORTE : 8152641.91 m. S
	TAMANO MÁXIMO : N° 8	COTA : 3346 m.s.n.m.
	MARGEN DE VÍA : DERECHO	

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 36	LC - 37	LC - 38	
MASA DE LA TARA	[g]	46.2	46.54	46.81	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	64.52	64.20	63.83	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	58.78	58.74	58.63	
MASA DE AGUA	[g]	5.74	5.46	5.2	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.58	12.2	11.82	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	45.6	44.8	44.0	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	24	33	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 39	LC - 40		
MASA DE LA TARA	[g]	48.61	48.58		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.29	52.58		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	50.62	51.59		
MASA DE AGUA	[g]	0.67	0.99		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.01	3.01		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33.3	32.9		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	45.00
LIMITE PLASTICO	33.00
INDICE DE PLASTICIDAD	12.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BARTOLOME BAYET CEAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 ING. FUNDACION

ALEX LUIS GOMEZ CALZA
 ING. EN INGENIERIA DE MATERIALES Y METALURGIA INDUSTRIAL
 CIP. 33895



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC02/22-088-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+000	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 04	TAMANO MÁXIMO	: Nº 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0.15 - 1.50 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 474967.85 m. E
		NORTE	: 8152641.91 m. S
		COTA	: 3846 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 22	CH - 23	CH - 24
Masa Tara	[g]	82.24	78.02	71.44
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	361.56	418.29	473.24
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	326.91	375.04	423.71
Masa Agua	[g]	34.65	43.25	49.53
Masa Suelo Seco	[g]	244.67	297.02	352.27
Contenido de Humedad	[g]	14.16	14.56	14.06
PROMEDIO	(%)	14.3		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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

BACH. D. BARTOLOME FAXET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNI : 91665424

ING. ALEX LUIS DOMÍNGUEZ CALLA
DNI N.º 43934803
INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
DNI : 200176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-008-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+000	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 04		
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROFUND.	: 0.15 - 1.50 m.	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
		COORDENADAS	
		ESTE	: 474967.85 m. E
		NORTE	: 8152641.91 m. S
		COTA	: 3846 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4"	: METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-5 (12)	% Ret. Tamiz 3/8"	: No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 938 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5382	5465	5428	5392
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1701	1784	1747	1711
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.813	1.902	1.862	1.824

Capsula No	No	TP-13	TP-14	TP-15	TP-16
Masa de la Capsula	[g]	89.12	89.58	91.92	86.50
Suelo Humedo + Capsula	[g]	443.59	489.00	435.37	470.77
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	388.01	419.11	368.60	387.96
Masa del Agua	[g]	55.58	69.89	66.77	82.81
Masa del Suelo Seco	[g]	298.89	329.53	276.68	301.46
Humedad (%)	%	18.60%	21.21%	24.13%	27.47%
Promedio de Humedad (%)	%	18.60%	21.21%	24.13%	27.47%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.529	1.569	1.500	1.431
Peso Unitario Seco	kN/m ³	15.00	15.39	14.71	14.03

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-I2e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.570 gr/cc	: 15.400 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Humedo	HUMEDAD OPTIMA	: 21.00 %	: 21.00 %



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Declaración de colaboración N° LT-445-2021 con fecha 28/12/2021

BACH. I.C. BARTOLOME JAVIER CCAMA
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
SUC - FUNDACION

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
CALLE DE LOS HERMANOS YAGNER 02005
PUNO - PERU



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUPO, KM. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	Registro N°	IC-HCVC-0023-006-SAC
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES				
UBICACIÓN	CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUPO, Km. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROVENIENCIA	PROB. 17+800	SOLICITANTE + Bach. I.C. Mary Carries YANA CONDORE	COORDENADAS	
CALCATA	C - 04		ESTE	479867,85 m. E
MUESTRA	M - 02	TAMANO MÁXIMO : N° II	NORTE	8132841,91 m. N
PROFUND.	0.15 - 1.50 m.		MARGEN DE VÍA + DERECHO	COTA	3846 m.a.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (USCS)	HL	METODO DE ENSAYO	Método 'A'
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-7-5 (12)	REGO UNITARIO SECO	15.40 UN/m ²
INDICACIÓN (USCS)	Uno de baja plasticidad con arena	UNIDAD ÓPTIMA	23.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

MOLDE No	COB	A-4	B-4	Q-4
NÚMERO DE CAPAS	5*	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	50	50	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	1	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	1	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR

REGISTROS Y CALCULO DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g	12347	12403	11460	11578	10804	11046
Masa del Molde	g	8273	8278	7587	7587	7201	7281
Masa del Suelo Húmedo	g	4074	4125	3873	3991	3603	3765
Volumen del Suelo	cm ³	2113	2113	2110	2110	2110	2110
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	1.928	1.955	1.831	1.896	1.737	1.814
Capítulo No	kg	PC - 29	PC - 20	PC - 21	PC - 22	PC - 23	PC - 24
Masa de la Capícula	g	84.70	85.58	83.03	85.83	83.88	83.67
Suelo Húmedo + Capícula	g	84.82	86.41	83.68	86.68	84.77	84.76
Masa del Suelo Seco + Capícula	g	511.02	468.91	449.88	466.62	428.84	429.87
Masa del Agua	g	58.79	86.50	86.68	82.26	75.32	94.89
Masa del Suelo Seco	g	452.23	375.32	363.20	384.36	353.52	334.98
No de Humedad	%	22.09%	23.58%	22.02%	25.58%	22.91%	27.41%
Porcentaje de Humedad	%	22.09%	23.58%	22.02%	25.58%	22.91%	27.41%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.580	1.583	1.590	1.502	1.424	1.424
Peso Unitario Seco	kg/m ³	15.498	15.510	14.714	14.725	13.963	13.963

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Expansión		Expansión		Expansión		Expansión		
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%	
		0:00:00	218.00	0.00	0.00	473.00	0.00	0.00	503.50	0.00	0.00
		24:00:00	229.00	0.85	0.04	476.00	0.68	0.06	508.00	0.11	0.89
		48:00:00	221.00	0.88	0.08	480.00	0.18	0.14	512.00	0.22	0.17
		72:00:00	222.00	0.10	0.08	482.00	0.23	0.16	513.00	0.29	0.23
		96:00:00	222.00	0.10	0.08	483.00	0.23	0.20	517.00	0.34	0.27

PENETRACIÓN															
mm	Rug.	Tiempo	Carga Deflactor kg/cm ² / lbs	MOLDE No				MOLDE No				MOLDE No			
				LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.03	0.025	00:30		28.1	0.45	0.04		33.8	0.71	0.07		11.9	0.82	0.06	
1.27	0.050	01:00		63.4	0.28	0.22		32.7	1.74	0.17		25.8	1.29	0.12	
1.99	0.075	01:30		90.6	4.68	0.46		55.0	2.84	0.28		20.4	1.98	0.19	
2.94	0.100	02:00	79.31 / 6.9	115.3	6.17	0.60	8.70	74.3	3.87	0.38	6.52	50.8	2.82	0.26	3.82
3.17	0.125	02:30		136.7	7.22	0.71		92.7	4.79	0.47		62.9	3.25	0.32	
3.81	0.150	03:00		164.8	8.62	0.85		108.2	5.80	0.55		73.5	3.80	0.37	
5.08	0.200	04:00	105.40 / 18.35	209.2	10.81	1.06	19.43	144.1	7.45	0.73	7.34	94.1	4.88	0.48	4.84
6.35	0.250	05:00		246.4	12.73	1.25		168.7	8.72	0.86		111.8	5.77	0.57	
7.62	0.300	06:00		279.7	14.29	1.40		200.8	10.38	1.02		120.0	6.81	0.65	
8.89	0.350	07:00		304.0	15.71	1.54		233.2	12.86	1.18		143.7	7.43	0.72	
10.16	0.400	08:00		334.6	17.29	1.70		260.7	13.47	1.32		157.0	8.11	0.80	
11.43	0.450	09:00		359.9	18.60	1.82		285.5	14.75	1.45		168.5	8.71	0.85	
12.70				381.7	19.72	1.93		306.1	15.82	1.55		178.3	9.21	0.90	

Observaciones: Los resultados y datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.
 Hecho en Puno con indicador de lectura digital y paralización de fuerza "CBLD TIPO 3".
 Fecha: 24/02/2022 a las 11:30 AM. Cálculo: G&C

MARY CARRIES YANA CONDORE
 TÉCNICA ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNI: 01863404

ING. MAXIMILIANO GARCÍA CALA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y CONTRATISTAS GENERALES
 DNI: 000178



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

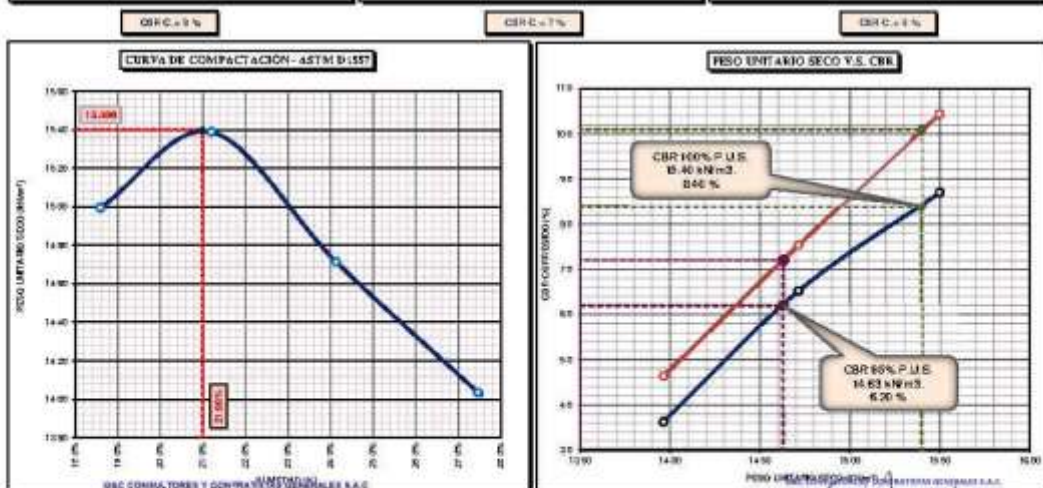
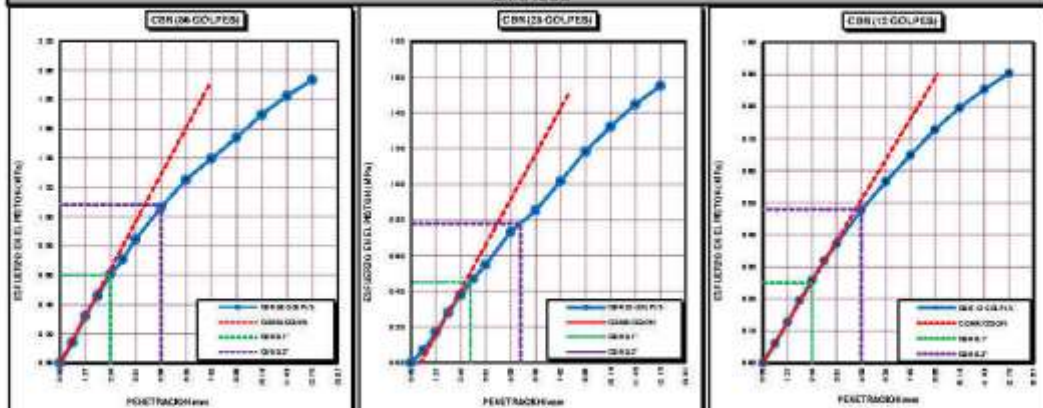
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYC-02/22-008-65C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACION	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 17+000	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carman YANA CONDORI
CALICATA	C - 04	TAMANO MÁXIMO	Nº 8
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
PROFUND.	0.15 - 1.50 m.		
		COORDENADAS	ESTE : 474967.85 m. E NORTE : 8152641.91 m. S COTA : 3646 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACION (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACION (AASHTO)	A-7-5 (12)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCION (SUCS)	limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE INMERSION	4 Dias (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	15.40 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	14.63 kN/m ³
		HUMEDAD OPTIMA	23.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	8.40 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	10.10 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	6.20 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	7.20 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE CALIBRACION N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALBA LUIS GONZALO CUELLA
ING. EN GEOTECNIA Y EN MATERIALES DE CONSTRUCCION
CIP - 208126



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

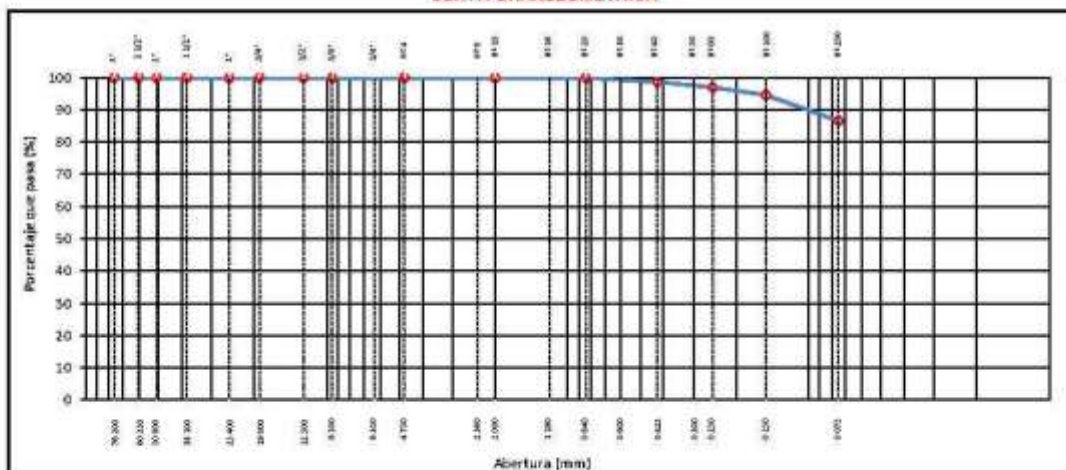
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-009-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+250	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 05	TAMANO MÁXIMO	: Nº 8
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0,00 - 0,20 m	COORDENADAS	ESTE : 474745,92 m. E NORTE : 8152519,34 m. S COTA : 3848 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (U22 - D618 - D422 - D2487)
10 in.	254,000						Masa inicial seca : 333,75 gr. Masa Global : 333,75 gr.
8 in.	152,400						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
5 in.	127,000						Contenido de Humedad (W) : 3,30
4 in.	101,600						TAMANO MÁXIMO : Nº 8
3 in.	76,200						Límite Líquido (LL) : 47,00
2 1/2 in.	60,350						Límite Plástico (LP) : 34,00
2 in.	50,800						Índice Plástico (IP) : 13,00
1 1/2 in.	38,100						Clasificación (SUCS) : ML
1 in.	25,400						Clasificación (AASHTO) : A-7-5 (14)
3/4 in.	19,000						Índice de Consistencia : 3,35
1/2 in.	12,500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
3/8 in.	9,500						Descripción (AASHTO) : MALO
1/4 in.	6,350						Descripción (SUCS) : Limo de baja plasticidad
Nº 4	4,750						Materia Orgánica : -
Nº 8	2,360				100,00		Tarbo : -
Nº 10	2,000	0,14	0,05	0,05	99,95		CU : 0,000 CC : 0,000
Nº 16	1,190						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 20	0,840	0,33	0,11	0,15	99,85		Grava > 2" : 0,00
Nº 30	0,600						Grava 2" - Nº 4 : 0,00
Nº 40	0,425	3,75	1,23	1,39	96,61		Arena Nº 8 - Nº 200 : 13,45
Nº 50	0,300						Fines < Nº 200 : 86,55
Nº 60	0,250	5,15	1,70	3,08	95,92		%<5" : 0,0%
Nº 100	0,150	7,32	2,41	5,49	94,51		
Nº 200	0,075	24,16	7,95	13,45	86,55		
< Nº 200	FONDO	262,91	86,55	100,00			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad con la norma ASTM D 422 con fecha 21/02/2022

Certificado de conformidad con la norma ASTM D 422 con fecha 20/02/2022

BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 1200016

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 1200016

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYD, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-009-09C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYD, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA CALICATA	: PR.DG. 17+250	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : N° 8
PROFUND.	: 0,00 - 0,20 m.	MARGEN DE VÍA : IZQUIERDO
		COORDENADAS
		ESTE : 474745,92 m. E
		NORTE : 8152519,34 m. S
		COTA : 3848 m.s.n.m.

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 41	LC - 42	LC - 43	
MASA DE LA TARA	[g]	46,71	47,02	46,64	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	65,93	61,91	63,23	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59,70	57,14	57,99	
MASA DE AGUA	[g]	6,23	4,77	5,24	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12,99	10,12	11,35	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	48,0	47,1	46,2	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	37	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 44	LC - 45		
MASA DE LA TARA	[g]	47,04	48,58		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50,50	51,60		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49,63	50,84		
MASA DE AGUA	[g]	0,87	0,76		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2,59	2,26		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	33,6	33,6		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	47,00
LIMITE PLASTICO	34,00
INDICE DE PLASTICIDAD	13,00

BÁRBARA BARTOLOME SAYET CEAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
 ING. FÍSICO

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALIA
 ING. DE INGENIERIA EN METALURGIA Y MATERIALES
 CIP. 3389-18



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC/02/22-009-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+250	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 05	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0.00 - 0.20 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 474745.92 m. E
		NORTE	: 8152519.34 m. S
		COTA	: 3848 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 25	CH - 26	CH - 27
Masa Tara	[g]	75.50	60.26	79.46
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	377.13	404.10	322.11
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	367.38	395.15	313.58
Masa Agua	[g]	9.75	8.95	8.53
Masa Suelo Seco	[g]	291.88	314.87	234.12
Contenido de Humedad	[g]	3.34	2.84	3.64
PROMEDIO	(%)	3.3		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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

[Signature]
 BACH. J. C. BARTOLOME FAYET CCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 DNE - 01063624

[Signature]
 ING. ANDRÉS DOMÍNGUEZ CALLA
 DNE - 01063624



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

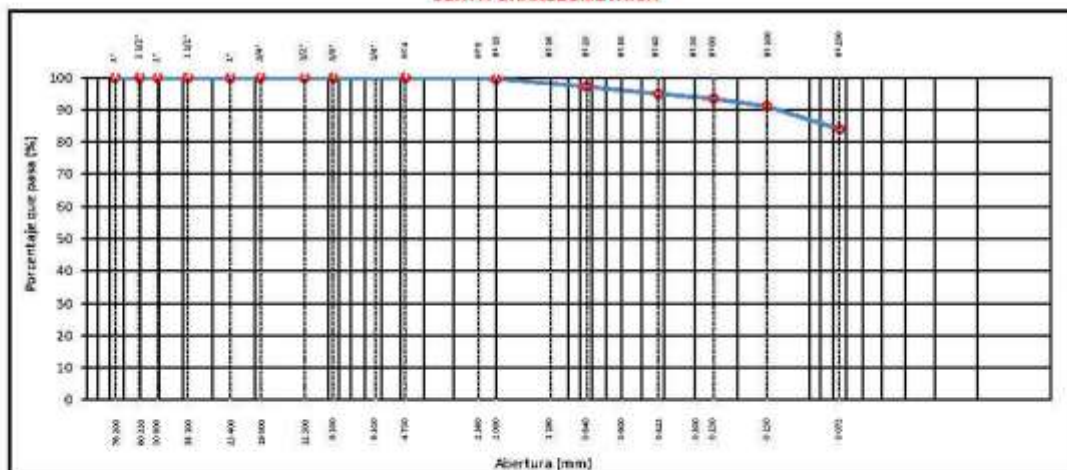
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-010-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+250	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 05	TAMANO MÁXIMO	: Nº 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0,20 - 1,60 m		
		COORDENADAS	
		ESTE	: 474745.92 m. E
		NORTE	: 8152519.34 m. S
		COTA	: 3848 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTO (mm)	BARRA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (U22 - 02018 - 06018 - 04062 - 02047)	
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 273.06 gr.	
8 in.	152.400						Masa Global : 273.06 gr.	
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (w) :	8.80
3 in.	76.200						TAMANO MAXIMO :	Nº 8
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL) :	45.00
2 in.	50.800						Límite Plástico (LP) :	35.00
1 1/2 in.	38.100						Índice Plástico (IP) :	11.00
1 in.	25.400						Clasificación (SUCS) :	ML
3/4 in.	19.000						Clasificación (AASHTO) :	A-7-5 (11)
1/2 in.	12.500						Índice de Consistencia :	3.62
3/8 in.	9.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
1/4 in.	6.350						Descripción (AASHTO) :	MALO
Nº 4	4.750						Descripción (SUCS) :	Limo de baja plasticidad con arena
Nº 8	2.360				100.00		Materia Orgánica :	-
Nº 10	2.000	1.20	0.44	0.44	99.56		Tarbo :	-
Nº 16	1.190						CU :	0.000
Nº 20	0.840	6.54	2.40	2.83	97.17		CC :	0.000
Nº 30	0.600						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	
Nº 40	0.425	5.99	2.19	5.03	94.97		Grava > 2" :	0.00
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 :	0.00
Nº 60	0.250	4.15	1.52	6.55	93.45		Arena Nº 8 - Nº 200 :	16.01
Nº 100	0.150	6.62	2.42	8.97	91.03		Fines < Nº 200 :	83.99
Nº 200	0.075	19.21	7.04	16.01	83.99		%>5" :	0.0%
< Nº 200	FONDO	229.35	83.99	100.00				

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad con la norma ASTM D 422-63 (2007) con fecha 21/02/2022

Certificado de conformidad con la norma UN-118-2021 con fecha 02/02/2022

BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 01000010

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 1000010

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNCO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-010-09C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO		
PROCEDENCIA CALICATA	: PRDG. 17+250	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROFUND.	: 0.20 - 1.60 m.	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
		COORDENADAS	
		ESTE	: 474745.92 m. E
		NORTE	: 8152519.34 m. S
		COTA	: 3848 m.s.n.m.

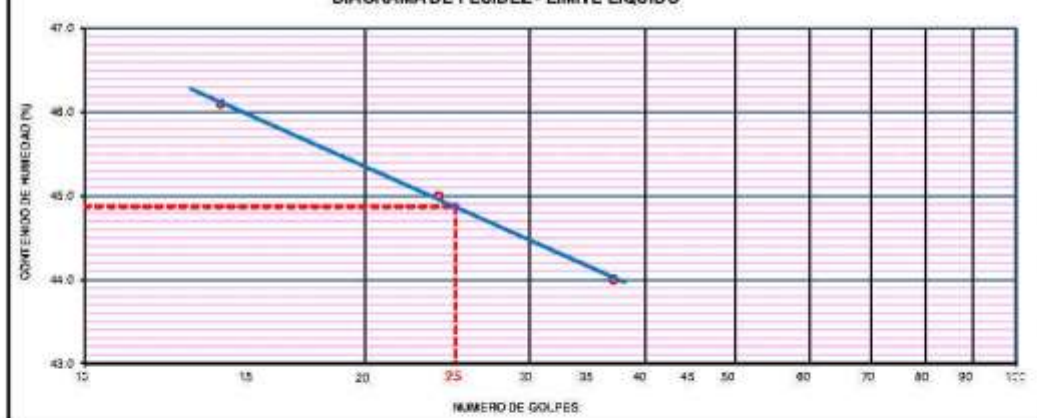
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA	n°	LC - 46	LC - 47	LC - 48
MASA DE LA TARA	[g]	46.79	46.62	46.7
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	66.02	63.18	61.47
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.95	58.04	56.96
MASA DE AGUA	[g]	6.07	5.14	4.51
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.16	11.42	10.26
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.1	45.0	44.0
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	37

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA		LC - 49	LC - 50
MASA DE LA TARA	[g]	48.67	46.71
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.94	49.68
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.10	48.92
MASA DE AGUA	[g]	0.84	0.76
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.43	2.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.6	34.4

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	45.00
LIMITE PLASTICO	36.00
INDICE DE PLASTICIDAD	9.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

CON. 33895.18

BARTOLOME BAYET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
ONG. 9789021



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC02/22-010-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA	: PROG. 17+250	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 05	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: IZQUIERDO
PROFUND.	: 0.20 - 1.60 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 474745.92 m. E
		NORTE	: 8152519.34 m. S
		COTA	: 3848 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 28	CH - 29	CH - 30
Masa Tara	[g]	78.97	78.18	81.51
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	382.51	421.23	382.48
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	357.46	393.21	358.92
Masa Agua	[g]	25.06	28.02	23.56
Masa Suelo Seco	[g]	278.49	315.05	277.41
Contenido de Humedad	[g]	8.99	8.89	8.49
PROMEDIO	(%)	8.8		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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


 BACH. B.C. BARTOLOMÉ FAVRE CABRA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNI: 81885424


 DR. JUAN CARLOS COMAS CAZA
 DNI: 81885424

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-010-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+250	SOLICITANTE :	Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 05		
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO :	Nº B
PROFUND.	: 0.20 - 1.60 m.	MARGEN DE VÍA :	IZQUIERDO
		COORDENADAS	
		ESTE	: 474745.92 m. E
		NORTE	: 8152519.34 m. S
		COTA	: 3848 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4"	
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-5 (11)	% Ret. Tamiz 3/8"	
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz Nº4:	
		METODO DE ENSAYO	Método "A"
		No DE CAPAS	05
		GOLPES POR CAPA	25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	938 cm ³
MASA DEL MOLDE	3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5423	5514	5460	5420
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1742	1833	1779	1739
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.857	1.954	1.897	1.954

Capsula No	No	TP-17	TP-18	TP-19	TP-20
Masa de la Capsula	[g]	86.58	90.95	88.45	87.15
Suelo Humedo + Capsula	[g]	374.98	399.21	423.36	405.33
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	319.19	336.56	351.02	332.08
Masa del Agua	[g]	55.79	62.65	72.34	73.25
Masa del Suelo Seco	[g]	232.61	245.61	262.57	244.93
Humedad (%)	%	23.98%	25.51%	27.55%	29.91%
Promedio de Humedad (%)	%	23.98%	25.51%	27.55%	29.91%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.498	1.557	1.487	1.427
Peso Unitario Seco	kN/m ³	14.69	15.27	14.58	14.00

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-I2e1	PESO UNITARIO SECO	1.557 gr/cc	15.270 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Humedo	HUMEDAD OPTIMA	25.50 %	25.50 %



OBSERVACIONES : LA MUESTRA Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Duplicada y colaboración N° LT-445-2021 con fecha 28/12/2021

BARTOLOME FAYET CCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNE. FONVIALA

ING. ALEX CUBA DOMEST CALLA
 DNE. FONVIALA



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

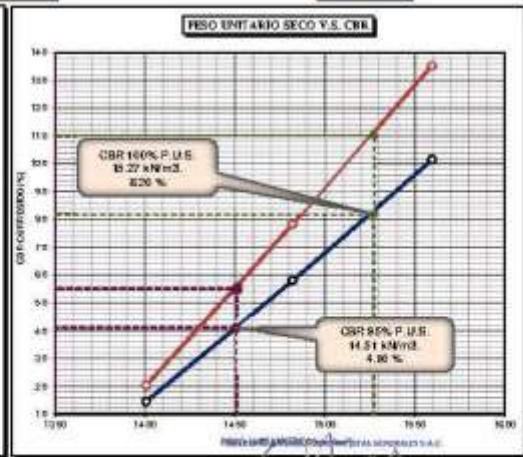
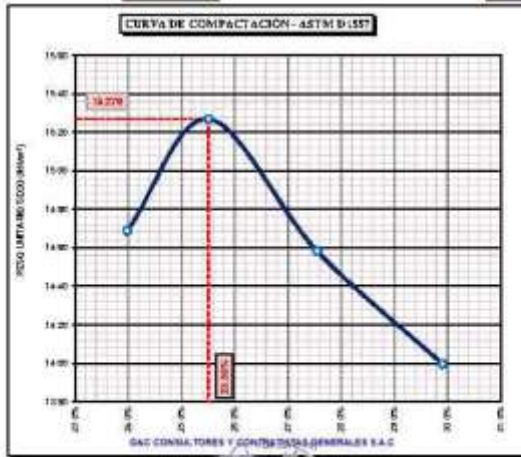
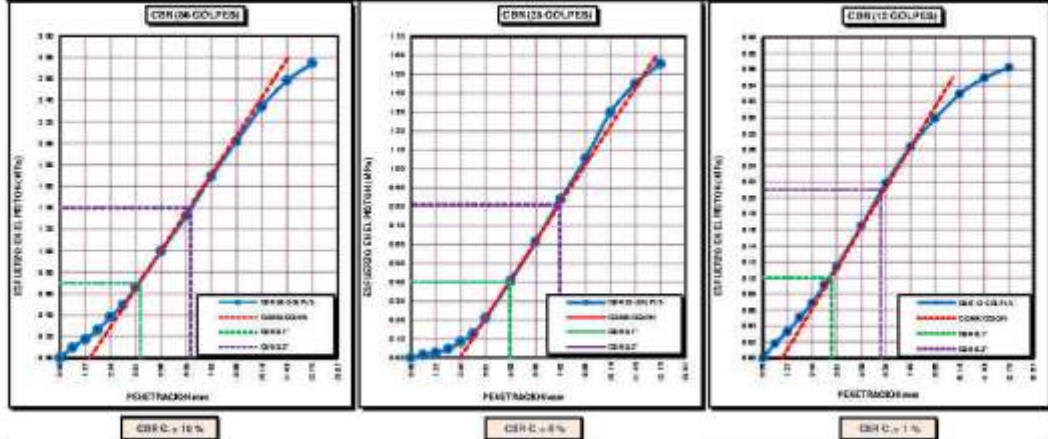
TESIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYC-02/22-010-650
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACION	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 17+250	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	C - 05	TAMANO MÁXIMO	Nº 8
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHERO
PROFUND.	0.20 - 1.60 m.	COTA	3648 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACION (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACION (AASHTO)	A-7-5 (11)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCION (SUCS)	Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE INMERSION	4 Dias (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	15.27 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	14.52 kN/m ³
		HUMEDAD OPTIMA	25.50 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	8.20 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	11.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	4.10 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	5.50 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES: LOS MUESTREOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL PROYECTO. Se realizó la calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. J.C. BARTOLOME FAYET ECAMA
INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PAVIMENTOS
CINE - 0755524

ING. ALEX SARA GOMEZ CALA
INGENIERA ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PAVIMENTOS
CINE - 0755519



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

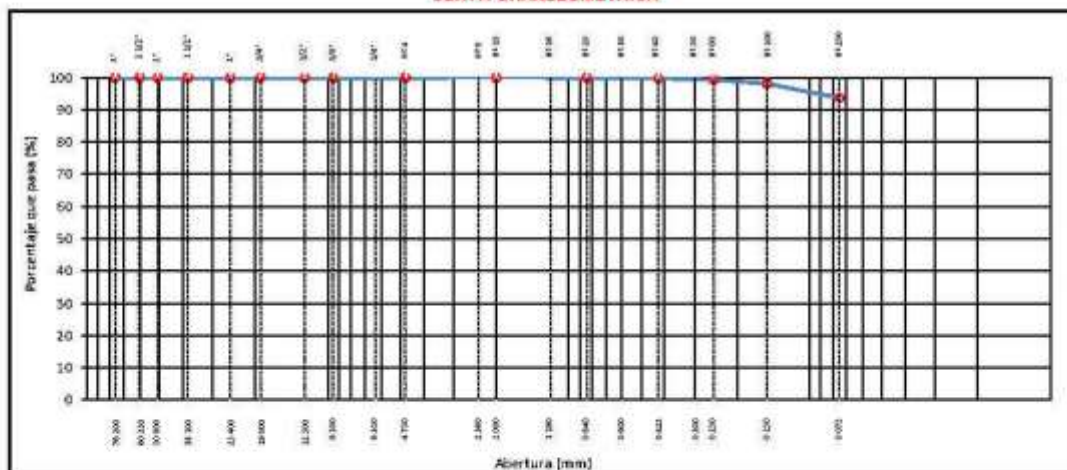
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-011-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2023

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - D6	TAMANO MÁXIMO	: Nº 8
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0,00 - 0,17 m	COORDENADAS	ESTE : 474496,78 m. E NORTE : 8152459,45 m. S COTA : 3850 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (U22 - D2018 - D2019 - D2021 - D2027)
10 in.	254,000						Masa Inicial seca : 278,83 gr. Masa Global : 278,83 gr.
8 in.	152,400						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO Contenido de Humedad (W) : 7,80 TAMANO MÁXIMO : Nº 8 Límite Líquido (LL) : 49,00 Límite Plástico (LP) : 36,00 Índice Plástico (IP) : 13,00 Clasificación (SUCS) : ML Clasificación (AASHTO) : A-7-5 (17) Índice de Consistencia : 3,17
5 in.	127,000						
4 in.	101,600						DESCRIPCIÓN DEL SUELO Descripción (AASHTO) : MALO Descripción (SUCS) : Limo de baja plasticidad
3 in.	76,200						
2 1/2 in.	60,350						Materia Orgánica : Tarbo : -- CU : 0,000 CC : 0,000
2 in.	50,800						
1 1/2 in.	38,100						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS Grava > 2" : 0,00 Grava 2" - Nº 4 : 0,00 Arena Nº 4 - Nº 200 : 8,31 Fines < Nº 200 : 93,69 %<5" : 0,0%
1 in.	25,400						
3/4 in.	19,000						
1/2 in.	12,500						
3/8 in.	9,500						
1/4 in.	6,350						
Nº 4	4,750						
Nº 8	2,360				100,00		
Nº 10	2,000	0,04	0,01	0,01	99,99		
Nº 16	1,190						
Nº 20	0,840	0,14	0,05	0,06	99,94		
Nº 30	0,600						
Nº 40	0,425	0,55	0,20	0,26	99,74		
Nº 50	0,300						
Nº 60	0,250	1,21	0,43	0,70	99,30		
Nº 100	0,150	3,23	1,16	1,85	98,15		
Nº 200	0,075	12,42	4,45	6,31	93,69		
< Nº 200	FONDO	261,24	93,69	100,00			

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad N° 17-45-2021 con fecha 21/02/2021

Certificado de conformidad N° UN-124-2021 con fecha 08/01/2021

BARTOLOME BAYET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 00000000

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 33895



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNCO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-011-09C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO		
PROCEDENCIA	: PRDG. 17+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 06	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROFUND.	: 0,00 - 0,17 m.	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
		ESTE	: 474496.79 m. E
		NORTE	: 8152459.45 m. S
		COTA	: 3850 m.s.n.m.

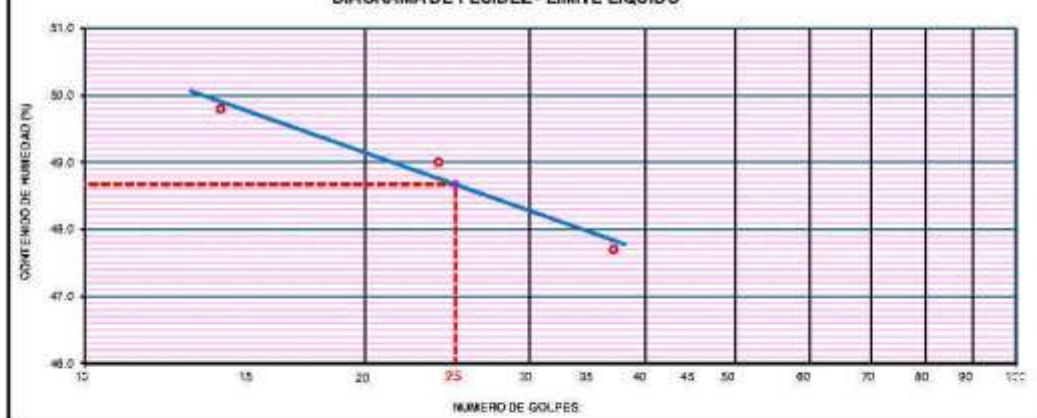
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA	n°	LC - 51	LC - 52	LC - 53
MASA DE LA TARA	[g]	46.16	46.28	48.67
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	66.28	61.49	66.28
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.59	56.52	60.59
MASA DE AGUA	[g]	6.69	4.97	5.69
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.43	10.14	11.92
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	49.8	49.0	47.7
NUMERO DE GOLPES	n°	14	24	37

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nº. DE TARA		LC - 54	LC - 55
MASA DE LA TARA	[g]	48.7	46.7
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	52.77	49.73
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.70	48.92
MASA DE AGUA	[g]	1.07	0.81
MASA DEL SUELO SECO	[g]	3.00	2.22
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.7	36.5

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	49.00
LIMITE PLASTICO	36.00
INDICE DE PLASTICIDAD	13.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA

ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES

CON. 3399/18

ING. BARTOLOME SAVET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CON. 9789/11



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC02/22-011-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+500	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 06	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 01	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0.00 - 0.17 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 474496.78 m. E
		NORTE	: 8152459.45 m. S
		COTA	: 3850 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 31	CH - 32	CH - 33
Masa Tara	[g]	77.64	78.37	80.64
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	383.19	357.40	459.51
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	361.55	335.20	433.01
Masa Agua	[g]	21.64	21.20	26.50
Masa Suelo Seco	[g]	283.91	257.83	352.37
Contenido de Humedad	[g]	7.52	8.22	7.52
PROMEDIO	(%)	7.8		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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


 BÀRBARA BARTOLOMÉ FAYET CCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 286 - 2796322


 ING. ALEX JOSÉ GÓMEZ CILLA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
 274 - 296376



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

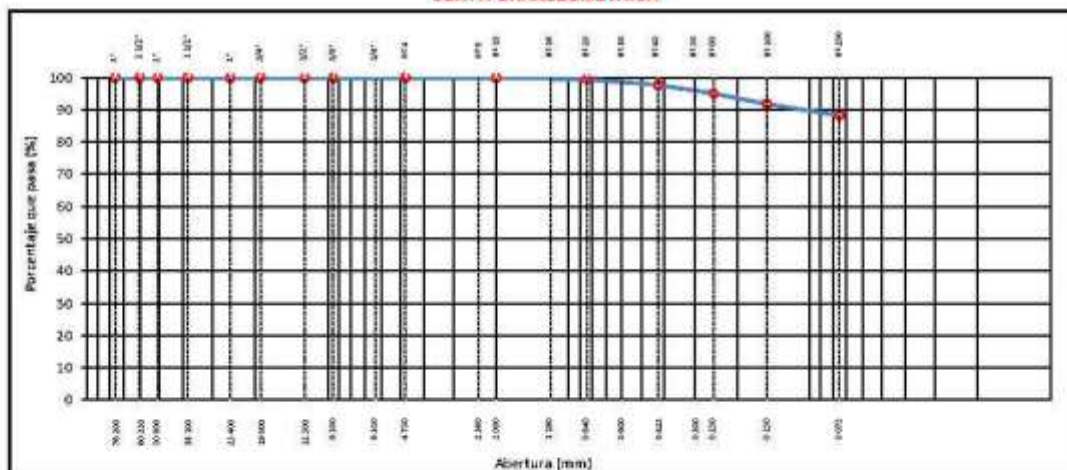
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESTS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-012-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - D6	TAMANO MÁXIMO	: Nº 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0.17 - 1.56 m	COORDENADAS	ESTE : 474496.78 m. E NORTE : 8152459.45 m. S COTA : 3850 m.s.n.m.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	BAJA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (U22 - D2018 - D2019 - D2021 - D2047)
10 in.	254.000						Masa Inicial seca : 210.82 gr. Masa Global : 210.62 gr.
8 in.	152.400						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
5 in.	127.000						Contenido de Humedad (W) : 13.80
4 in.	101.600						TAMANO MÁXIMO : Nº 8
3 in.	76.200						Límite Líquido (LL) : 37.00
2 1/2 in.	60.350						Límite Plástico (LP) : 33.00
2 in.	50.800						Índice Plástico (IP) : 4.00
1 1/2 in.	38.100						Clasificación (SUCS) : ML
1 in.	25.400						Clasificación (AASHTO) : A-4 (5)
3/4 in.	19.000						Índice de Consistencia : 5.80
1/2 in.	12.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
3/8 in.	9.500						Descripción (AASHTO) : REG-MALO
1/4 in.	6.350						Descripción (SUCS) : Limo de baja plasticidad
Nº 4	4.750						Materia Orgánica : -
Nº 8	2.360				100.00		Tarbo : -
Nº 10	2.000	0.28	0.13	0.13	99.87		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 16	1.190						CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 20	0.840	0.86	0.41	0.54	99.46		Grava > 2" : 0.00
Nº 30	0.600						Grava 2" - Nº 4 : 0.00
Nº 40	0.425	3.71	1.76	2.30	97.70		Arena Nº 8 - Nº 200 : 11.76
Nº 50	0.300						Fines < Nº 200 : 88.24
Nº 60	0.250	5.61	2.66	4.97	95.03		%<5" : 0.0%
Nº 100	0.150	6.96	3.31	8.28	91.72		
Nº 200	0.075	7.33	3.48	11.76	88.24		
< Nº 200	FONDO	185.85	88.24	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Certificado de conformidad N° 17-45-2021 con fecha 21/02/2021

Certificado de conformidad N° UN-124-2021 con fecha 08/02/2021

BARTOLOME BAYET CEAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 01800014

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
ING. EN GEOTECNIA Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
COP. 1289516



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

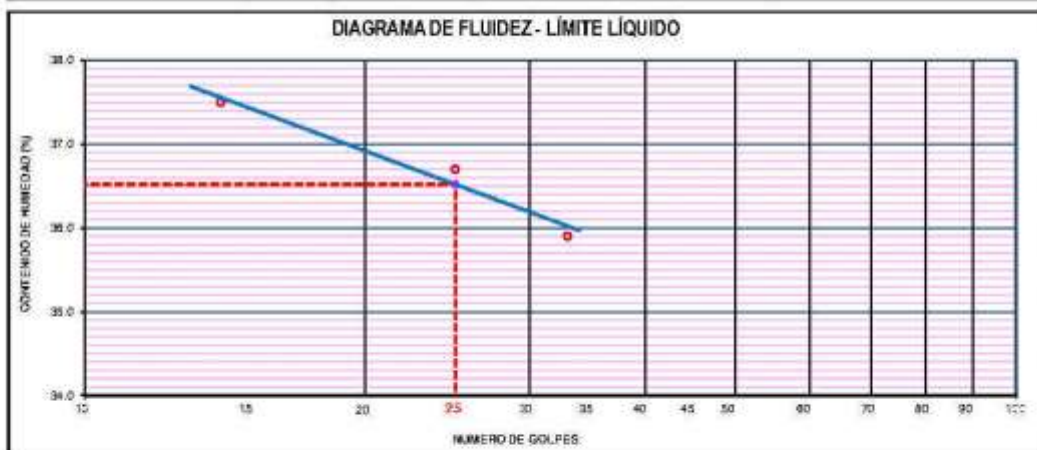
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNCO 2021	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-012-08C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNCO		
PROCEDENCIA	: PRDG. 17+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 06	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
PROFUND.	: 0,17 - 1,56 m.	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
		ESTE	: 474496.79 m. E
		NORTE	: 8152459.45 m. S
		COTA	: 3850 m.s.n.m.

LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA	n°	LC - 56	LC - 57	LC - 58	
MASA DE LA TARA	[g]	46.91	47	46.2	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	65.25	65.18	66.62	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.32	60.30	61.23	
MASA DE AGUA	[g]	5.03	4.88	5.4	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.41	13.9	15.03	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.5	36.7	35.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	25	33	

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nº. DE TARA		LC - 59	LC - 60		
MASA DE LA TARA	[g]	46.89	48.61		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.16	52.10		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.35	51.22		
MASA DE AGUA	[g]	0.81	0.88		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.46	2.61		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.9	33.7		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	37.00
LIMITE PLASTICO	33.00
INDICE DE PLASTICIDAD	4.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BARTOLOME FAYET CEAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
 ING. ESPECIALISTA

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALIA
 ING. DE INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS
 ING. ESPECIALISTA



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MDC02/22-002-G&C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+500	SOLICITANTE	: Bach. I. C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 06	TAMANO MÁXIMO	: N° 8
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
PROFUND.	: 0.17 - 1.56 m.	COORDENADAS	
		ESTE	: 474496.78 m. E
		NORTE	: 8152459.45 m. S
		COTA	: 3850 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 34	CH - 35	CH - 36
Masa Tara	[g]	88.50	82.24	84.81
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	404.01	403.91	355.45
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	365.59	365.74	322.08
Masa Agua	[g]	38.42	38.17	33.37
Masa Suelo Seco	[g]	279.09	283.50	237.27
Contenido de Humedad	[g]	13.77	13.46	14.06
PROMEDIO	(%)	13.8		

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

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


 SACHA E. BARTOLOME FAYET CCAAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNE - 01800228


 ING. AXEL LUIS GOMEZ CELIA
 DNE - 01800228

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-012-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 17+500	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS
CALICATA	: C - 06		ESTE : 474496.78 m. E
MUESTRA	: M - 02	TAMANO MÁXIMO : N° 8	NORTE : 8152459.45 m. S
PROFUND.	: 0.17 - 1.56 m.	MARGEN DE VÍA : DERECHO	COTA : 3850 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4"	METODO DE ENSAYO : Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (5)	% Ret. Tamiz 3/8"	No DE CAPAS : 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	GOLPES POR CAPA : 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 938 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5507	5588	5450	5405
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1826	1907	1769	1724
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.947	2.033	1.886	1.938

Capsula No	No	TP-21	TP-22	TP-23	TP-24
Masa de la Capsula	[g]	90.99	91.49	87.75	89.62
Suelo Humedo + Capsula	[g]	481.55	442.07	452.57	416.17
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	410.23	371.99	375.42	343.42
Masa del Agua	[g]	71.32	70.08	77.15	72.75
Masa del Suelo Seco	[g]	319.24	280.50	287.67	253.80
Humedad (%)	%	22.34%	24.98%	26.82%	28.66%
Promedio de Humedad (%)	%	22.34%	24.98%	26.82%	28.66%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.591	1.627	1.487	1.428
Peso Unitario Seco	kN/m ³	15.60	15.95	14.58	14.01

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-I2e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.632 gr/cc	: 16.000 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Humedo	HUMEDAD OPTIMA	: 24.60 %	: 24.60 %



OBSERVACIONES

Los datos y resultados fueron proporcionados por el responsable del estudio.

BACH. J. BARTOLOME TAYEY ECAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNI: 8780224

ING. ANTONIO BARRAL
DNI: 80874



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	IC-HCYC-0023-012-SAC
		Fecha	24 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	CARRETERA D= DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	
PROVENIENCIA	PROB. 17+500	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carries YANA CONDORE
CALCATA	C - 08	
MUESTRA	M - 02	
PROFUND.	0.17 - 1.56 m.	
TAMANO MÁXIMO : N° II		COORDENADAS
MARGEN DE VÍA : DERECHO		ESTE : 476436.79 m. E
		NORTE : 8132453.45 m. E
		COTA : 3890 m.a.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (USCS)	HL	MÉTODO DE ENSAYO	Método "A"
CLASIFICACIÓN (ASHTO)	A-4 (S)	REGO UNITARIO SECO	16.00 t/m ²
INDICACIÓN (USCS)	Limo de baja plasticidad	UNIDAD ÓPTIMA	24.60 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

MOLDE No.	COB.	A-B	N-S	Q-S	
NÚMERO DE CAPAS	a*	5	5	5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	a*	50	25	12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	a*	1	1	1	
N° SOBRECARGA ANULAR	a*	1	1	1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULO DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g	1231	1247	1160	1186	1149	1160
Masa del Molde	g	8079	8079	7546	7546	7593	7593
Masa del Suelo Húmedo	g	4231	4427	4137	4260	3955	4067
Volumen del Suelo	cm ³	2115	2115	2134	2134	2121	2121
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.043	2.093	1.985	1.996	1.866	1.913
Capítulo No.		PC - 31	PC - 32	PC - 33	PC - 34	PC - 35	PC - 36
Masa de la Capícula	g	81.76	82.63	83.61	84.32	86.04	82.84
Suelo Húmedo + Capícula	g	502.64	502.95	575.05	557.17	597.75	558.59
Masa del Suelo Seco + Capícula	g	422.29	415.64	477.66	452.67	434.21	525.92
Masa del Agua	g	84.25	87.32	97.39	104.50	93.56	129.66
Masa del Suelo Seco	g	341.62	328.01	384.06	368.30	338.16	443.89
No de Humedad	%	24.66%	26.22%	24.65%	28.37%	24.71%	29.03%
Procentaje de Humedad	%	24.66%	26.22%	24.65%	28.37%	24.71%	29.03%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.639	1.558	1.755	1.555	1.472	1.472
Peso Unitario Seco	t/m ³	10.372	10.252	13.252	13.250	14.441	14.444

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	503.00	0.00	0.00	411.00	0.00	0.00	423.00	0.00	0.00
		24:00:00	504.00	0.10	0.08	419.00	0.18	0.14	442.00	0.23	0.18
		48:00:00	508.00	0.20	0.16	422.00	0.28	0.22	445.00	0.41	0.32
		72:00:00	513.00	0.30	0.26	429.00	0.48	0.38	452.00	0.48	0.38
		96:00:00	514.00	0.36	0.28	431.00	0.51	0.40	458.00	0.60	0.51

PENETRACIÓN															
min	Seg.	Tiempo	Carga Deflactor kg/cm ² / lbs	MOLDE No. A-B				MOLDE No. N-S				MOLDE No. Q-S			
				LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA "kg"	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.03	0.025	00:30		7.1	0.27	0.04		2.8	0.13	0.02		3.7	0.19	0.02	
1.27	0.030	01:00		24.9	0.28	0.13		12.4	0.64	0.08		13.4	0.54	0.05	
1.09	0.075	01:30		20.3	0.78	0.27		27.5	1.42	0.14		19.2	1.00	0.10	
2.94	0.100	02:00		88.0	4.28	0.45	13.33	47.7	2.47	0.24	10.97	31.8	1.80	0.16	0.67
3.17	0.125	02:30		131.0	6.77	0.88		74.9	3.87	0.38		46.5	2.40	0.24	
3.81	0.150	03:00		176.6	8.81	0.88		104.2	5.49	0.54		67.5	3.51	0.34	
5.08	0.200	04:00		265.9	13.74	1.25	17.30	180.4	9.32	0.91	14.01	111.8	5.76	0.57	8.50
6.35	0.250	05:00		352.8	19.23	1.79		247.2	12.78	1.25		153.8	7.94	0.78	
7.62	0.300	06:00		438.4	22.24	2.18		309.9	15.80	1.50		191.8	9.50	0.97	
8.89	0.350	07:00		503.9	26.25	2.58		365.0	18.86	1.85		223.7	11.06	1.12	
10.16	0.400	08:00		575.6	29.55	2.94		419.2	21.42	2.12		251.6	13.00	1.27	
11.43	0.450	09:00		622.0	32.14	3.05		469.4	24.26	2.38		280.6	14.50	1.45	
12.70	0.500	10:00		653.5	34.08	3.24		504.4	26.07	2.56		300.8	15.86	1.56	

OBSERVACIONES: LAS HUELLAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Prueba de CBR en el laboratorio de lección digital y paralelismo de fuerza "CBR TIPO 3".
Cálculo de CBR en el laboratorio de lección digital y paralelismo de fuerza "CBR TIPO 3".

BACH. E. BARTOLOME JAVET CCAMA
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
SNE - PERÚ

ING. WENILSON GÓMEZ CALVA
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
SNE - PERÚ



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

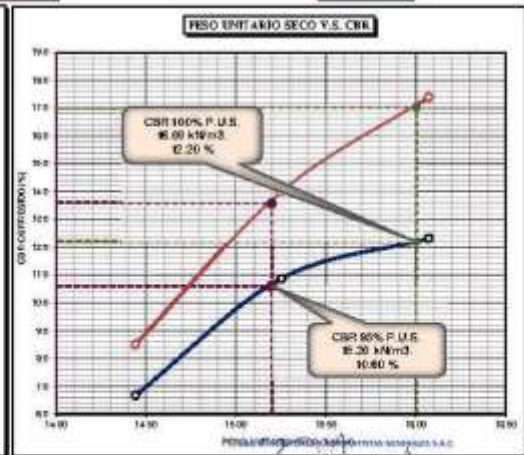
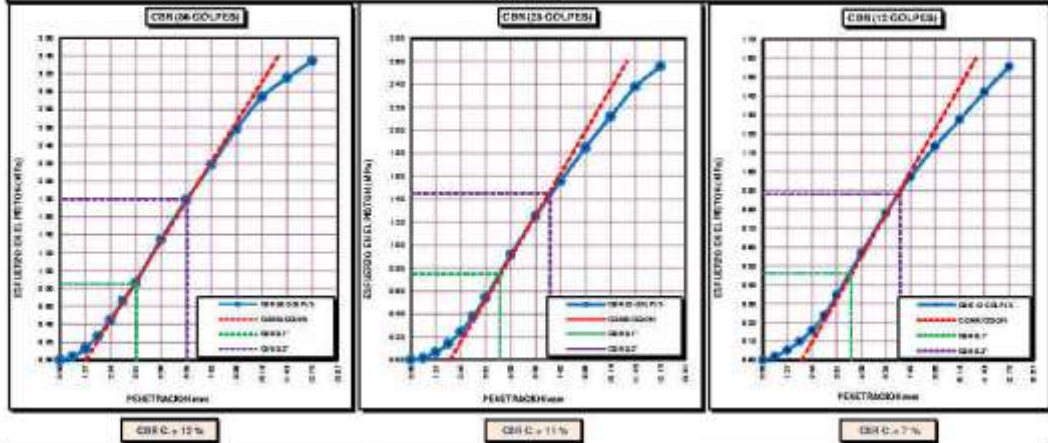
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYC-02/22-012-65C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACION	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 17+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	C-06	TAMANO MÁXIMO	Nº 8
MUESTRA	M-02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
PROFUND.	0.17 - 1.56 m.		
		COORDENADAS	
		ESTE	474496.78 m. E
		NORTE	8152459.45 m. N
		COTA	3850 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACION (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACION (AASHTO)	A-4 (5)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCION (SUCS)	Uma de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSION	4 Dias (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	15.00 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	15.20 kN/m ³
		HUMEDAD OPTIMA	24.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	12.20 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	17.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	10.60 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	13.60 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES

LOS DATOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE CALIBRACION N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021
BACH. I.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNI: 9180224

ING. ALEX LOPEZ GOMEZ CALLA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y MATERIALES
 DNI: 309134


ENSAYO DE EROSIÓN INTERNA (PINHOLE)

STANDARD TEST METHODS FOR IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF DISPERSIVE CLAY SOILS BY THE PINHOLE TEST (ASTM D 4647 - 20)

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-019-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 16+250	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02			CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.20 - 1.50 m.	TAMAÑO MAX.	: N° 8
		ESTE	: 475673.97 m. E
		NORTE	: 8152890.58 m. S
		COTA	: 3643 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CONDICION DEL ENSAYO
CLASIF. SUCS : ML	METODO DE ENSAYO : METODO "A"
CLASIF. AASHTO : A-5 (12)	ESTADO : REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS : Limo de baja plasticidad	TIEMPO DE CURADO : NINGUNO
CONT. DE AGUA : 23.65%	AGUA DEST. AGREGADA : SI

DATOS DEL ENSAYO												RESULTADOS				
Altura de Carga	FLUJO		Caudal	TURBIDEZ DEL FLUIDO					PARTÍCULAS EN EL FLUIDO							
	[mm]	[in]		[ml]	[s]	[ml/s]	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible		Completamente Claro	Ninguna	Alguna	Muchas
50	2	10	55	0.18						X	X				Diámetro Final : 1.52 mm. Clasificación Disp. : ND3 Descripción : SUELO MODERADAMENTE O LEVEMENTE DISPERSIVO	
		10	52	0.19						X	X					
		10	48	0.21						X	X					
		25	81	0.31						X		X				
		25	79	0.32						X		X				
		25	77	0.32						X		X				
		25	78	0.33						X		X				
		25	72	0.35						X		X				
180	7	25	60	0.42					X		X			IMAGEN REFERENCIAL: 		
		25	27	0.93					X			X				
		50	47	1.06					X			X				
		50	43	1.16					X			X				
		50	40	1.25					X			X				
		100	71	1.41					X			X				
		100	68	1.47					X			X				
		100	67	1.49					X			X				
		100	66	1.52					X			X				
		100	68	1.52					X		X					


 ING. JOSÉ BARTOLOMÉ SUYU OCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN MUESTREO Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS
 C.R. 2000076


 ING. JORGE LUIS GONZALEZ CALLA
 C.R. 2000076

OBSERVACIONES:
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ENSAYO DE EROSIÓN INTERNA (PINHOLE)

STANDARD TEST METHODS FOR IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF DISPERSIVE CLAY SOILS BY THE PINHOLE TEST (ASTM D 4647 - 20)

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-020-G&C Fecha : 24 de Febrero del 2022
---------------	---	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALCATA	: C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02		
PROFUND.	: 0.25 - 1.55 m.	CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
		TAMAÑO MAX.	: N° 8
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3644 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CONDICION DEL ENSAYO
CLASIF. SUCS : ML	METODO DE ENSAYO : METODO "A"
CLASIF. AASHTO : A-5 (7)	ESTADO : REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS : Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE CURADO : NINGUNO
CONT. DE AGUA : 25.10%	AGUA DEST. AGREGADA : SI

DATOS DEL ENSAYO															
Altura de Carga	FLUJO				TURBIDEZ DEL FLUIDO						PARTÍCULAS EN EL FLUIDO		RESULTADOS		
	[mm]	[in]	Volúmen [ml]	Tiempo [s]	Caudal [ml/s]	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible	Completamente Claro	Ninguna		Alguna	Muchas
50	2	10	26	0.38					X			X			Diámetro Final : 2.02 mm.
		10	25	0.40			X						X			Clasificación Disp. : D1
		25	15	1.67			X						X		Descripción : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
		25	18	1.39		X								X		IMAGEN REFERENCIAL:
		25	18	1.39		X								X	
		25	17	1.47	X									X		OBSERVACIONES:
		50	36	1.39	X									X	LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
		50	37	1.35	X									X	

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

 SACHA BARTOLOME SEST OCAMPO
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN MUESTREO Y PREPARACIÓN DE MUESTRAS

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

 PILSA JUEZ LOMB GOMEZ CEVALLOS
 INGENIERO EN INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES


ENSAYO DE EROSIÓN INTERNA (PINHOLE)

STANDARD TEST METHODS FOR IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF DISPERSIVE CLAY SOILS BY THE PINHOLE TEST (ASTM D 4647 - 20)

TESTES	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021
Registro N°	: UC_MCYC-02/22-021-G&C
Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 16+750	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALCATA	: C - 03	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02			CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.30 - 1.45 m.	TAMAÑO MAX.	: N° 8
		ESTE	: 475204.55 m. E
		NORTE	: 8152708.79 m. S
		COTA	: 3644 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CONDICION DEL ENSAYO
CLASIF. SUCS	: ML
CLASIF. AASHTO	: A-4 (4)
DESCRIP. SUCS	: Limo de baja plasticidad con arena
CONT. DE AGUA	: 21.20%
METODO DE ENSAYO	: METODO "A"
ESTADO	: REMOLDEADO
TIEMPO DE CURADO	: NINGUNO
AGUA DEST. AGREGADA	: SI

DATOS DEL ENSAYO												RESULTADOS				
Altura de Carga	FLUJO		Caudal	TURBIDEZ DEL FLUIDO						PARTÍCULAS EN EL FLUIDO						
	[mm]	[in]		[ml]	[s]	[ml/s]	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible		Completamente Claro	Ninguna	Alguna	Muchas
50	2	10	33	0.30					X			X				Diámetro Final : 1.86 mm.
		10	36	0.28			X					X				
		25	53	0.47		X							X			Descripción : SUELO DISPERSIVO
		25	55	0.45		X								X		
		25	48	0.52		X								X		
		25	42	0.60		X								X		
		50	51	0.98	X								X			IMAGEN REFERENCIAL: 
		50	45	1.11	X									X		
		50	43	1.16	X									X		
		50	42	1.19	X									X		
		50	42	1.19	X									X		
		50	42	1.19	X									X		
OBSERVACIONES:																
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.																

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
[Signature]
ING. JOSÉ BARTOLOME SUYI OCANA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN MUESTRAS Y PROBABILIDAD
C.R. 27000027

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
[Signature]
ING. ALBERTO GONZALEZ CALLA
C.R. 27000027
C.R. 27000027


ENSAYO DE EROSIÓN INTERNA (PINHOLE)

STANDARD TEST METHODS FOR IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF DISPERSIVE CLAY SOILS BY THE PINHOLE TEST (ASTM D 4647 - 20)

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021
Registro N°	: UC_MCYC-02/22-022-G&C
Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES					
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO				
PROGRESIVA	: 17+000	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI		
CALICATA	: C - 04	COORDENADAS			
MUESTRA	: M - 02			CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.15 - 1.50 m.	TAMAÑO MAX.	: N° 8	ESTE	: 474967.85 m. E
				NORTE	: 8152641.91 m. S
				COTA	: 3846 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	: ML	METODO DE ENSAYO	: METODO "A"
CLASIF. AASHTO	: A-7-5 (12)	ESTADO	: REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS	: Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE CURADO	: NINGUNO
CONT. DE AGUA	: 21.00%	AGUA DEST. AGREGADA	: SI

DATOS DEL ENSAYO															
Altura de Carga	FLUJO				TURBIDEDAD DEL FLUIDO					PARTÍCULAS EN EL FLUIDO		RESULTADOS			
	[mm]	[in]	Volúmen [ml]	Tiempo [s]	Caudal [ml/s]	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible	Completamente Claro		Ninguna	Alguna	Muchas
50	2	10	41	0.24					X			X			Diámetro Final : 1.47 mm. Clasificación Disp. : ND4 Descripción : SUELO MODERADAMENTE DISPERSIVO IMAGEN REFERENCIAL:  OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
		10	41	0.24					X			X			
		25	76	0.33					X				X		
		25	72	0.35				X					X		
		25	66	0.38			X						X		
		25	55	0.45			X						X		
		50	83	0.60				X				X			
		50	73	0.68			X						X		
		50	67	0.75			X						X		
		50	65	0.77			X							X	
		100	111	0.90			X						X		
		100	108	0.93			X						X		
		100	105	0.95			X						X		


 MSc. BARTOLOMÉ JOSÉ OCAÑA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN MUESTRAS Y PROBABILIDAD
 C.R. 27000027


 ING. ALEX LOMB GOMEZ CEVALLOS
 EXPERTO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.R. 280079

ENSAYO DE EROSIÓN INTERNA (PINHOLE)

STANDARD TEST METHODS FOR IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF DISPERSIVE CLAY SOILS BY THE PINHOLE TEST (ASTM D 4647 - 20)

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-025-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 17+250	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 05		
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.20 - 1.60 m.	TAMAÑO MAX.	: N° 8
		COORDENADAS	
		ESTE	: 474745.92 m. E
		NORTE	: 8152519.34 m. S
		COTA	: 3848 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CONDICION DEL ENSAYO
CLASIF. SUCS : ML	METODO DE ENSAYO : METODO "A"
CLASIF. AASHTO : A-7-5 (11)	ESTADO : REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS : Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE CURADO : NINGUNO
CONT. DE AGUA : 25.50%	AGUA DEST. AGREGADA : SI

DATOS DEL ENSAYO															
Altura de Carga	FLUJO				TURBIEDAD DEL FLUIDO					PARTÍCULAS EN EL FLUIDO			RESULTADOS		
	[mm]	[in]	Volúmen [ml]	Tiempo [s]	Caudal [ml/s]	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible	Completamente Claro	Ninguna		Alguna	Muchas
50	2	10	36	0.28						X	X				Diámetro Final : 1.56 mm. Clasificación Disp. : D2 Descripción : SUELO DISPERSIVO
		10	33	0.30					X		X				
		25	52	0.48				X					X		
		25	50	0.50				X					X		
		25	41	0.61			X							X	
		25	32	0.78			X						X		
		50	48	1.04			X						X		
		50	47	1.06				X					X		
		50	46	1.09				X					X		



OBSERVACIONES:
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BACH. I.C. MARY CARMEN YANA CONDORI
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN MUESTRAS Y PROBABILIDAD
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. JESÚS LUIS GÓMEZ CALLA
 DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ENSAYO DE EROSIÓN INTERNA (PINHOLE)

STANDARD TEST METHODS FOR IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF DISPERSIVE CLAY SOILS BY THE PINHOLE TEST (ASTM D 4647 - 20)

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-024-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 17+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALCATA	: C - 06		
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.17 - 1.56 mm.	TAMAÑO MAX.	: N° 8
		COORDENADAS	
		ESTE	: 474496.78 m. E
		NORTE	: 8152459.45 m. S
		COTA	: 3650 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CONDICION DEL ENSAYO
CLASIF. SUCS : ML	METODO DE ENSAYO : METODO "A"
CLASIF. AASHTO : A-4 (5)	ESTADO : REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS : Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE CURADO : NINGUNO
CONT. DE AGUA : 24.60%	AGUA DEST. AGREGADA : SI

DATOS DEL ENSAYO												RESULTADOS				
Altura de Carga	FLUJO		Caudal	TURBIDEZ DEL FLUIDO					PARTÍCULAS EN EL FLUIDO							
	[mm]	[in]		[ml]	[s]	[ml/s]	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible		Completamente Claro	Ninguna	Alguna	Muchas
50	2	10	45	0.22						X	X					Diámetro Final : 1.69 mm.
		10	45	0.22						X	X					Clasificación Disp. : ND3
		25	65	0.38					X			X				Descripción : SUELO MODERADAMENTE O LEVEMENTE DISPERSIVO
		25	66	0.38				X				X				IMAGEN REFERENCIAL:
		25	63	0.40				X					X			
		25	63	0.40				X					X			
		25	62	0.40				X					X			
180	7	25	21	1.19				X						X		
		25	18	1.39				X						X		
		50	25	2.00				X						X		
		50	21	2.38				X						X		
		50	20	2.50				X						X		
		50	21	2.38				X						X		
		100	41	2.44				X					X			
		100	40	2.50				X						X		

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

 ING. JOSÉ BARTOLOME SUYU OCAÑA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
 C.R. 270000276

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

 ING. JORGE LUIS GONZALEZ CALLA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.R. 280079

OBSERVACIONES:
 LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

CARACTERÍSTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/23-033-G&C Fecha : 24 de Febrero del 2022
---	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. L6+000 - L7+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA : PROG. 16+250	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 01	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	ESTE : 475673.97 m. E	NORTE : 8152890.58 m. S
NUESTRA : M - 02	TAMAÑO MAX. : N° 8	COTA : 3843 m.s.n.m.	
PROFUND. : 0.20 - 1.50 m.			

DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"
CLASIF. AASHTO	A-5 (12)	ESTADO	REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA

DATOS DEL ENSAYO

Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03
Identificación del Contenedor	TC - 01	Identificación del Contenedor	TC - 02	Identificación del Contenedor	TC - 03
Temperatura Inicial del Agua	15.1 °C	Temperatura Inicial del Agua	15.2 °C	Temperatura Inicial del Agua	15.2 °C
Hora de Inicio (hh:mm)	7:25 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:28 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:30 a. m.

LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	7:27 a. m.	1	15.1 °C	2 min ± 15 s	7:30 a. m.	2	15.2 °C	2 min ± 15 s	7:32 a. m.	2	15.2 °C
1 h ± 8 min	8:33 a. m.	2	15.5 °C	1 h ± 8 min	8:36 a. m.	2	15.4 °C	1 h ± 8 min	8:38 a. m.	2	15.3 °C
6 h ± 45 min	2:10 p. m.	2	15.9 °C	6 h ± 45 min	2:13 p. m.	2	15.8 °C	6 h ± 45 min	2:15 p. m.	2	15.4 °C

CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	LEVEMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	LEVEMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	LEVEMENTE DISPERSIVO
	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>

Agua adicional añadida para remoldear el espécimen	Agua adicional añadida para remoldear el espécimen	Agua adicional añadida para remoldear el espécimen
Metodo B	Metodo B	Metodo B
<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO

FOTOGRAFÍAS



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE CONSULTORIA CON INGENIEROS G&C S.A.C.

MSc. C. BARTOLOME MARTE CCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN ANÁLISIS Y PRUEBAS DE MATERIALES
 G&C - CHUCUITO

Ing. ALEX LUIS GONZALEZ CALLA
 ING. EN ANÁLISIS Y PRUEBAS DE MATERIALES
 G&C - CHUCUITO

CARACTERÍSTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021		Registro N° : UC_MCYC-02/23-034-G&C									
		Fecha : 24 de Febrero del 2022									
DATOS GENERALES											
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. L6+000 - L7+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO											
PROCEDENCIA : PROG. 16+500		SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI									
CALICATA : C - 02		CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10									
NUESTRA : M - 02		TAMAÑO MAX. : N° 8									
PROFUND. : 0.25 - 1.55 m.		COORDENADAS									
		ESTE : 475440.91 m. E									
		NORTE : 8152827.65 m. S									
		COTA : 3844 m.s.n.m.									
DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO									
CLASIF. SUCS : ML	METODO DE ENSAYO : METODO "B"										
CLASIF. AASHTO : A-5 (7)	ESTADO : REMOLDEADO										
DESCRIP. SUCS : Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA : AGUA DESTILADA										
DATOS DEL ENSAYO											
Especimen N° : 01	Especimen N° : 02	Especimen N° : 03									
Identificación del Contenedor : TC - 04	Identificación del Contenedor : TC - 05	Identificación del Contenedor : TC - 06									
Temperatura Inicial del Agua : 15.5 °C	Temperatura Inicial del Agua : 15.6 °C	Temperatura Inicial del Agua : 15.1 °C									
Hora de Inicio (hh:mm:ss) : 8:40 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss) : 8:44 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss) : 8:47 a. m.									
LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	8:42 a. m.	3	15.5 °C	2 min ± 15 s	8:48 a. m.	4	15.6 °C	2 min ± 15 s	8:49 a. m.	3	15.1 °C
1 h ± 8 min	9:48 a. m.	4	15.5 °C	1 h ± 8 min	9:52 a. m.	4	15.7 °C	1 h ± 8 min	9:55 a. m.	4	15.6 °C
6 h ± 45 min	3:25 p. m.	4	15.9 °C	6 h ± 45 min	3:29 p. m.	4	15.8 °C	6 h ± 45 min	3:32 p. m.	4	15.8 °C
CLASIFICACIÓN DISPERSIVA : ALTAMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA : ALTAMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA : ALTAMENTE DISPERSIVO									
Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			Agua adicional añadida para remoldear el espécimen					
Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO
FOTOGRAFÍAS											

Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE CONSULTORIA CON INGENIEROS S.A.C.

MSc. C. BARTOLOME MARTE CCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN ANÁLISIS Y PRUEBAS DE SUELOS
 CIP: 308178

Ing. ARIEL LUIS GONZALEZ CALLA
 ING. EN ANÁLISIS Y PRUEBAS DE SUELOS Y MATERIALES
 CIP: 308178

CARACTERISTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	UC_MCYC-02/23-035-G&C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA : PROG. 16+750	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 03	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	ESTE : 475204.55 m. E	
MUESTRA : M - 02	TAMAÑO MAX. : N° 8	NORTE : 8152708.79 m. S	
PROFUND. : 0.30 - 1.45 m.		COTA : 3844 m.s.n.m.	

DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"
CLASIF. AASHTO	A-4 (4)	ESTADO	REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA

DATOS DEL ENSAYO

Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03
Identificación del Contenedor	TC - 01	Identificación del Contenedor	TC - 02	Identificación del Contenedor	TC - 03
Temperatura Inicial del Agua	16,3 °C	Temperatura Inicial del Agua	16,4 °C	Temperatura Inicial del Agua	16,1 °C
Hora de Inicio (hh:mm:ss)	8:43 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	8:47 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	9:51 a. m.

LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	8:45 a. m.	2	16,3 °C	2 min ± 15 s	8:49 a. m.	3	16,4 °C	2 min ± 15 s	8:53 a. m.	2	16,1 °C
1 h ± 8 min	9:51 a. m.	3	16,4 °C	1 h ± 8 min	9:55 a. m.	3	16,3 °C	1 h ± 8 min	9:59 a. m.	3	16,2 °C
6 h ± 45 min	3:28 p. m.	4	16,3 °C	6 h ± 45 min	3:32 p. m.	4	16,3 °C	6 h ± 45 min	3:36 p. m.	3	16,3 °C

CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	ALTAMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	ALTAMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO
	SI		SI		SI

Agua adicional añadida para remoldear el espécimen	Agua adicional añadida para remoldear el espécimen	Agua adicional añadida para remoldear el espécimen									
Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO

FOTOGRAFIAS



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE CONSULTORIA CON MATERIALES GEOTECNICOS S.A.C.

ING. C. BARTOLOME MARY CCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN ANALISIS Y PARAMETROS
 G&C - PUNO

ING. ABEL LORA GOMEZ CALLA
 ING. EN MATERIALES Y METALURGIA DE FERROS Y ALUMINIO
 G&C - PUNO

CARACTERISTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/23-036-G&C Fecha : 24 de Febrero del 2023
---	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA : PROG. 17+000	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 04	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	ESTE : 474967.85 m. E	NORTE : 815264.91 m. S
MUESTRA : M - 02	TAMAÑO MAX. : N° 8	COTA : 3846 m.s.n.m.	
PROFUND. : 0.15 - 1.50 m.			

DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"
CLASIF. AASHTO	A-7-5 (12)	ESTADO	REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA

DATOS DEL ENSAYO

Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03
Identificación del Contenedor	TC - 04	Identificación del Contenedor	TC - 05	Identificación del Contenedor	TC - 06
Temperatura Inicial del Agua	16,2 °C	Temperatura Inicial del Agua	16,2 °C	Temperatura Inicial del Agua	16,1 °C
Hora de Inicio (hh:mm:ss)	8:55 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	8:57 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	9:59 a. m.

LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	8:57 a. m.	2	16,2 °C	2 min ± 15 s	8:59 a. m.	2	16,2 °C	2 min ± 15 s	9:01 a. m.	3	16,1 °C
1 h ± 8 min	10:03 a. m.	3	16,3 °C	1 h ± 8 min	10:05 a. m.	3	16,4 °C	1 h ± 8 min	10:07 a. m.	3	16,2 °C
6 h ± 45 min	3:40 p. m.	3	16,3 °C	6 h ± 45 min	3:42 p. m.	4	16,3 °C	6 h ± 45 min	3:44 p. m.	3	16,3 °C

CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	ALTAMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO
	DISPERSIVO		ALTAMENTE DISPERSIVO		DISPERSIVO

Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			
Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO
	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		

FOTOGRAFÍAS



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE CONSULTORIA CON MATERIALES S.A.C.

ING. C. BARTOLOMÉ MARY CAMÁ
 TECNICO ESPECIALISTA EN ANÁLISIS Y PRUEBAS DE SUELOS
 C.M. - 30842

ING. ABEL LUIS GÓMEZ CALLA
 ING. EN ANÁLISIS Y PRUEBAS DE SUELOS Y MATERIALES
 C.M. 308176

CARACTERISTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/23-037-G&C Fecha : 24 de Febrero del 2022
---	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA : PROG. 17+250	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 05	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	ESTE : 474745.92 m. E	NORTE : 8152519.34 m. S
NUESTRA : M - 02	TAMAÑO MAX. : N° 8	COTA : 3848 m.s.n.m.	
PROFUND. : 0.20 - 1.60 m.			

DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"
CLASIF. AASHTO	A-7-5 (11)	ESTADO	REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA

DATOS DEL ENSAYO

Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03
Identificación del Contenedor	TC - 04	Identificación del Contenedor	TC - 05	Identificación del Contenedor	TC - 06
Temperatura Inicial del Agua	15.4 °C	Temperatura Inicial del Agua	15.2 °C	Temperatura Inicial del Agua	15.3 °C
Hora de Inicio (hh:mm)	7:30 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:33 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:35 a. m.

LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	7:32 a. m.	2	15.4 °C	2 min ± 15 s	7:35 a. m.	2	15.2 °C	2 min ± 15 s	7:37 a. m.	2	15.3 °C
1 h ± 8 min	8:38 a. m.	3	15.5 °C	1 h ± 8 min	8:41 a. m.	3	15.4 °C	1 h ± 8 min	8:43 a. m.	2	15.6 °C
6 h ± 45 min	2:15 p. m.	3	15.9 °C	6 h ± 45 min	2:18 p. m.	3	15.8 °C	6 h ± 45 min	2:20 p. m.	3	15.9 °C

CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO
---------------------------------	-------------------	---------------------------------	-------------------	---------------------------------	-------------------

Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			
Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO
	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		

FOTOGRAFIAS



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

MSc. C. BARTOLOME FAREY CCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN ANALISIS Y PARAMETROS
 SUELOS

Ing. ANDRÉS GONZÁLEZ CALLA
 ING. EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA (FÍSICA DE MATERIALES)
 CIP: 308178

CARACTERÍSTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/23-030-G&C Fecha : 24 de Febrero del 2022
---	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. L6+000 - L7+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA : PROG. 17+500	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 06	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	ESTE : 474496.78 m. E	NORTE : 8152459.45 m. S
NUESTRA : M - 02	TAMAÑO MAX. : N° 8	COTA : 3850 m.s.n.m.	
PROFUND. : 0.17 - 1.56 m.			

DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"
CLASIF. AASHTO	A-7-5 (11)	ESTADO	REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA

DATOS DEL ENSAYO

Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03
Identificación del Contenedor	TC - 01	Identificación del Contenedor	TC - 02	Identificación del Contenedor	TC - 03
Temperatura Inicial del Agua	15,3 °C	Temperatura Inicial del Agua	15,4 °C	Temperatura Inicial del Agua	15,1 °C
Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:41 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:44 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:47 a. m.

LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	7:43 a. m.	2	15,3 °C	2 min ± 15 s	7:48 a. m.	1	15,4 °C	2 min ± 15 s	7:49 a. m.	1	15,1 °C
1 h ± 8 min	8:49 a. m.	2	15,5 °C	1 h ± 8 min	8:52 a. m.	2	15,6 °C	1 h ± 8 min	8:55 a. m.	2	15,3 °C
6 h ± 45 min	2:26 p. m.	3	15,6 °C	6 h ± 45 min	2:29 p. m.	2	15,8 °C	6 h ± 45 min	2:32 p. m.	3	15,6 °C

CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	LEVEMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO
---------------------------------	-------------------	---------------------------------	-----------------------------	---------------------------------	-------------------

Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			
Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO
	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		

FOTOGRAFÍAS



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE CONSULTORIA Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

MÓNICA BAROLO LÓPEZ
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ANÁLISIS Y PRUEBAS
 QMS - INGENIERO

ING. ABEL LORA GÓMEZ CALLA
 ING. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y PRUEBAS DE MATERIALES
 QMS - INGENIERO

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS : DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC/05/23-029-G&C	Fecha : 24 de Febrero del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 16+250	SOLICITANTE :	Bañ. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02			CONDICIÓN :	SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.20 - 1.50 m.	TAMAÑO MAX. :	N° 8
DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-5 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad	TIEMPO DE REPOSO	1 hora
ENSAYO		UNID	N° SEGÚN COLOR
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO		(Unid. pH)	8.11
			ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. C.E. BARTOLOMÉ FAYET CCAMA
TECNOLOGO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
UNO - PUNO

EQUIPO UTILIZADO



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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
ING. DE SISTEMAS DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS
CAP. 2001/18

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS : DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC/05/23-026-G&C	Fecha : 24 de Febrero del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 16+500	SOLICITANTE :	Bañ. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02			ESTE :	: 475440.91 m. E
PROFUND.	: 0.25 - 1.55 m.	CONDICIÓN :	SUELO NATURAL < N° 10
		TAMAÑO MAX. :	N° 8
		NORTE :	: 8152627.65 m. S
		COTA :	: 3844 m.s.n.m.
DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-5 (7)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE REPOSO	1 hora
ENSAYO		UNID	N° SEGÚN COLOR
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO		(Unid. pH)	8.96
			ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

(Firma)
ING. VIC. BARTOLOMÉ FAVRE CCAMA
TITULAR LABORATORIO DE SUELOS Y ENGRUENOS
CIP. 28513

EQUIPO UTILIZADO



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

(Firma)
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
TITULAR LABORATORIO DE SUELOS Y ENGRUENOS
CIP. 28513

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS : DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC/05/23-027-G&C	Fecha : 24 de Febrero del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 16+750	SOLICITANTE :	Bañ. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 03	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN :	SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.30 - 1.45 m.	TAMAÑO MAX. :	N° 8
		ESTE	: 475204.55 m. E
		NORTE	: 8152708.79 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.
DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-4 (4)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE REPOSO	1 hora
ENSAYO		UNID	N° SEGÚN COLOR
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO		(Unid. pH)	8.84
			ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

(Firma)
ING. VIC. BARTOLOMÉ FAYET CCAMA
TITULAR LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIAS
DNO. PUNO

EQUIPO UTILIZADO



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

(Firma)
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
DNO. PUNO

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS : DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC/05/23-028-G&C	Fecha : 24 de Febrero del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 17+000	SOLICITANTE :	Bañ. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 04		
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN :	SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.15 - 1.50m	TAMAÑO MAX. :	N° 8
		COORDENADAS	
		ESTE : 474967.85 m. E	
		NORTE : 8152641.91 m. S	
		COTA : 3846 m.s.n.m.	
DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-7-5 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE REPOSO	1 hora
ENSAYO		UND	N° SEGÚN COLOR
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO		(Unid. pH)	8.34
			ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. BARTOLOMÉ FAVRE CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CIP. 28533

EQUIPO UTILIZADO:



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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
ING. ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CIP. 28533

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS : DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021		Registro N° : UC_MCYC/05/23-029-G&C
			Fecha : 24 de Febrero del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 17+250	SOLICITANTE : Bch. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS
CALICATA	: C - 05		ESTE : 474745.92 m. E
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	NORTE : 8152519.34 m. S
PROFUND.	: 0.20 - 1.60 m.	TAMAÑO MAX. : N° 8	COTA : 3848 m.s.n.m.
DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-7-5 (11)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE REPOSO	1 hora
ENSAYO		UND	N° SEGÚN COLOR
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO		(Unid. pH)	8.58
			ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL
RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. BARTOLOMÉ FAVRE CCAMA
TITULAR LABORATORIO DE SUELOS Y ENRIEMENTOS
CIP. 28513

EQUIPO UTILIZADO



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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
CIP. 28513

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS : DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC/05/23-030-G&C	Fecha : 24 de Febrero del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 17+500	SOLICITANTE :	Bañ. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 06	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN :	SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 1.17 - 1.56 m.	TAMAÑO MAX. :	N° 8
		ESTE	: 474496.78 m. E
		NORTE	: 815249.45 m. S
		COTA	: 3850 m.s.n.m.
DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	A-4 (5)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE REPOSO	1 hora
ENSAYO		UNID	N° SEGÚN COLOR
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO		(Unid. pH)	8.13
			ALCALINO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. VIC. BARTOLOMÉ FAYET CCAMA
TITULAR LABORATORIO DE SUELOS Y ENRIQUIMIENTOS
CIP. 28513

EQUIPO UTILIZADO



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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
CIP. 28513

ENSAYO DE pH DEL SUELO

NORMATIVA NTP 339.176-2002 (Revisada el 2015)

TESIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS : DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC/05/23-037-G&C	Fecha : 24 de Febrero del 2022
DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: AGUA DESTILADA	SOLICITANTE :	Bañ. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: -	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 01	CONDICIÓN :	-
PROFUND.	: -	TAMAÑO MAX. :	-
DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	-	EQUIPO UTILIZADO	MEDIDOR MULTIPARAMETRO
CLASIF. AASHTO	-	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA DESTILADA
DESCRIP. SUCS	-	TIEMPO DE REPOSO	1 hora
ENSAYO	UND	N° SEGÚN COLOR	SEGUN TABLA DE pH
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE VALOR DE pH EN SUELO	(Unid. pH)	7.00	NEUTRO

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

ING. C. BARTOLOME YAPET CCAMA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

EQUIPO UTILIZADO



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

ING. ALEX LUIS GONZALEZ CALLA
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
PUNO - PERÚ

SALES SOLUBLES EN EL SUELO

STANDARD TEST METHODS FOR PORE WATER EXTRACTION AND DETERMINATION OF THE SOLUBLE SALT CONTENT OF SOILS BY
REFRACTOMETER (ASTM D44542 - 15)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	IUC_MCOY-09/21-081-G&C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROGRESIVA	: 16+250	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA
CALICATA	: C - D1		CONDORJI
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.20 - 1.50 m.	TAMAÑO MAX.	: N° 8
		COORDENADAS	
		ESTE	: 475673.97 m. E
		NORTE	: 8152890.58 m. S
		COTA	: 3843 msl.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	REFRACTOMETRO
CLASIF. AASHTO	A-5 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA INTERSTICIAL
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad	PROCEDENCIA DEL AGUA	SUELO NATURAL

ENSAYO	UND.	ppm	%
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS SALES SOLUBLES CONTENIDAS EN EL AGUA INTERSTICIAL DEL SUELO	SI	12800.00	1.28

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

BARTOLOMÉ HOYT ULLAMA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y FUNDAMENTOS DEL SUELO

EQUIPO UTILIZADO



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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CAGUA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES

SALES SOLUBLES EN EL SUELO

STANDARD TEST METHODS FOR PORE WATER EXTRACTION AND DETERMINATION OF THE SOLUBLE SALT CONTENT OF SOILS BY
REFRACTOMETER (ASTM D44542 - 15)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	IUC_MCO-09/21-092-G&C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROGRESIVA	: 16+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA
CALICATA	: C - D2		CONDORJI
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 0.25 - 1.55 m.	TAMAÑO MAX.	: N° 8
		COORDENADAS	
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3844 msls.nm.

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	REFRACTOMETRO
CLASIF. AASHTO	A-5 (7)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA INTERSTICIAL
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	PROCEDENCIA DEL AGUA	SUELO NATURAL

ENSAYO	UND.	ppm	%
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS SALES SOLUBLES CONTENIDAS EN EL AGUA INTERSTICIAL DEL SUELO	SI	33400.00	3.34

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL
RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

BARTOLOME BARTOLOME RIVERA OLIVERA
INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PAVIMENTOS
CIP. 200134

EQUIPO UTILIZADO



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

ING. ALEX LUPE SOMER CALVA
INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP. 200134

SALES SOLUBLES EN EL SUELO

STANDARD TEST METHODS FOR PORE WATER EXTRACTION AND DETERMINATION OF THE SOLUBLE SALT CONTENT OF SOILS BY
REFRACTOMETER (ASTM D44542 - 15)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS	Registro N°	IUC_MCO-09/21-088-G&C
	DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROGRESIVA : 16+750	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA	COORDENADAS	
CALICATA : C - 03	CONDORJI	ESTE : 475204.55 m. E	
MUESTRA : M - 02	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	NORTE : 8152708.79 m. S	
PROFUND. : 0.30 - 1.45 m.	TAMAÑO MAX. : N° 8	COTA : 3844 msl.n.m.	

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	REFRACTOMETRO
CLASIF. AASHTO	A-4 (4)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA INTERSTICIAL
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	PROCEDENCIA DEL AGUA	SUELO NATURAL

ENSAYO	UND.	ppm	%
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS SALES SOLUBLES CONTENIDAS EN EL AGUA INTERSTICIAL DEL SUELO	SI	21700.00	2.17

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

BARTOLOMÉ BARTOLOMÉ HOYT ULLMA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y FUNDAMENTOS DEL SUELO

EQUIPO UTILIZADO



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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CAGUA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES

SALES SOLUBLES EN EL SUELO

STANDARD TEST METHODS FOR PORE WATER EXTRACTION AND DETERMINATION OF THE SOLUBLE SALT CONTENT OF SOILS BY
REFRACTOMETER (ASTM D44542 - 15)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	IUC_MCO-09/21-084-G&C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROGRESIVA : 17+000	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA	COORDENADAS	
CALICATA : C - D4	CONDORJI	ESTE : 474967.85 m. E	NORTE : 8152641.91 m. S
MUESTRA : M - 02	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	COTA : 3846 m.s.n.m.	
PROFUND. : 0.15 - 1.50m.	TAMAÑO MAX. : N° 8		

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	REFRACTOMETRO
CLASIF. AASHTO	A-7-5 (12)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA INTERSTICIAL
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	PROCEDENCIA DEL AGUA	SUELO NATURAL

ENSAYO	UND.	ppm	%
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS SALES SOLUBLES CONTENIDAS EN EL AGUA INTERSTICIAL DEL SUELO	SI	21100.00	2.11

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

BARTOLOMÉ HUYT ULLAMA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PAVIMENTOS
 CIP. 200124

EQUIPO UTILIZADO



ING. ALEX LUIS GOMEZ CAGUA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP. 200124

SALES SOLUBLES EN EL SUELO

STANDARD TEST METHODS FOR PORE WATER EXTRACTION AND DETERMINATION OF THE SOLUBLE SALT CONTENT OF SOILS BY
REFRACTOMETER (ASTM D44542 - 15)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	IUC_MCHC-09/21-085-G&C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROGRESIVA : 17+250	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA	COORDENADAS	
CALICATA : C - 05	CONDORJI	ESTE : 424745.92 m. E	
MUESTRA : M - 02	CONDICIÓN : SUELO NATURAL < N° 10	NORTE : 8152519.34 m. S	
PROFUND. : 0.20 - 1.60 m.	TAMAÑO MAX. : N° 8	COTA : 3848 msls.n.m.	

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	REFRACTOMETRO
CLASIF. AASHTO	A-7-5 (11)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA INTERSTICIAL
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	PROCEDENCIA DEL AGUA	SUELO NATURAL

ENSAYO	UND.	ppm	%
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS SALES SOLUBLES CONTENIDAS EN EL AGUA INTERSTICIAL DEL SUELO	SI	12700.00	1.27

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

BARTOLOMEO BARTOLOMEO HOYT ULLAMA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PAVIMENTOS
 CIP. 200134

EQUIPO UTILIZADO



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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CAGUA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP. 200134

SALES SOLUBLES EN EL SUELO

STANDARD TEST METHODS FOR PORE WATER EXTRACTION AND DETERMINATION OF THE SOLUBLE SALT CONTENT OF SOILS BY
REFRACTOMETER (ASTM D44542 - 15)

TESTS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	IUC_MCO-09/21-086-G&C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROGRESIVA	: 17+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA
CALICATA	: C - D6		CONDORJI
MUESTRA	: M - 02	CONDICIÓN	: SUELO NATURAL < N° 10
PROFUND.	: 1.17 - 1.56 m.	TAMAÑO MAX.	: N° 8
		COORDENADAS	
		ESTE	: 474496.78 m. E
		NORTE	: 8152459.45 m. S
		COTA	: 3850 msl.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		CUADRO DE CONDICIONES DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	EQUIPO UTILIZADO	REFRACTOMETRO
CLASIF. AASHTO	A-4 (5)	TIPO DE AGUA EMPLEADA	AGUA INTERSTICIAL
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	PROCEDENCIA DEL AGUA	SUELO NATURAL

ENSAYO	UND.	ppm	%
MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS SALES SOLUBLES CONTENIDAS EN EL AGUA INTERSTICIAL DEL SUELO	SI	11500.00	1.15

Observaciones:

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

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

BARTOLOMÉ HOYT ULLMA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PAVIMENTOS
 CIP. 200124

EQUIPO UTILIZADO



ING. ALEX LUIS GOMEZ CAGUA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP. 200124



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-058-09C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROC. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	CONDICION	: SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
DOSIFICACION	: 2% CEMENTO	COORDENADAS	
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

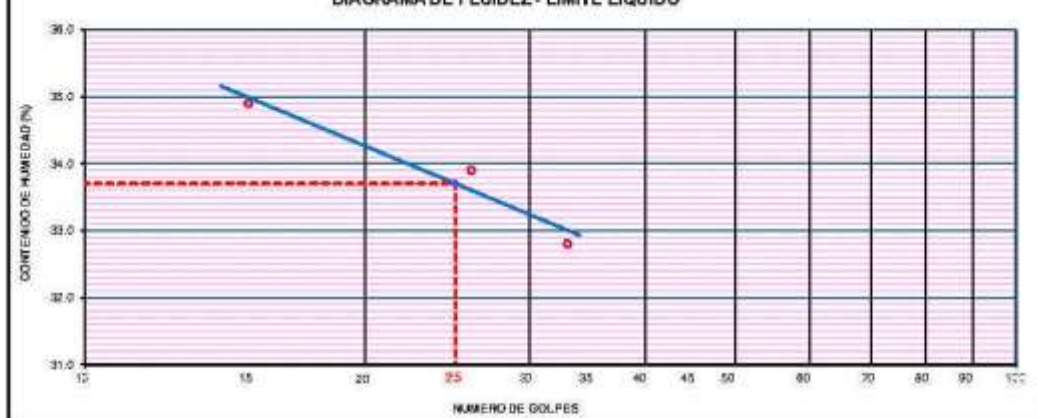
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA	n°	LC - 01	LC - 02	LC - 03
MASA DE LA TARA	[g]	45.84	45.92	45.91
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	64.92	64.83	61.47
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.98	60.04	57.63
MASA DE AGUA	[g]	4.94	4.79	3.84
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.14	14.12	11.72
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	34.9	33.9	32.8
NUMERO DE GOLPES	n°	15	26	33

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA		LC - 04	LC - 05	LC - 06
MASA DE LA TARA	[g]	46.94	47.87	46.83
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.55	51.57	50.45
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.77	50.76	49.66
MASA DE AGUA	[g]	0.78	0.81	0.79
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.83	2.89	2.83
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	27.6	28.0	27.9

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	34.00
LIMITE PLASTICO	28.00
INDICE DE PLASTICIDAD	6.00

[Signature]
BACH. I.C. BARTOLOME FAPET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNI - 74882424

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

[Signature]
ING. ALEX LUIS DOMÍNGUEZ CALA
DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP-3280176

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-038-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02	CONDICION	: SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
DOSIFICACION	: 2% CEMENTO	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4"	: METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (S)	% Ret. Tamiz 3/8"	: No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	: GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 938 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5422	5576	5620	5499
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	[g]	1741	1895	1939	1818
Densidad del Suelo Humedo	[g/cm ³]	1.856	2.020	2.067	1.938

Capsula No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capsula	[g]	59.70	57.26	58.22	59.99
Suelo Humedo + Capsula	[g]	428.57	366.08	439.65	362.55
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	381.69	321.71	379.78	310.91
Masa del Agua	[g]	46.88	44.37	59.87	51.64
Masa del Suelo Seco	[g]	321.99	264.45	321.56	250.92
Humedad (%)	%	14.56%	16.76%	18.62%	20.58%
Promedio de Humedad (%)	%	14.56%	16.76%	18.62%	20.58%
Densidad del Suelo Seco	[g/cm ³]	1.620	1.730	1.743	1.607
Peso Unitario Seco	[kN/m ³]	15.89	16.97	17.09	15.76

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-I2e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.754 gr/cc	: 17.200 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Humedo	HUMEDAD OPTIMA	: 18.00 %	: 18.00 %



OBSERVACIONES

Los resultados y datos fueron proporcionados por el responsable del laboratorio.

Identificado de relación N° LT-445-2021 con fecha 28/02/2021

ING. JUAN LUIS CORNEJO CALA
ING. DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIP. 288178



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUPO, PUNO 2021	Registro N°	IC-HCY-0023-030-SAC
		Fecha	24 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA D= DESAGUADERO - KELLUPO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROVENIENCIA	PROB. 15+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carries YANA CONDORE
CALCATA	C - 02	CONDICIÓN	SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
DOSIFICACIÓN	3% CEMENTO	COORDENADAS	ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8132827.65 m. N COTA : 3844 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (USCS)	HL	MÉTODO DE ENSAYO	Método 'A'
CLASIFICACIÓN (ASHTO)	A-4 (6)	REGO UNITARIO SECO	17.30 UN/m ²
DESCRIPCIÓN (USCS)	Limo de baja plasticidad	UNIDAD ÓPTIMA	18.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

MOLDE No	COB	A-B	B-S	Q-S
NÚMERO DE CAPAS	5*	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	5*	50	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	5*	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	5*	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SEN SUMERGIDO	SUMERGIDO	SEN SUMERGIDO
		SUMERGIDO	SEN SUMERGIDO	SUMERGIDO

REGISTROS Y CÁLCULO DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Noche	g	12452	12801	11961	12099	10759	10927
Masa del Molde	g	8058	8058	7760	7760	6798	6798
Masa del Suelo Húmedo	g	4394	4743	4201	4339	3961	4129
Volumen del Suelo	cm ³	2121	2121	2122	2122	2127	2127
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.072	2.233	1.978	2.035	1.867	1.935
Capítulo No	No	PC - 1	PC - 2	PC - 3	PC - 4	PC - 5	PC - 6
Masa de la Capícula	g	83.56	82.99	85.17	84.75	83.54	81.81
Suelo Húmedo + Capícula	g	824.56	826.07	826.91	822.01	759.69	779.41
Masa del Suelo Seco + Capícula	g	522.13	461.04	442.76	502.18	410.84	484.76
Masa del Agua	g	79.41	75.02	64.15	30.82	58.85	94.65
Masa del Suelo Seco	g	442.72	377.02	378.61	471.36	352.00	400.10
No de Humedad	%	18.00%	19.90%	17.94%	11.76%	17.98%	22.49%
Procentaje de Humedad	%	18.00%	19.90%	17.94%	21.76%	17.98%	21.49%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.750	1.771	1.671	1.671	1.502	1.502
Peso Unitario Seco	kN/m ²	17.217	17.355	16.284	16.392	15.517	15.526

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	422.00	0.00	0.00	421.00	0.00	0.00	754.00	0.00	0.00
		24:00:00	422.00	0.03	0.02	422.50	0.04	0.03	756.00	0.05	0.04
		48:00:00	424.00	0.05	0.04	424.00	0.00	0.00	758.00	0.11	0.09
		72:00:00	425.00	0.06	0.06	425.00	0.11	0.05	761.00	0.18	0.14
		96:00:00	429.00	0.10	0.08	426.00	0.13	0.10	763.00	0.22	0.18

PENETRACIÓN															
Día	Hug.	Tiempo	Carga Deflactor kg/cm ² / lbs	MOLDE No. A-B				MOLDE No. B-S				MOLDE No. Q-S			
				LECTURA mm	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA mm	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)	LECTURA mm	σ kg/cm ²	σ lbs/in ²	CBR Cor. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.03	0.025	00:30		125.4	6.48	0.64		75.3	4.10	0.40		44.7	2.31	0.23	
1.27	0.050	01:00		201.8	10.43	1.02		121.8	6.25	0.61		69.5	3.59	0.35	
1.99	0.075	01:30		254.2	13.14	1.29		124.8	6.80	0.78		80.9	4.70	0.46	
2.94	0.100	02:00	79.31 / 6.9	286.7	14.92	1.46	29.87	179.4	9.27	0.91	13.04	111.3	5.22	0.51	7.39
3.17	0.125	02:30		313.3	16.19	1.59		203.3	10.51	1.03		121.6	5.77	0.57	
3.81	0.150	03:00		331.0	17.11	1.68		228.7	11.82	1.16		119.8	6.19	0.61	
5.08	0.200	04:00	105.40 / 10.35	351.6	18.27	1.79	17.30	259.3	13.48	1.31	12.58	126.3	7.04	0.69	6.67
6.35	0.250	05:00		372.4	19.28	1.89		276.0	14.27	1.40		146.1	7.35	0.74	
7.82	0.300	06:00		391.6	20.24	1.98		292.3	15.11	1.48		152.8	7.90	0.77	
8.89	0.350	07:00		402.3	20.84	2.04		306.5	15.86	1.56		160.2	8.28	0.81	
10.16	0.400	08:00		415.8	21.49	2.11		318.8	16.42	1.61		170.1	8.79	0.86	
11.43	0.450	09:00		428.2	22.03	2.18		331.6	17.14	1.68		174.7	9.03	0.89	
13.70	0.500	10:00		438.2	22.70	2.23		345.5	17.86	1.73		180.6	9.32	0.92	

OBSERVACIONES: SAC CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. / G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR / LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES / El presente informe es el resultado de los ensayos realizados en el laboratorio de ensayos de materiales de G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. / Fecha de Emisión: 24/02/2021 / Hora: 10:30 AM / Lugar: Oficina de Ingeniería y Materiales / Ing. Alex Luis Gomez Calle / Ing. Carlos Rivera Contreras / Ing. Juan Carlos Contreras



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

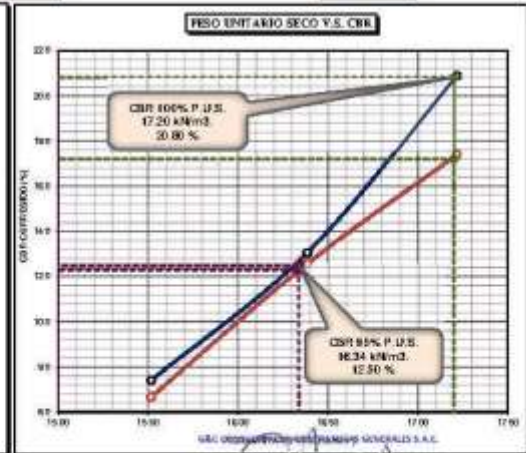
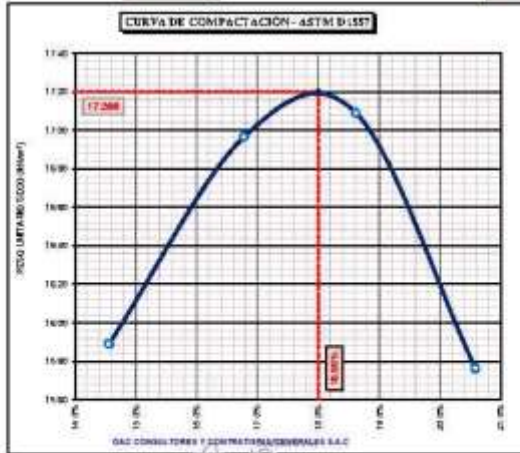
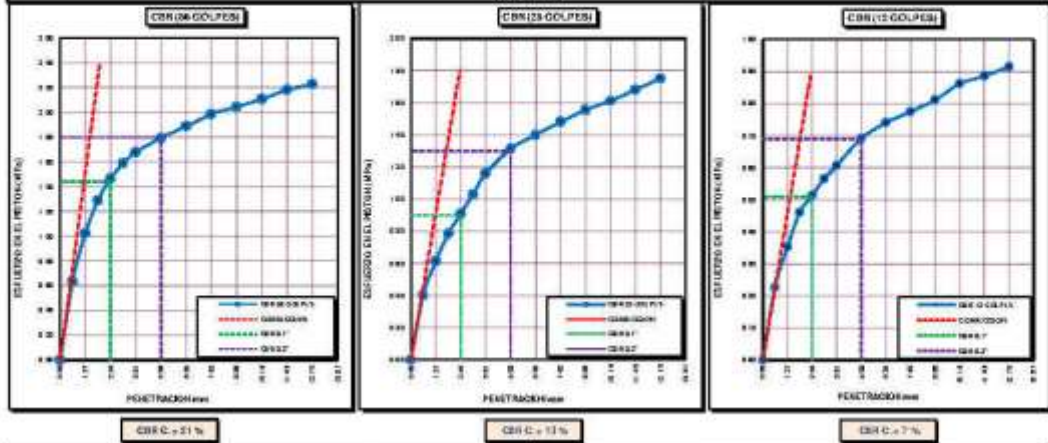
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYC-02/22-038-65C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 16+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	C - 02	CONDICION	SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
DOSIFICACION	2% CEMENTO	COORDENADAS	ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3644 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACION (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACION (AASHTO)	A-4 (5)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCION (SUCS)	Uma de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSION	4 Dias (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	17.20 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	16.34 kN/m ³
		HUMEDAD OPTIMA	12.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	20.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	17.20 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	12.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	12.30 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES

LA RESISTENCIA Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE LA MUESTRA. Certificado de calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

MAG. J.C. BUSTOSOLANO SARTY OLIVERA
FÍSICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNI: 3786624

MAG. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN INGENIERIA DE SUELOS Y FUNDACIONES
DNI: 288179

LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-059-09C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROC. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	CONDICION	: SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
DOSIFICACION	: 4% CEMENTO	COORDENADAS	
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3344 m.s.n.m.

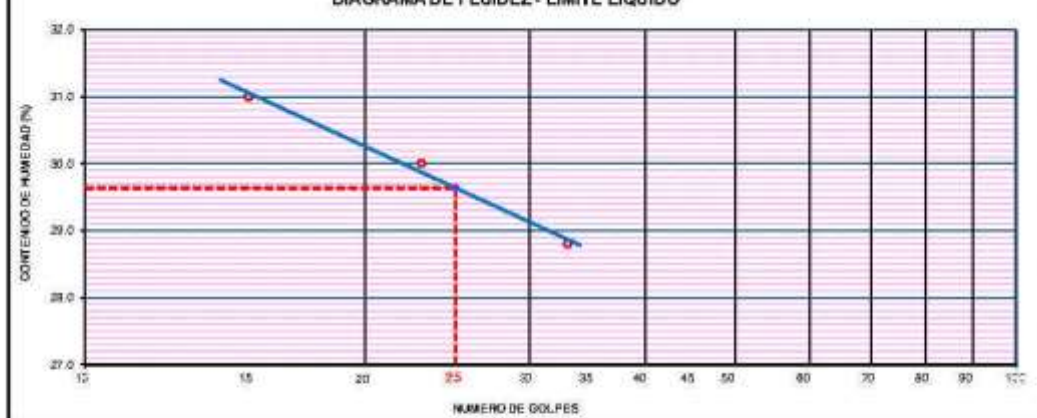
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA	n°	LC - 06	LC - 07	LC - 08
MASA DE LA TARA	[g]	46.83	45.95	42.95
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	61.74	61.13	59.58
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	58.21	57.63	55.86
MASA DE AGUA	[g]	3.53	3.50	3.72
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.38	11.68	12.91
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	31.0	30.0	28.8
NUMERO DE GOLPES	n°	15	23	33

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA		LC - 09	LC - 10	LC - 11
MASA DE LA TARA	[g]	46.39	49.02	45.79
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	50.07	52.19	48.35
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.34	51.55	47.84
MASA DE AGUA	[g]	0.73	0.63	0.51
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.95	2.54	2.05
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.7	24.8	24.9

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	30.00
LIMITE PLASTICO	25.00
INDICE DE PLASTICIDAD	5.00

ING. J. BARTOLOME YANEZ GIL
LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO G&C.

ING. ALEX LUKE GOMEZ CALA
LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-039-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE : Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 02	CONDICION : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
DOSIFICACION	: 4% CEMENTO	MARGEN DE VÍA : DERECHO
		ESTE : 475440.91 m. E
		NORTE : 8152827.65 m. S
		COTA : 3844 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4":	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (4)	% Ret. Tamiz 3/8":	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 938 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5547	5663	5729	5698
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1866	1982	2048	2017
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.989	2.113	2.183	2.150

Capsula No	No	TP-05	TP-06	TP-07	TP-08
Masa de la Capsula	[g]	57.85	58.59	57.52	61.29
Suelo Humedo + Capsula	[g]	350.22	342.42	348.74	328.76
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	316.45	304.79	306.17	285.90
Masa del Agua	[g]	33.77	37.63	42.57	42.86
Masa del Suelo Seco	[g]	288.60	246.25	248.65	224.61
Humedad (%)	%	13.06%	15.26%	17.12%	19.08%
Promedio de Humedad (%)	%	13.06%	15.26%	17.12%	19.08%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.760	1.833	1.864	1.806
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.26	17.97	18.28	17.71

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-I2e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.866 gr/cc	: 18.300 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 16.90 %	: 16.90 %



OBSERVACIONES

Los datos y resultados fueron proporcionados por el responsable del laboratorio.

Identificado de relación N° LT-445-2021 con fecha 28/02/2021

MAG. JUAN LUIS CORNEJO CALA
ING. EN INGENIERIA CIVIL Y ESPECIALISTA EN MATERIALES DE CONSTRUCCION
DIP. 280179



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

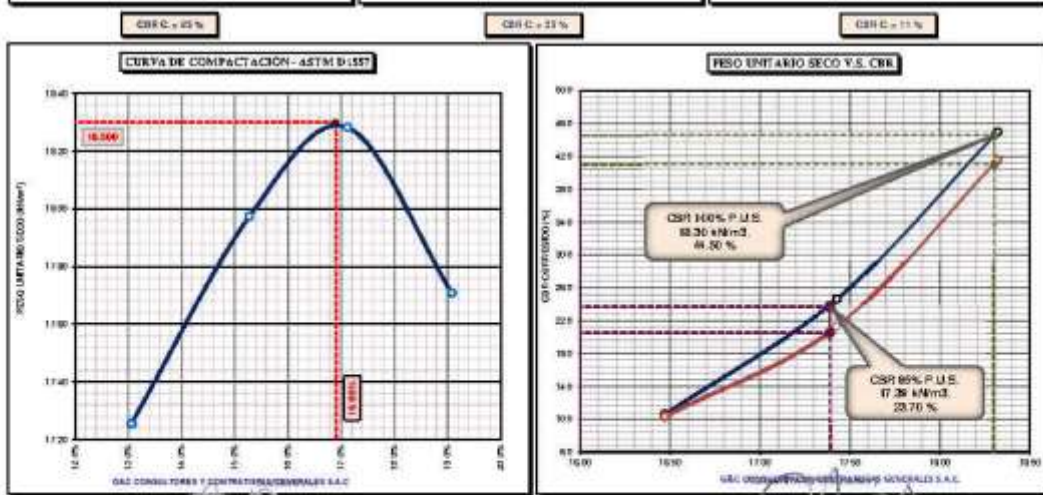
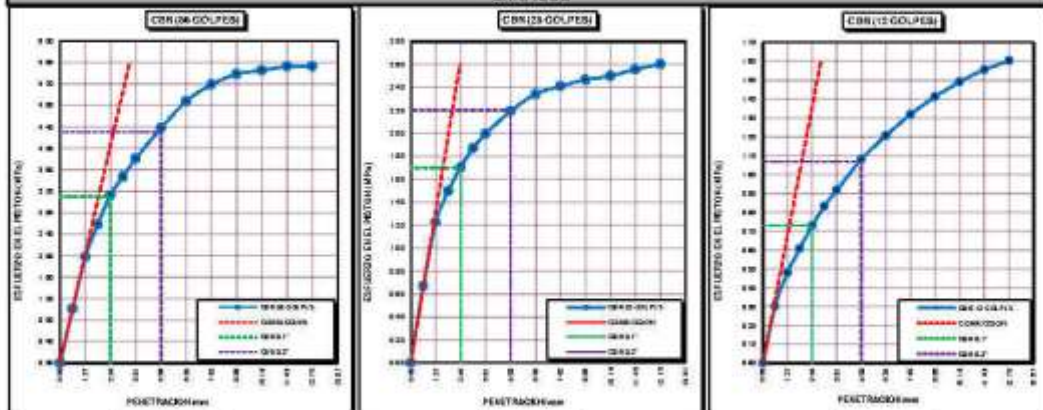
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYC-02/22-038-65C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 16+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carman YANA CONDORI
CALICATA	C - 02	CONDICION	SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
DOSIFICACION	4% CEMENTO	COORDENADAS	ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3644 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACION (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACION (AASHTO)	A-4 (4)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCION (SUCS)	Uma de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSION	4 Dias (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	18.30 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	17.39 kN/m ³
		HUMEDAD OPTIMA	16.90 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	44.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	41.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	23.70 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	20.50 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE LA OBRA.
Certificado de calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

MAG. LIC. GUSTAVO HAFET ZUMA
FISICO ESPECIALISTA EN SUAVES Y FUNDACIONES
DNI: 3786624

MAG. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN INGENIERIA CIVIL Y ESPECIALISTA EN SUAVES
DNI: 3881179



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTES	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N°	: UC_MCYC-02/22-040-08C
		Fecha	: 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PROC. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	CONDICION	: SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
DOSIFICACION	: 6% CEMENTO	COORDENADAS	
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

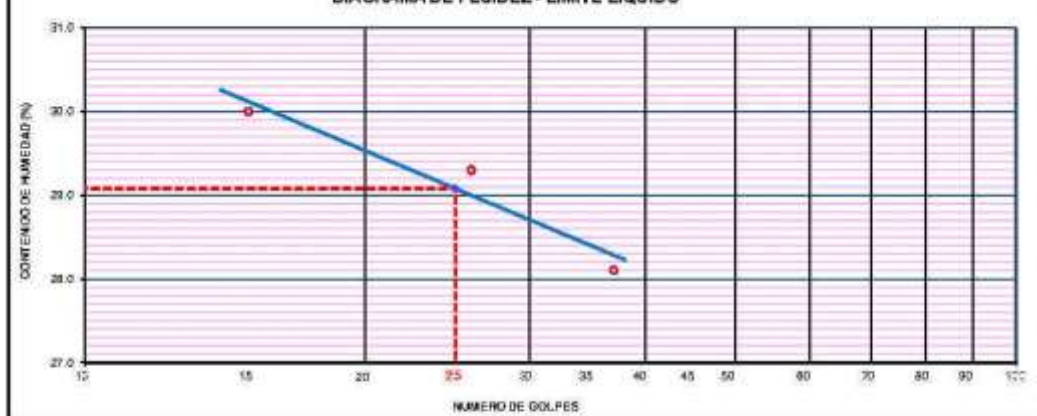
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA	n°	LC - 11	LC - 12	LC - 13
MASA DE LA TARA	[g]	45.79	48.08	34.45
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.47	64.29	53.51
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.08	60.62	49.33
MASA DE AGUA	[g]	3.39	3.67	4.18
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.29	12.54	14.88
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	30.0	29.3	28.1
NUMERO DE GOLPES	n°	15	26	37

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA		LC - 14	LC - 15	LC - 16
MASA DE LA TARA	[g]	45.56	46.74	46.18
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.07	50.51	49.82
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.37	49.75	49.09
MASA DE AGUA	[g]	0.70	0.76	0.73
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.81	3.01	2.91
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.9	25.2	25.1

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	29.00
LIMITE PLASTICO	25.00
INDICE DE PLASTICIDAD	4.00

BACH. I.C. BARTOLOME MAREY CCAMA
INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
CIP: 0186244

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
INGENIERO ESPECIALISTA EN INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 304276

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2e1)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-040-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE : Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 02	CONDICION : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
DOSIFICACION	: 6% CEMENTO	MARGEN DE VÍA : DERECHO
		ESTE : 475440.91 m. E
		NORTE : 8152827.65 m. S
		COTA : 3844 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4"	: METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (3)	% Ret. Tamiz 3/8"	: No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	: GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 938 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5592	5698	5744	5684
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1911	2017	2063	2003
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.037	2.150	2.199	2.135

	No	TP-09	TP-10	TP-11	TP-12
Capsula No					
Masa de la Capsula	[g]	57.73	60.46	57.38	57.88
Suelo Humedo + Capsula	[g]	428.86	369.82	419.89	418.53
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	388.02	331.16	369.00	362.87
Masa del Agua	[g]	39.94	38.66	50.89	55.66
Masa del Suelo Seco	[g]	331.19	278.70	311.62	304.99
Humedad (%)	%	12.05%	14.26%	16.33%	18.25%
Promedio de Humedad (%)	%	12.05%	14.26%	16.33%	18.25%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.818	1.882	1.891	1.806
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.83	18.45	18.54	17.71

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-I2e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.897 gr/cc	: 18.600 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Humedo	HUMEDAD OPTIMA	: 15.60 %	: 15.60 %



OBSERVACIONES

Los datos y resultados fueron proporcionados por el responsable del proyecto.

Identificado de relación N° LT-445-2021 con fecha 28/12/2021

ING. JUAN CARLOS CALA
ING. DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
DIP. 288179

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	: IC-HCY-0022-040-SAC
		Fecha	: 24 de Febrero del 2021

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA D= DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROVENIENCIA	PROB. 15+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORE
CALCATA	C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	M - 02	CONDICIÓN	SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
DOSIFICACIÓN	5% CEMENTO	MARGEN DE VÍA	DERECHO
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8132827.85 m. N
		COTA	: 3844 m.a.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (USCS)	HL	METODO DE ENSAYO	Método 'A'
CLASIFICACIÓN (ASHTO)	A-4 (3)	REGO UNITARIO SECO	18.00 kN/m ²
DESCRIPCIÓN (USCS)	Limo de baja plasticidad	UNIDAD ÓPTIMA	13.60 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Módulo
		MET. DE PREPARACIÓN	Módulo

MOLDE No.	COB.	A-3	N-3	Q-3	
NÚMERO DE CAPAS	5*	5	5	5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	5*	50	25	12	
N° SOBRECARGA CIRCULAR	5*	1	1	1	
N° SOBRECARGA ANULAR	5*	1	1	1	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CÁLCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	g	12076	12573	12116	12261	12952	11643
Masa del Molde	g	8227	8227	7681	7681	6765	6765
Masa del Suelo Humedo	g	4849	4748	4435	4600	4187	4378
Volumen del Suelo	cm ³	2138	2138	2134	2134	2119	2119
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.268	2.241	2.080	2.156	1.978	2.068
Capítulo No.	No.	PC - 13	PC - 14	PC - 15	PC - 16	PC - 17	PC - 18
Masa de la Capícula	g	85.70	86.16	84.03	85.74	81.78	82.63
Suelo Humedo + Capítulo	g	577.89	481.79	559.57	567.80	578.41	511.60
Masa del Suelo Seco + Capítulo	g	511.48	422.22	491.90	489.79	511.58	437.48
Masa del Agua	g	66.41	59.54	67.67	78.06	66.82	74.12
Masa del Suelo Seco	g	425.72	337.18	417.65	414.00	429.80	354.83
No de Humedad	%	15.68%	17.32%	15.61%	19.32%	15.55%	20.89%
Porcentaje de Humedad	%	15.09%	17.33%	15.61%	19.32%	15.55%	20.89%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.999	1.913	1.906	1.907	1.719	1.709
Peso Unitario Seco	kN/m ²	18.921	18.729	17.708	17.718	16.773	16.750

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	122.00	0.00	0.00	255.30	0.00	0.00	126.00	0.00	0.00
		24:00:00	122.20	0.81	0.01	255.70	0.82	0.01	128.00	0.85	0.84
		48:00:00	122.50	0.81	0.01	256.00	0.84	0.03	128.00	0.10	0.08
		72:00:00	122.80	0.82	0.01	257.30	0.85	0.04	131.00	0.13	0.10
		96:00:00	123.00	0.83	0.02	258.00	0.88	0.09	132.00	0.12	0.12

PENETRACIÓN															
Día	Hora	Tiempo	Carga Deflactor kg/cm ² / lbs	MOLDE No. A-3				MOLDE No. N-3				MOLDE No. Q-3			
				LECTURA (mm)	σ (kg/cm ²)	σ (lbs)	CBR Cor. (%)	LECTURA (mm)	σ (kg/cm ²)	σ (lbs)	CBR Cor. (%)	LECTURA (mm)	σ (kg/cm ²)	σ (lbs)	CBR Cor. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.03	0.025	00:30		404.2	21.82	3.13		227.0	11.73	1.15		81.9	4.33	0.42	
1.27	0.050	01:00		802.6	46.70	4.58		437.4	22.80	2.22		164.0	8.48	0.83	
1.99	0.075	01:30		1218.1	62.95	6.17		563.2	29.11	3.85		216.4	11.18	1.10	
2.94	0.100	02:00	79.31 / 8.9	1629.5	73.88	7.25	104.35	693.0	32.72	3.21	46.53	234.8	12.17	1.29	18.70
3.17	0.125	02:30		1936.8	79.42	7.79		882.2	35.25	3.48		294.3	14.65	1.44	
3.81	0.150	03:00	135.40 / 13.35	1818.8	83.68	8.29		728.4	37.64	3.68		387.3	15.88	1.56	
5.08	0.200	04:00		1714.5	88.60	8.89	83.96	775.8	40.18	3.93	37.97	342.5	17.78	1.74	16.81
6.35	0.250	05:00		1770.7	91.91	9.37		833.4	42.83	4.12		367.4	18.95	1.86	
7.82	0.300	06:00		1826.2	94.38	9.28		846.5	43.79	4.29		380.8	20.08	1.97	
8.89	0.350	07:00		1867.4	96.50	9.46		863.7	44.62	4.38		411.5	21.27	2.09	
10.16	0.400	08:00		1912.2	98.82	9.89		879.1	45.42	4.46		423.5	21.85	2.15	
11.43	0.450	09:00		1964.1	101.50	9.85		904.3	46.73	4.58		442.6	22.67	2.24	
12.70	0.500	10:00		1999.6	103.34	10.13		941.8	48.62	4.77		455.6	23.55	2.31	

OBSERVACIONES: SAC CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. / G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR. El presente informe es una copia digitalizada de un documento original. El presente informe es una copia digitalizada de un documento original. El presente informe es una copia digitalizada de un documento original.

[Firma]
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
 INGENIERO EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
 D.P. 288179



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

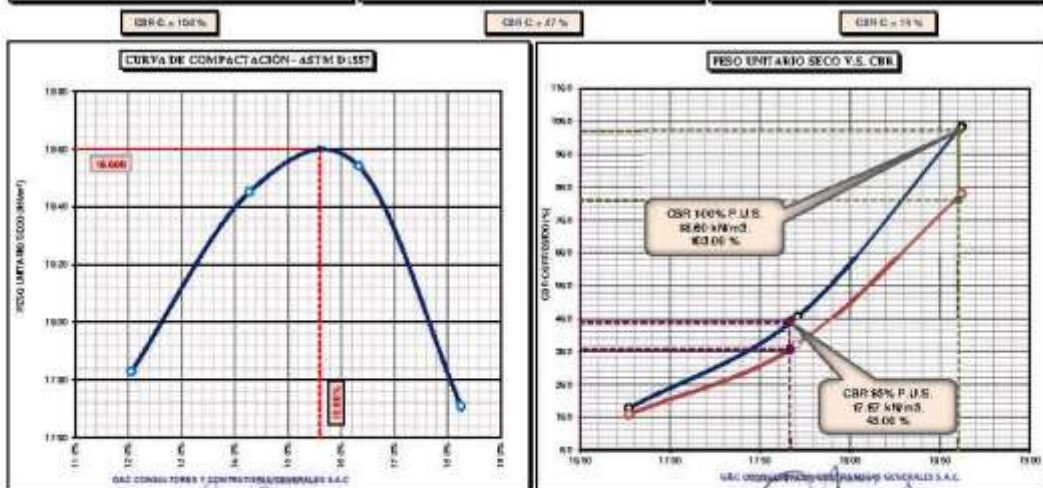
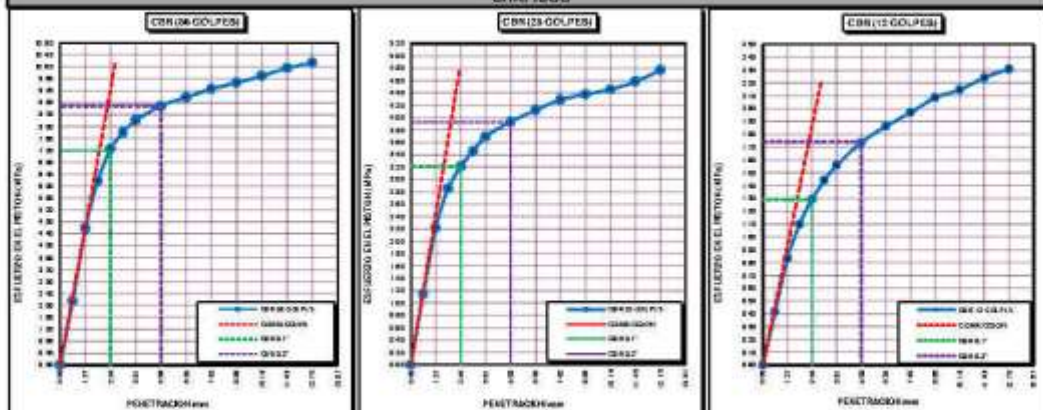
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYC-02/22-040-65C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 16+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	C - 02	CONDICION	SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
DOSIFICACION	6% CEMENTO	COORDENADAS	ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3644 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACION (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACION (AASHTO)	A-4 (3)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCION (SUCS)	Uma de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSION	4 Dias (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	18.60 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	17.67 kN/m ³
		HUMEDAD OPTIMA	15.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	103.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	82.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	45.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	36.50 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE LA OBRA. Se notificó de calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. DE MATERIALES Y MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
DIP. 288179



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESTS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-041-09C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	: PRGC. 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	CONDICION	: SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	: M - 02	MARGEN DE VÍA	: DERECHO
DOSIFICACION	: 8% CEMENTO	COORDENADAS	
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

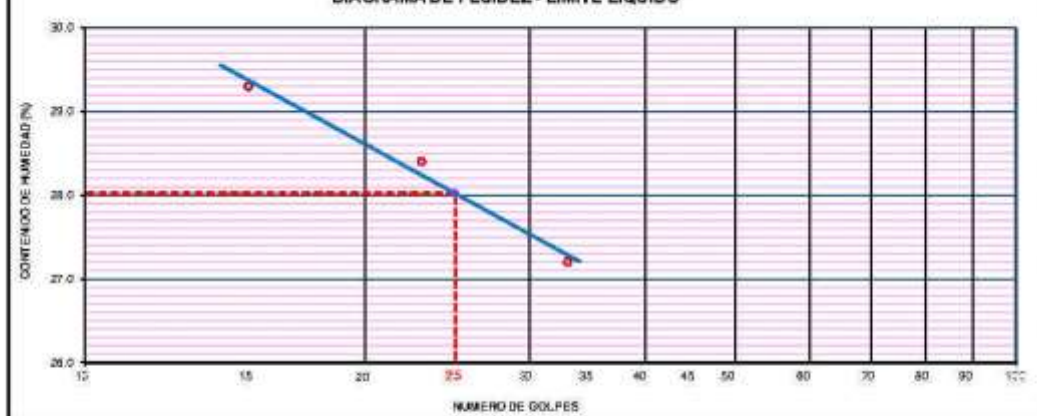
LIMITE LIQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA	n°	LC - 16	LC - 17	LC - 18
MASA DE LA TARA	[g]	46.18	46.11	45.5
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	63.07	59.18	64.04
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.24	56.29	60.07
MASA DE AGUA	[g]	3.83	2.89	3.97
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.06	10.18	14.57
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	29.3	28.4	27.2
NUMERO DE GOLPES	n°	15	23	33

LIMITE PLASTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

No. DE TARA		LC - 19	LC - 20	LC - 21
MASA DE LA TARA	[g]	45.66	45.47	47.34
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	48.24	48.36	49.98
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	47.72	47.80	49.45
MASA DE AGUA	[g]	0.52	0.58	0.53
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.06	2.33	2.11
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	25.2	24.9	25.1

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LIMITE LIQUIDO



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA

LIMITE LIQUIDO	29.00
LIMITE PLASTICO	25.00
INDICE DE PLASTICIDAD	3.00

BACH. I.C. BARTOLOME FAYET CCARRA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNE - 208824

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

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

ING. ALEX LIMA GONZALEZ LALLA
DNE DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI: 208878



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 kN-m/m³)) (ASTM D 1557-I2el)

TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-041-G&C
		Fecha : 24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	
PROCEDENCIA	: PROG. 16+500	SOLICITANTE : Bach. L.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	: C - 02	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 02	CONDICION : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
DOSIFICACION	: 8% CEMENTO	MARGEN DE VÍA : DERECHO
		ESTE : 475440.91 m. E
		NORTE : 8152827.65 m. S
		COTA : 3844 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4":	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-4 (2)	% Ret. Tamiz 3/8":	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad	% Ret. Tamiz N°4:	GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO			
MOLDE No	: X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	: 938 cm ³
MASA DEL MOLDE	: 3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	: Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO					
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	5591	5656	5704	5655
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1910	1975	2023	1974
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.036	2.106	2.157	2.104

Capsula No	No	TP-13	TP-14	TP-15	TP-16
Masa de la Capsula	[g]	61.15	60.30	58.22	57.79
Suelo Humedo + Capsula	[g]	390.92	330.54	308.93	428.93
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	362.23	302.54	279.13	377.85
Masa del Agua	[g]	28.69	28.00	29.80	51.08
Masa del Suelo Seco	[g]	301.08	242.24	220.91	320.06
Humedad (%)	%	9.53%	11.56%	13.49%	15.96%
Promedio de Humedad (%)	%	9.53%	11.56%	13.49%	15.96%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.859	1.887	1.900	1.815
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.23	18.51	18.64	17.80

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-I2el	PESO UNITARIO SECO	: 1.906 gr/cc	: 18.690 kN/m ³
NET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 13.00 %	: 13.00 %



OBSERVACIONES

Los resultados y datos fueron proporcionados por el responsable del laboratorio.

Identificado de relación N° LT-445-2021 con fecha 28/02/2021

MICHELLE BARRALDINE INVESTIGADORA

ING. JUAN LUIS CORNEJO CALA



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTIS	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUPO, KM. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	Registro N°	IC-HCYC-0023-001-G&C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA D= DESAGUADERO - KELLUPO, KM. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROVENIENCIA	PROB. 15+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORE
CALCATA	C - 02	CONDICIÓN	SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
DESIGNEACIÓN	8% CEMENTO	COORDENADAS	ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8132827.85 m. N COTA : 3844 m.a.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (USCS)	HL	METODO DE ENSAYO	Método 'A'
CLASIFICACIÓN (ASHTO)	A-4 (2)	REGO UNITARIO SECO	18.09 UN/m ²
DESCRIPCIÓN (USCS)	Limo de baja plasticidad	UNIDAD ÓPTIMA	13.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

MOLDE No	COB	A-4	B-4	Q-4
NÚMERO DE CAPAS	5*	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	5*	50	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	5*	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	5*	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	g	12029	12060	11911	12060	11219	11511
Masa del Molde	g	8273	8278	7597	7597	7201	7201
Masa del Suelo Húmedo	g	4056	4082	4314	4463	4109	4310
Volumen del Suelo	cm ³	2113	2113	2110	2110	2110	2110
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.158	2.217	2.045	2.115	1.938	2.033
Capítulo No	%	PC - 29	PC - 20	PC - 21	PC - 22	PC - 23	PC - 25
Masa de la Capícula	g	84.70	85.59	83.03	83.83	83.83	83.67
Suelo Húmedo + Capícula	g	256.48	214.74	291.88	211.53	230.67	245.23
Masa del Suelo Seco + Capícula	g	202.20	159.45	214.33	225.07	179.23	206.64
Masa del Agua	g	54.28	55.29	57.55	76.46	51.44	78.59
Masa del Suelo Seco	g	427.50	373.86	441.30	450.98	295.38	422.97
No de Humedad	%	12.01%	14.79%	12.04%	16.99%	12.01%	18.59%
Procentaje de Humedad	%	13.09%	14.79%	13.04%	16.99%	13.01%	18.58%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.900	1.902	1.909	1.908	1.715	1.714
Peso Unitario Seco	kN/m ²	18.712	18.942	17.737	17.733	16.919	16.913

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	254.00	0.00	0.00	487.00	0.00	0.00	67.00	0.00	0.00
		24:00:00	254.20	0.81	0.01	487.50	0.81	0.01	68.00	0.03	0.02
		48:00:00	254.50	0.81	0.01	488.00	0.83	0.02	68.00	0.03	0.04
		72:00:00	254.70	0.82	0.01	488.30	0.84	0.02	70.00	0.08	0.06
		96:00:00	254.60	0.82	0.01	489.00	0.85	0.04	71.00	0.10	0.09

PENETRACIÓN															
Día	Hrg.	Tiempo	Carga Deflactor kg/cm ² / lbs	MOLDE No. A-4				MOLDE No. B-4				MOLDE No. Q-4			
				LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (lbs/in ²)	CBR Cor. (%)	LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (lbs/in ²)	CBR Cor. (%)	LECTURA (kg)	σ (kg/cm ²)	σ (lbs/in ²)	CBR Cor. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	
0.03	0.025	00:30	295.6	13.49	1.52	302.5	13.77	1.54	113.8	5.00	0.57				
1.27	0.030	01:00	824.7	33.84	3.22	587.2	20.35	2.08	170.8	6.82	0.86				
1.09	0.075	01:30	976.9	39.49	4.35	689.6	25.60	2.49	212.3	10.97	1.38				
2.94	0.100	02:00	1262.0	52.22	6.40	94.20	760.4	38.38	3.85	55.00	340.4	17.42	1.22	17.50	
3.17	0.125	02:30	1459.8	74.98	7.35	822.1	42.40	4.17	240.4	13.46	1.32				
3.81	0.150	03:00	1595.4	82.45	8.29	868.6	44.85	4.40	279.8	14.48	1.42				
5.08	0.200	04:00	1822.2	94.17	9.24	88.80	505.5	48.35	4.74	65.80	309.6	16.08	1.57	15.17	
6.35	0.250	05:00	2095.5	103.87	10.19		595.1	51.43	5.04	227.4	17.43	1.71			
7.02	0.300	06:00	2163.3	111.89	10.96		1053.9	54.47	5.34	365.8	18.98	1.85			
8.89	0.350	07:00	2289.6	119.33	11.60		1099.5	56.84	5.57	389.6	20.14	1.97			
10.16	0.400	08:00	2404.1	124.24	12.18		1132.0	58.50	5.74	485.3	20.94	2.05			
11.43	0.450	09:00	2527.1	138.60	12.81		1159.1	59.80	5.87	417.9	21.69	2.12			
12.70	0.500	10:00	2609.7	134.67	13.23		1178.1	60.88	5.97	434.3	21.93	2.15			

OBSERVACIONES: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. / G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR. El presente CBR fue elaborado por el responsable del estudio. Fecha de Emisión: 24/02/2022. Escala: 1:100. Proyecto: EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUPO, KM. 16+800 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO.

MARCELO BARTOLOME SOROT ECAMA
FISICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
IME 338864

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
ING. EN SUELOS Y FUNDACIONES
DIP. 288179



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

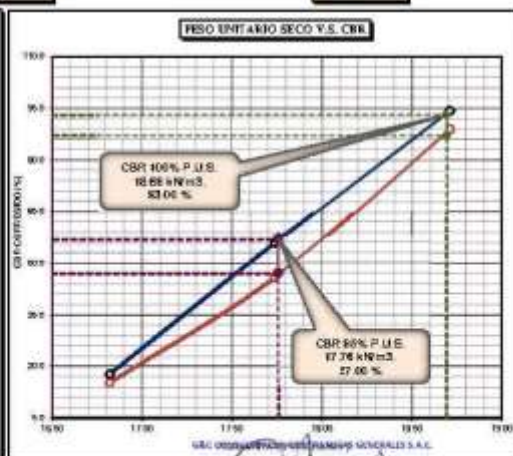
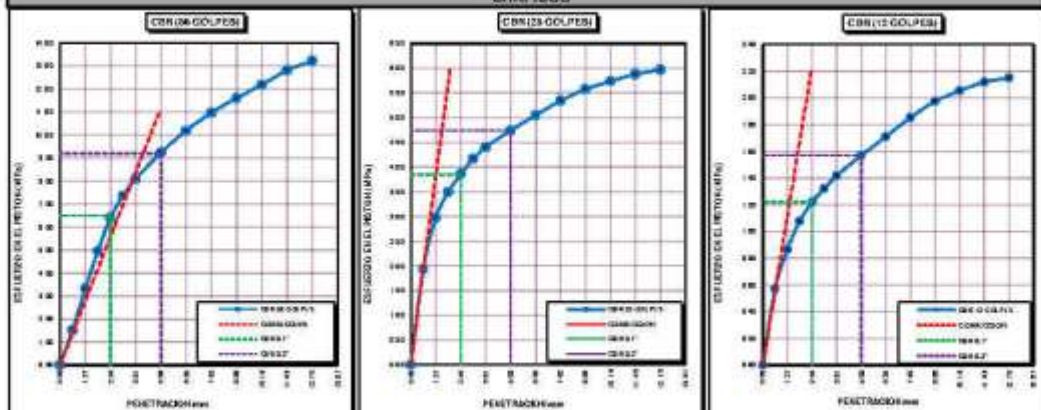
TESIS	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021.	Registro N°	UC_MCYC-02/22-041-65C
		Fecha	24 de Febrero del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROCEDENCIA	PROG. 16+500	SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALICATA	C - 02	CONDICION	SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
MUESTRA	M - 02	MARGEN DE VÍA	DERECHO
DOSIFICACION	0% CEMENTO	COORDENADAS	ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3644 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACION (SUCS)	ML	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACION (AASHTO)	A-4 (2)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCION (SUCS)	Uma de baja plasticidad	TIEMPO DE INMERSION	4 Dias (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	18.69 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	17.76 kN/m ³
		HUMEDAD OPTIMA	13.00 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	93.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	87.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	57.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	47.00 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES

LA RESISTENCIA Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE LA MUESTRA.

El presente informe de calibración N° LP-122-2021 con fecha 21/12/2021

MAG. LIC. ROSELYNE SARTY OLIVERA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNI: 3786624

MAG. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
ING. EN INGENIERIA CIVIL Y ESPECIALISTA EN MATERIAS
DNI: 388179

ENSAYO DE EROSIÓN INTERNA (PINHOLE)

STANDARD TEST METHODS FOR IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF DISPERSIVE CLAY SOILS BY THE PINHOLE TEST (ASTM D 4647 - 20)

TESTES	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-048-G&C Fecha : 24 de Febrero del 2022
---------------	--	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALCATA	: C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02			CONDICIÓN	: SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
DOSIFICACION	: 6% CEMENTO	MARGEN DE VIA	: DERECHO
		ESTE	: 47°440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3644 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CONDICION DEL ENSAYO
CLASIF. SUCS	: ML
CLASIF. AASHTO	: A-5 (7)
DESCRIP. SUCS	: Limo de baja plasticidad con arena
CONT. DE AGUA	: 15.60%
METODO DE ENSAYO	: METODO "A"
ESTADO	: REMOLDEADO
TIEMPO DE CURADO	: 6 DIAS
AGUA DEST. AGREGADA	: SI

DATOS DEL ENSAYO												RESULTADOS					
Altura de Carga	FLUJO		Caudal	TURBIEDAD DEL FLUIDO					PARTÍCULAS EN EL FLUIDO								
	[mm]	[in]		[ml]	[s]	[ml/s]	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible		Completamente Claro	Ninguna	Alguna	Muchas	
50	2	10	29	0.34							X	X				Diámetro Final : 1.01 mm.	
		10	30	0.33							X	X					Clasificación Disp. : NDI
		25	63	0.40							X	X					
		25	61	0.41								X	X				
180	7	25	51	0.49							X	X				Descripción : SUELO NO DISPERSIVO	
		25	43	0.58							X	X					
		25	37	0.68							X	X					
		25	30	0.83							X	X					
380	15	25	31	0.81							X	X					
		50	30	1.67							X	X					
		50	28	1.79							X	X					
		50	27	1.85							X	X					
1020	40	50	27	1.85							X	X					
		50	19	2.63					X					X			
		100	35	2.86					X					X			
		100	34	2.94					X					X			
		100	33	3.03						X	X						

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

BACH. I.C. BARTOLOMÉ FARFETY CEANA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNI: 41980294

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

ING. ALEX LORA GÓMEZ CALLA
DNI: 41980294
DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN Y LABORATORIO DE MATERIALES
CIP: 208076


ENSAYO DE EROSIÓN INTERNA (PINHOLE)

STANDARD TEST METHODS FOR IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION OF DISPERSIVE CLAY SOILS BY THE PINHOLE TEST (ASTM D 4647 - 20)

TESTES	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/22-049-G&C Fecha : 24 de Febrero del 2022
---------------	---	---

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO		
PROGRESIVA	: 16+500	SOLICITANTE	: Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
CALCATA	: C - 02	COORDENADAS	
MUESTRA	: M - 02			CONDICIÓN	: SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO
DOSIFICACION	: 8% CEMENTO	MARGEN DE VIA	: DERECHO
		ESTE	: 475440.91 m. E
		NORTE	: 8152827.65 m. S
		COTA	: 3844 m.s.n.m.

DATOS DE LA MUESTRA	CONDICION DEL ENSAYO
CLASIF. SUCS : ML	METODO DE ENSAYO : METODO "A"
CLASIF. AASHTO : A-5 (7)	ESTADO : REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS : Limo de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE CURADO : 6 DIAS
CONT. DE AGUA : 13.00%	AGUA DEST. AGREGADA : SI

DATOS DEL ENSAYO												RESULTADOS					
Altura de Carga	FLUJO			Caudal	TURBIEDAD DEL FLUIDO					PARTÍCULAS EN EL FLUIDO							
	[mm]	[in]	[ml]		[s]	[ml/s]	Muy Oscuro	Oscuro	Moderadamente Oscuro	Levemente Oscuro	Apenas Visible		Completamente Claro	Ninguna	Alguna	Muchas	
																	[s]
50	2	10	27	0.37							X	X				Diámetro Final : 1.00 mm.	
		10	26	0.38							X	X					Clasificación Disp. : NDI
		25	60	0.42							X	X					
180	7	25	60	0.42							X	X				Descripción : SUELO NO DISPERSIVO	
		25	27	0.93							X	X					
		25	24	1.04							X	X					
380	15	25	23	1.09						X	X				IMAGEN REFERENCIAL: 		
		25	23	1.09						X	X						
		50	30	1.67							X	X					
1020	40	50	30	1.67						X	X				OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR: EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.		
		50	28	1.79						X	X						
		50	26	1.79							X	X					
		100	30	3.33							X	X					
		100	30	3.33							X	X					


 BACH. C. BARTOLOMÉ FAYET CEANA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNI: 41980294


 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
 DNI DE IDENTIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y LABORACIÓN MATERIALES
 CIP: 2080176

CARACTERISTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021		Registro N° : UC_MCYC-02/23-042-G5-C Fecha : 24 de Febrero del 2022									
DATOS GENERALES											
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. L6+000 - L7+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO											
PROCEDENCIA : PROG. 16+500 CALICATA : C - 02 MUESTRA : M - 02 DOSIFICACIÓN : 2% CEMENTO		SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI CONDICIÓN : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO MARGEN DE VÍA : DERECHO									
		COORDENADAS ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3844 m.s.n.m.									
DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO									
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"								
CLASIF. AASHTO	A-5 (7)	ESTADO	REMOLDEADO								
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA								
DATOS DEL ENSAYO											
Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03						
Identificación del Contenedor	TC - 01	Identificación del Contenedor	TC - 02	Identificación del Contenedor	TC - 03						
Temperatura Inicial del Agua	15,3 °C	Temperatura Inicial del Agua	15,4 °C	Temperatura Inicial del Agua	15,3 °C						
Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:55 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	7:58 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	8:02 a. m.						
LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	7:57 a. m.	2	15,3 °C	2 min ± 15 s	8:00 a. m.	3	15,4 °C	2 min ± 15 s	8:04 a. m.	3	15,3 °C
1 h ± 8 min	8:03 a. m.	3	15,6 °C	1 h ± 8 min	8:06 a. m.	3	15,7 °C	1 h ± 8 min	8:10 a. m.	3	15,4 °C
6 h ± 45 min	2:40 p. m.	4	15,8 °C	6 h ± 45 min	2:43 p. m.	3	15,1 °C	6 h ± 45 min	2:47 p. m.	4	15,8 °C
CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	ALTAMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	ALTAMENTE DISPERSIVO						
Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			Agua adicional añadida para remoldear el espécimen					
Metodo B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FOTOGRAFIAS											

Observación: LOS CONTENEDORES Y ESPÉCIMEN DISPERSIVOS PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BACH. I.C. BARTOLOME YANEZ CCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 CRO. 81880224

ING. ALEX LUIS GOMEZ GALLO
 DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CRO. 389176

CARACTERISTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021		Registro N° : UC_MCYC-02/23-042-G5-C Fecha : 24 de Febrero del 2022									
DATOS GENERALES											
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. L6+000 - L7+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO											
PROCEDENCIA : PROG. 16+500 CALICATA : C - 02 MUESTRA : M - 02 DOSIFICACIÓN : 4% CEMENTO		SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI CONDICIÓN : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO MARGEN DE VÍA : DERECHO									
		COORDENADAS ESTE : 475440.91 m. E NORTE : 8152827.65 m. S COTA : 3844 m.s.n.m.									
DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO									
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"								
CLASIF. AASHTO	A-5 (7)	ESTADO	REMOLDEADO								
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA								
DATOS DEL ENSAYO											
Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03						
Identificación del Contenedor	TC - 04	Identificación del Contenedor	TC - 05	Identificación del Contenedor	TC - 06						
Temperatura Inicial del Agua	15,6 °C	Temperatura Inicial del Agua	15,5 °C	Temperatura Inicial del Agua	15,4 °C						
Hora de Inicio (hh:mm)	8:10 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	8:15 a. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	8:18 a. m.						
LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	8:12 a. m.	2	15,6 °C	2 min ± 15 s	8:17 a. m.	1	15,5 °C	2 min ± 15 s	8:20 a. m.	1	15,4 °C
1 h ± 8 min	9:18 a. m.	2	15,7 °C	1 h ± 8 min	9:23 a. m.	2	15,8 °C	1 h ± 8 min	9:26 a. m.	1	15,6 °C
6 h ± 45 min	2:55 p. m.	3	15,9 °C	6 h ± 45 min	3:00 p. m.	2	15,9 °C	6 h ± 45 min	3:03 p. m.	2	15,9 °C
CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	LEVEMENTE DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	LEVEMENTE DISPERSIVO						
Agua adicional añadida para remoldear el espécimen Metodo B <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			Agua adicional añadida para remoldear el espécimen Metodo B <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO			Agua adicional añadida para remoldear el espécimen Metodo B <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO					
FOTOGRAFIAS											

Observación: LOS CONTENEDORES Y MATERIALES DISPERSIVOS PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLE
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 C.R. 01800024

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLE
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 C.R. 01800024

CARACTERISTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/23-044-G5-C Fecha : 24 de Febrero del 2023
---	--

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA : PROG. 16+500	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 02	CONDICIÓN : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO	ESTE : 475440,91 m. E	NORTE : 8152827,65 m. S
MUESTRA : M - 02	MARGEN DE VÍA : DERECHO	COTA : 3844 m.s.n.m.	
DOSIFICACIÓN : 6% CEMENTO			

DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"
CLASIF. AASHTO	A-5 (7)	ESTADO	REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA

DATOS DEL ENSAYO					
Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03
Identificación del Contenedor	TC - 01	Identificación del Contenedor	TC - 02	Identificación del Contenedor	TC - 03
Temperatura Inicial del Agua	16,1 °C	Temperatura Inicial del Agua	15,9 °C	Temperatura Inicial del Agua	16,2 °C
Hora de Inicio (hh:mm:ss)	2:25 p. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	2:28 p. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	2:30 p. m.

LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	2:27 p. m.	1	16,1 °C	2 min ± 15 s	2:30 p. m.	1	15,9 °C	2 min ± 15 s	2:32 p. m.	1	16,2 °C
1 h ± 8 min	3:33 p. m.	1	16,2 °C	1 h ± 8 min	3:36 p. m.	1	16,1 °C	1 h ± 8 min	3:38 p. m.	1	16,4 °C
6 h ± 45 min	9:10 p. m.	1	14,9 °C	6 h ± 45 min	9:13 p. m.	1	14,8 °C	6 h ± 45 min	9:15 p. m.	2	14,9 °C

CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	NO DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	NO DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	LEVEMENTE DISPERSIVO
---------------------------------	----------------------	---------------------------------	----------------------	---------------------------------	-----------------------------

Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			
Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO
	X				X				X		



Observaciones: LOS RESULTADOS DE LA CLASIFICACION PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BACH. DR. BARTOLOME FAYET CCAÑA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 C.R. 81880024

ING. JUAN CARLOS SANDOVAL CUEVA
 INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES
 C.R. 389176

CARACTERÍSTICAS DISPERSIVAS DE SUELOS ARCILLOSOS (CRUMB TEST)

STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING DISPERSIVE CHARACTERISTICS OF CLAYEY SOILS BY THE CRUMB TEST (ASTM D 6572 - 20)

TESTIS : EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021	Registro N° : UC_MCYC-02/23-049-G5-C Fecha : 24 de Febrero del 2023
---	--

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO			
PROCEDENCIA : PROG. 16+500	SOLICITANTE : Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	COORDENADAS	
CALICATA : C - 02	CONDICIÓN : SUELO ALTAMENTE DISPERSIVO	ESTE : 475440.91 m. E	NORTE : 8152827.65 m. S
MUESTRA : M - 02	MARGEN DE VÍA : DERECHO	COTA : 3844 m.s.n.m.	
DOSIFICACIÓN : 8% CEMENTO			

DATOS DE LA MUESTRA		CONDICION DEL ENSAYO	
CLASIF. SUCS	ML	METODO DE ENSAYO	METODO "B"
CLASIF. AASHTO	A-5 (7)	ESTADO	REMOLDEADO
DESCRIP. SUCS	Limo de baja plasticidad con arena	TIPO DE AGUA	AGUA DESTILADA

DATOS DEL ENSAYO

Especimen N°	01	Especimen N°	02	Especimen N°	03
Identificación del Contenedor	TC - 04	Identificación del Contenedor	TC - 05	Identificación del Contenedor	TC - 06
Temperatura Inicial del Agua	16,2 °C	Temperatura Inicial del Agua	16,4 °C	Temperatura Inicial del Agua	16,3 °C
Hora de Inicio (hh:mm)	2:33 p. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	2:35 p. m.	Hora de Inicio (hh:mm:ss)	2:37 p. m.

LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)	LECTURA OBJETIVO	TIEMPO	GRADO	TEMP. (°C)
2 min ± 15 s	2:35 p. m.	I	16,2 °C	2 min ± 15 s	2:37 p. m.	I	16,4 °C	2 min ± 15 s	2:39 p. m.	I	16,3 °C
1 h ± 8 min	3:41 p. m.	I	16,4 °C	1 h ± 8 min	3:43 p. m.	I	16,6 °C	1 h ± 8 min	3:45 p. m.	I	16,4 °C
6 h ± 45 min	9:18 p. m.	I	14,8 °C	6 h ± 45 min	9:20 p. m.	I	14,9 °C	6 h ± 45 min	9:22 p. m.	I	14,7 °C

CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	NO DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	NO DISPERSIVO	CLASIFICACIÓN DISPERSIVA	NO DISPERSIVO
	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>

Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen				Agua adicional añadida para remoldear el espécimen			
Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO	Metodo B	X	SI	NO
	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>		

FOTOGRAFÍAS



Observación: LOS RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BACH. I.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 C.R. 01000024

ING. JUAN LUIS JIMNEZ CEVALLOS
 DIRECTOR GENERAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 C.R. 300176

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS

STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166M - 16)

DATOS GENERALES			
TE818	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021		
SOLICITANTE	: Bch. I.C. May Carmes YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción	: LIMO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE	AASHTO: A-5 (7)	SLUC: ML
Visual de la Muestra	: COMPACIDAD BAJA EN CONDICION HUMEDA Y COMPACIDAD ALTA EN ESTADO SECO	ESPECIMEN:	A
MÉTODO	: - Deformación Controlada	TIPO:	Remoldeado
MADURACIÓN	: 24 h; SUELO + 6% CEMENTO - SIN SUMERGIR	PROCEDIMIENTO:	A
		FORMA:	Cilíndrico
		CALICATA N°	: 02
		MUESTRA N°	: 02
		PROFUNDIDAD (m)	: 0.25 - 1.25
		RELACION DE BLENDO (mm/m)	: 1.5
		RELACION DE BLENDO (g/g)	: 0.029

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unit. Strain ϵ ($\Delta H/H_0$)	1 - Def. Unit. 1 - ϵ	Area correctada A _c (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma'$ σ (kg/cm ²)	Def. Falla ϵ %	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamano de la Probeta Tallada)
0	0.00000	1.00000	79.42	0.00	0.00	0.00	Dámetro Promedio, D _o (cm): 10.06
10	0.00049	0.99951	79.46	3.10	0.04	0.62	Altura Promedio, H _o (cm): 20.51
20	0.00097	0.99903	79.50	6.22	0.07	1.05	Relacion Alargamiento: 2.04
30	0.00146	0.99854	79.54	9.34	0.10	1.10	Peso de la Muestra húmeda: 3300.45
40	0.00195	0.99805	79.58	12.46	0.13	1.18	Área Sección Transv. A _o (cm ²): 79.42
50	0.00244	0.99756	79.62	15.58	0.16	1.24	Volumen, V _o (cm ³): 1629.28
75	0.00366	0.99634	79.71	23.37	0.29	1.37	Altura Final, H _f (cm): 20.08
100	0.00487	0.99513	79.81	31.16	0.39	1.49	
150	0.00731	0.99269	80.01	46.67	0.58	1.73	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA
200	0.00975	0.99025	80.20	62.18	0.78	1.97	Peso Suelo Húmedo + Taza: 386.27
250	0.01219	0.98781	80.40	77.69	0.97	2.22	Peso Suelo Seco + Taza: 330.70
300	0.01462	0.98538	80.60	93.20	1.17	2.46	Peso de Taza: 80.54
350	0.01706	0.98294	80.80	108.71	1.37	2.71	Peso del Suelo Seco: 249.19
400	0.01950	0.98050	81.00	124.22	1.57	2.95	Peso del Agua: 55.54
450	0.02194	0.97806	81.20	139.73	1.77	3.19	% de Humedad: 22.29
							PESOS UNITARIOS
							Peso Unit. Húmedo, y (form3): 2.03
							Peso Unit. Seco y (form3): 1.659
							RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA
							Qu0.73 Kg/cm ² = 71.36 kPa
							RESISTENCIA AL CORTE NO CONFINADA
							Cu = 0.265 Kg/cm ² = 25.98 kPa
							ÁNGULO DE FROCCION INTERNA
							$\phi = 0^\circ$
							DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA
							$\epsilon_f = 1.22\%$
							Módulo de Young's E =
							5.944.85 kPa

Calificación de la Consistencia del Suelo : Moderadamente Consistente a Médiana



OBSERVACION: 14% RESISTENCIA PROMEDIO EN LAS SECCIONES DE PUNTO DE PARTIDA DEL DADO LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION INSTRUMENTALES Y DE LABORATORIO METROLOGIA

ING. ALEX URB. GOMEZ CALA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
CIP: 2001176

ING. ALEX URB. GOMEZ CALA
CIP: 2001176

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS

STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166M - 16)

DATOS GENERALES			
TE818	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUÑO 2021		
SOLICITANTE	: Sect. I.C. May Cezar YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, km. 16+000 - 17+500	TECNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUÑO	FECHA	: 28 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HÚMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALICATA N° : 02
METODO	: Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO: A	PROFUNDIDAD (m) : 0.25 - 1.25
MADURACIÓN	: 28 días, SUELO + 0% CEMENTO - SIN SUMERGIR	FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN : 1.5
			VELOCIDAD DE ENVAÑO (rpm/min) : 0.029

Deformación ΔH (p.01mm.)	Def. Unit. ε (ΔH/Ho)	1 - Def. Unit.	Area corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: σ1 - σ3 = σ		Def. Falla ε %	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamano de la Probeta Tallada)
		1 - ε			σ (Kg/cm ²)	σ (MPa)		
0	0.00000	1.00000	79.80	0.00	0.00	0.00	0.00	Diámetro Promedio, Do (cm): 10.09
10	0.00047	0.99953	79.83	2.84	0.04	3.48	0.05	Altura Promedio, Ho (cm): 21.28
20	0.00094	0.99906	79.87	5.99	0.07	7.34	0.09	Relacion Afundamiento: 2.11
30	0.00141	0.99859	80.01	7.50	0.09	9.19	0.14	Peso de la Muestra Humeda: 3468.04
40	0.00188	0.99812	80.05	9.64	0.12	11.81	0.19	Area Sección Transv. Ao (cm ²): 79.90
50	0.00235	0.99765	80.08	11.72	0.15	14.35	0.23	Volumen, Vo (cm ³): 1700.31
75	0.00352	0.99648	80.18	18.21	0.23	22.27	0.35	Altura Final, Hf (cm): 20.83
100	0.00470	0.99530	80.27	25.77	0.32	31.48	0.47	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA
150	0.00705	0.99295	80.46	45.05	0.56	54.90	0.70	Peso Suelo Húmedo + Tara: 500.61
200	0.00940	0.99060	80.65	64.75	0.80	78.75	0.94	Peso Suelo Seco + Tara: 424.02
250	0.01175	0.98825	80.85	82.78	1.02	100.41	1.17	Peso de Tara: 81.81
300	0.01410	0.98590	81.04	92.80	1.15	112.30	1.41	Peso del Suelo Seco: 342.21
350	0.01645	0.98355	81.23	91.92	1.13	110.97	1.64	Peso del Agua: 76.59
400	0.01880	0.98120	81.43	87.13	1.07	104.93	1.88	% de Humedad: 22.38
450	0.02115	0.97885	81.62	81.93	0.76	74.41	2.11	PESOS UNITARIOS
								Peso Unit. Húmedo y (Ww#3): 2.03
								Peso Unit. Seco y (Ww#3): 1.667
								RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA
								Qu = 115 Kg/cm ² = 112.3 KPa
								RESISTENCIA AL CORTE NO CONFINADA
								Cu = 0.075 N/cm ² = 0.75 KPa
								ÁNGULO DE FROCCION INTERNA φu = 0°
								DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA
								ε % = 1.81%
								Modulo de Young's E = 7,681.37 Kpa

Calificación de la Consistencia del Suelo: **Consistente o Firme**



OBSERVACION: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION INSTRUMENTALES Y DE LABORATORIO "MATERIALES"

ING. ALEX URB. GOMEZ CALA
FIRMA ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
CIP: 208176

ING. ALEX URB. GOMEZ CALA
CIP DE ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
CIP: 208176

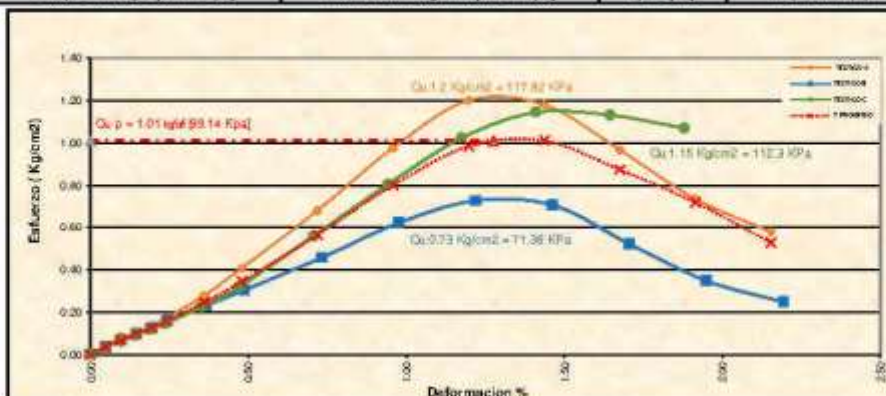
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE SUELOS COHESIVOS

STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166H - 16)

DATOS GENERALES	
TEMA	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍ DESABUADERO - KELLUYO, PUNO 2021
SOLICITANTE	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA Dv. DESABUADERO - KELLUYO, Km. 16-000 - 17-500
TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESABUADERO - KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO
FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACIDAD BAJA EN CONDICION HUMEDA Y COMPACIDAD ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALICATA N° : 02
MÉTODO	- Deformación controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 02
MOJUREO	: 24 lt. SUELO + 0% CEMENTO - SIN SUMERGR	PROCEDIMIENTO: A	PROFUNDIDAD (H) : 0.25 - 1.53
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE ENSAJO (mm/min) : 1.3
			VELOCIDAD DE ENSAJO (mm/min) : 0.09

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DREJADA PROMEDIO	ÁNGULO DE FROCCION INTERNA NO DREJADA	Módulo de Young's E
$C_u p = 1.01 \text{ kgf/cm}^2 [99.14 \text{ Kpa}]$	$Cut Su = 0.505 \text{ Kg/cm}^2 [49.57 \text{ Kpa}]$	$\phi_u = [0^\circ]$	$E_u = [920.63 \text{ Kpa}]$



[Signature]
ING. I.C. BARTOLOME SANTO LLAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO Y PROMEDIO
DIP. 200170

[Signature]
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
ING. ESPECIALISTA EN INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIAS
DIP. 200170

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL-CEMENT CYLINDERS (ASTM D1557 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166M - 16)

DATOS GENERALES			
TEMA :	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021		
SOLICITANTE :	Beck, I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA :	A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN :	CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+000	TÉCNICO ESPECIALISTA :	B.F.C.
UBICACIÓN :	DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCURU - DEP. PUNO	FECHA :	24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra :	UNO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
MÉTODO :	- Deformación Controlada	ESPECIMEN: A	CALCATA N° : 02
MADURACIÓN :	16 DIAS, SUELO + 2% CEMENTO - CORADO: 24 H	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 02
		PROCEDIMIENTO: A	PROBUNIDAD (K): 0.11 - 1.33
		FORMA: Cilíndrico	RELACION DE BARRA VERTICAL : 1.3
			RELACION DE DEBILIDAD (PUNO) : 0.029

Definimetro ΔH (0.01mm.)	Def. Unit. Strain E (ΔH/H0)	1-Def. Unit. 1-E	Area corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: σ1-σ3 = σ' (Kg/cm ²)	Def. Falla ε %	Dimensiones Promedio de la Muestra (Tomado de la Probeta Fallada)
0	0.00000	1.00000	78.70	0.00	0.00	0.00	Dímetro Promedio, Dø (cm) : 10.01
10	0.00048	0.99952	78.74	0.50	0.01	0.05	Altura Promedio, Ho (cm) : 20.62
20	0.00097	0.99903	78.77	1.78	0.02	0.10	Relación Altura/Dímetro : 2.06
30	0.00145	0.99855	78.81	3.10	0.04	0.15	Peso de la Muestra Humeda : 3356.93
40	0.00194	0.99806	78.85	4.11	0.05	0.19	Área Sección Transv. Ao (cm ²) : 78.70
50	0.00242	0.99758	78.89	5.42	0.07	0.24	Volumen, Vo (cm ³) : 1622.78
75	0.00364	0.99636	78.98	8.82	0.11	0.38	Altura Final, Hf (cm) : 20.17
100	0.00485	0.99515	79.06	12.05	0.15	0.46	
150	0.00727	0.99273	79.27	18.82	0.23	0.73	DE FORMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA
200	0.00970	0.99030	79.47	24.20	0.30	0.97	Peso Suelo Humedo+ Tasa : 437.94
250	0.01212	0.98788	79.68	29.32	0.37	1.21	Peso Suelo Seco+ Tasa : 383.78
300	0.01455	0.98545	79.88	32.14	0.40	1.45	Peso de Tasa : 52.89
350	0.01697	0.98303	80.08	31.05	0.39	1.70	Peso del Suelo Seco : 301.06
400	0.01940	0.98060	80.25	23.89	0.30	1.94	Peso del Agua : 54.19
450	0.02182	0.97818	80.45	18.70	0.23	2.18	% de Humedad : 18.00
							PESOS UNITARIOS
							Peso Unit. Humedo, y (ton/m ³) : 2.07
							Peso Unit. Seco yd (ton/m ³) : 1.78
							RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA
							Qu0.4 Kg/cm ² = 29.07 kPa
							RESISTENCIA AL CORTE NO DREGRADA
							Cu, Su0.2 Kg/cm ² = 19.70 kPa
							ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA φ = 0°
							DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA ε % : 1.45%
							Área de Flujo y E = 3.125.27 kPa

Calificación de la Consistencia del Suelo : Fino, Consistente o Ligado



OBSERVACIÓN: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. USE EQUIPOS FORTIFICADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION METROLOGICA DE LABORATORIO METROTECC

ING. JESÚS GÓMEZ CALLA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
C.R. - 02001201

ING. JESÚS GÓMEZ CALLA
C.R. DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO Y CONTROL DE CALIDAD
C.R. - 02001201

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL-CEMENT CYLINDERS (ASTM D1557 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166M - 16)

DATOS GENERALES			
TEMA :	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021		
SOLICITANTE :	Beck, I.C. Mary Carmen YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA :	A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN :	CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA :	B.F.C.
UBICACIÓN :	DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCURU - DEP. PUNO	FECHA :	24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra :	UNO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTAD BAJA EN CONDICION HUMEDA Y COMPACTAD ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
MÉTODO :	- Deformación Controlada	ESPECIMEN: A	CALCATA N° : 02
MADURACIÓN :	6 DIAS, SUELO + 2% CEMENTO - CORADO: 24 H	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 02
		PROCEDIMIENTO: A	PROBUNIDAD (k): 0.11 - 1.33
		FORMA: Cilíndrico	RELACION DE AREA VOLUMENAL : 1.3
			RELACION DE DEBILIDAD (q _u) : 0.03

Def. (mm)	Def. Unit. Strain	1-Def. Unit.	Area corregida	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$ (Kg/cm ²)	Def. Falla	Dimensiones Promedio de la Muestra (Tomado de la Probeta Fallada)
0	0.00000	1.00000	79.55	0.00	0.00	0.00	Dámetro Promedio, Do (cm) : 10.00
10	0.00080	0.99920	79.59	1.09	0.01	1.34	Altura Promedio, Ho (cm) : 20.13
20	0.00099	0.99901	79.83	2.37	0.03	2.91	Relación Altura/Diámetro : 2.00
30	0.00149	0.99851	79.87	3.92	0.05	4.83	Peso de la Muestra Humeda : 3210.50
40	0.00199	0.99801	79.71	5.82	0.07	6.92	Área Sección Transv. An (cm ²) : 79.33
50	0.00248	0.99752	79.75	7.12	0.09	8.79	Volumen, Vo (cm ³) : 1601.18
75	0.00373	0.99627	79.85	10.48	0.13	12.85	Altura Final, Hf (cm) : 19.68
100	0.00497	0.99503	79.95	13.78	0.17	16.87	
150	0.00745	0.99255	80.15	20.70	0.26	25.30	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA
200	0.00994	0.99006	80.35	28.19	0.35	34.40	Peso Suelo Humedo+ Tasa : 390.01
250	0.01242	0.98758	80.55	33.02	0.41	40.20	Peso Suelo Seco+ Tasa : 343.14
300	0.01490	0.98510	80.75	32.15	0.40	39.04	Peso de Tasa : 89.82
350	0.01739	0.98261	80.98	23.02	0.29	28.85	Peso del Suelo Seco : 259.62
400	0.01987	0.98013	81.15	15.95	0.20	19.27	Peso del Agua : 46.87
450	0.02235	0.97764	81.37	11.38	0.14	13.72	% de Humedad : 18.05
							PESOS UNITARIOS
							Peso Unit. Humedo, y (ton/m ³) : 2.07
							Peso Unit. Seco, y _d (ton/m ³) : 1.751
							RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA
							Q _{u0.01} Kg/cm ² = 40.2 KPa
							RESISTENCIA AL CORTE NO DREGRADA
							C _u Sección Transv. = 20.1 KPa
							ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA
							$\phi_u = 0^\circ$
							DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA
							$\epsilon_f = 1.24\%$
							Módulo de Young y E _s
							3,336.29 Kpa

Calificación de la Consistencia del Suelo : **Flaco Consistente o Líquido**



OBSERVACION: **IDE EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION METROTECC**

ING. JUAN GOMEZ CALA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
C.R. - 0200176

ING. JUAN GOMEZ CALA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
C.R. - 0200176

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL-CEMENT CYLINDERS (ASTM D1558 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166M - 16)

DATOS GENERALES	
TEMA :	EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021
SOLICITANTE :	Bach. I.C. Mary Carmen YANA CONDORI
INGENIERO ESPECIALISTA :	A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN :	CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+000
TÉCNICO ESPECIALISTA :	B.F.C.
UBICACIÓN :	DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCURU - DEP. PUNO
FECHA :	24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
Descripción :	UNO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO
AASHTO :	A-5 (7)
SUCS :	ML
CALCATA N° :	02
ESPECIMEN :	A
MUESTRA N° :	02
TIPO :	Remoldado
PROBUNIDAD (k) :	0.11 - 1.33
MÉTODO :	- Deformación Controlada
PROCEDIMIENTO :	A
RELACION DE ENLAZAMIENTO :	1.3
MAJURACIÓN :	16 DIAS, SUELO + 2% CEMENTO - CORADO 34 N
FORMA :	Cilíndrico
RELACION DE DEBILIDAD (p/q) :	0.09

Definimetro ΔH (0.01mm.)	Def. Unit. Strain E (ΔH/H0)	1-Def. Unit. 1-E	Area corregida Ac (cm²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviador stress: σ1-σ3 = σ	Def. Falla ε %	Dimensiones Promedio de la Muestra (Tomado de la Probeta Fallada)
0	0.00000	1.00000	80.07	0.00	0.00	0.00	Dímetro Promedio, Do (cm) : 10.10
10	0.00047	0.99953	80.11	0.89	0.01	0.85	Altura Promedio, Ho (cm) : 21.41
20	0.00093	0.99907	80.15	1.49	0.02	1.83	Relación Altura/Diámetro : 2.12
30	0.00140	0.99860	80.18	2.32	0.03	2.84	Peso de la Muestra Humeda : 2645.67
40	0.00187	0.99813	80.22	2.98	0.04	3.85	Área Sección Transv. An (cm²) : 80.07
50	0.00234	0.99766	80.26	3.83	0.05	4.43	Volumen, Vo (cm³) : 1714.01
75	0.00350	0.99650	80.35	5.83	0.07	6.87	Altura Final, Hf (cm) : 20.96
100	0.00487	0.99513	80.45	7.97	0.10	9.72	
150	0.00701	0.99299	80.64	13.94	0.17	15.95	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA
200	0.00934	0.99066	80.83	20.04	0.25	24.31	Peso Suelo Humedo+ Tasa : 640.67
250	0.01168	0.98832	81.02	25.61	0.32	31.00	Peso Suelo Seco+ Tasa : 355.88
300	0.01401	0.98599	81.21	28.71	0.35	34.87	Peso de Tasa : 51.80
350	0.01635	0.98365	81.40	28.44	0.35	34.26	Peso del Suelo Seco : 303.75
400	0.01869	0.98131	81.60	25.14	0.31	30.21	Peso del Agua : 55.12
450	0.02102	0.97898	81.79	19.16	0.23	22.97	% de Humedad : 18.15
							PESOS UNITARIOS
							Peso Unit. Humedo, y (ton/m³) : 2.07
							Peso Unit. Seco yd (ton/m³) : 1.751
							RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA
							Qu/35 kg/cm² = 34.87 KPa
							RESISTENCIA AL CORTE NO DREJADA
							Cc/3a 0.175 kg/cm² = 17.51 KPa
							ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA φ = 0°
							DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA
							ε % : 1.40%
							Área de Young y E = 2,394.37 Kpa

Calificación de la Consistencia del Suelo : Fino, Consistente o Ligado



OBSERVACIÓN: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. USÓ EQUIPOS FORTINER CALIBRADO POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION METROLOGIA DE LABORATORIO METROTECC.

[Signature]

ING. ALEX URB. GOMEZ CALA
KIT DE CALIBRACION DE EQUIPOS DE MEDICION METROLOGIA
CP. 200170

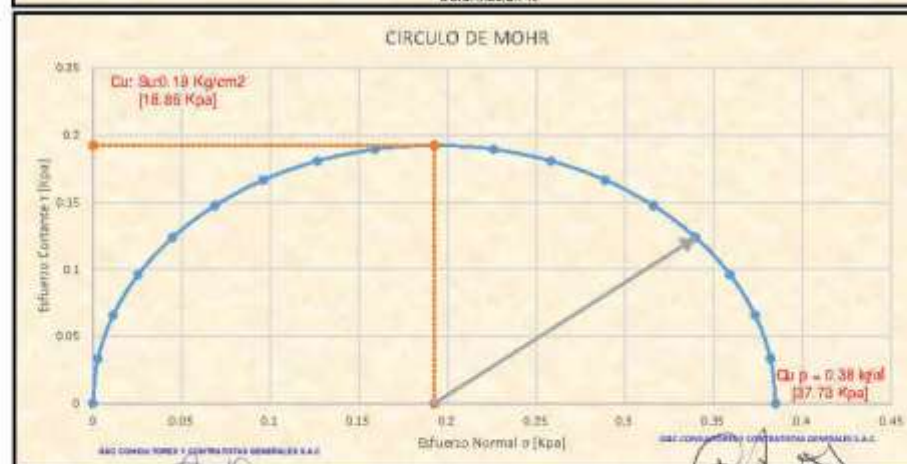
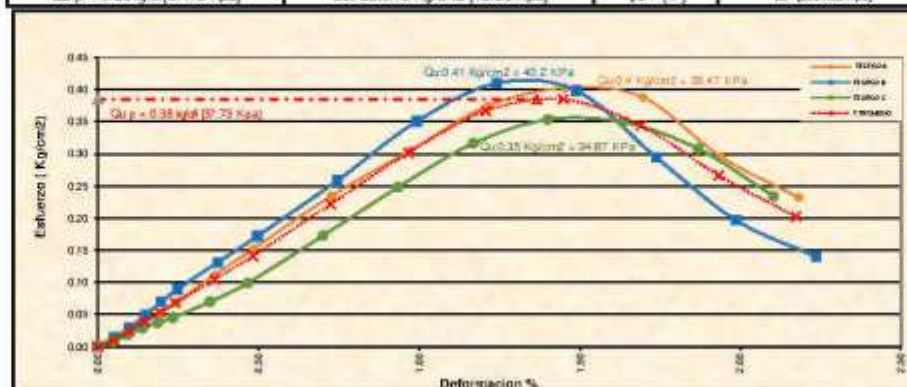
**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL - CEMENT CYLINDERS (ASTM D633 - 7)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2169 / D2169M - 03)

DATOS GENERALES			
TEMA	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO - 2021		
SOLICITANTE	: Sra. I.C. Mary Carme YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+000	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	TIPO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTAD BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTAD ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
METODO	: Deformación Controlada	PROCEDIMIENTO: A	VELOCIDAD DE ENSAYO (mm/min): 1.5
MADURACIÓN	: 28 DIAS, SUELO + 2% CEMENTO - OXIGENO - 24 h	FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE ENSAYO (kg/cm²): 0.029
		GALIGATA N°	: 01
		ESPECIMEN:	A
		TIPO:	Remoldeado
		MUESTRA N°	: 92
		PROFUNDIDAD (m)	: 0.25 - 1.55

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DISEÑADA PROMEDIO	ÁNGULO DE FROCCION INTERNA NO DISEÑADO	Módulo de Young's E'
$q_u p = 0.38 \text{ kgal} [37.73 \text{ Kpa}]$	$C_u = 8u: 0.19 \text{ Kg/cm}^2 [18.86 \text{ Kpa}]$	$\phi_u = [0^\circ]$	$E_u = [2861.99 \text{ Kpa}]$



[Signature]
INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

[Signature]
INGENIERO ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y FUNDACIONES
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL - CEMENT CYLINDERS (ASTM D1557 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOILS (ASTM D2487 / D2487M - 16)

DATOS GENERALES			
TERMINO	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021		
SOLICITANTE	: Eads I.C. May Gines YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LÍMITE DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALICATA N° : 02
MÉTODO	: Deformación Controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 02
MADURACIÓN	: 6 DÍAS, BUELO + 4% CEMENTO - CURADO: 24 h	INDICADOR: A	PROFUNDIDAD (m): 0.22 - 1.33
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/s): 1.5
			VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/s): 0.019

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unit. Sec. n	1 - Def. Unit.	Área corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviado σ (Kgf/cm ²)		Def. Falta ε %	Dimensiones Promedios de la Muestra (Tamaño de la Probeta Taladrada)	
0	0.00000	1.00000	78.38	0.00	0.00	0.00	0.00	Dámetro Promedio, D _o (cm)	9.99
10	0.00048	0.99952	78.42	1.78	0.32	2.22	0.05	Área Promedio, A _o (cm ²)	20.68
20	0.00097	0.99903	78.48	3.30	0.34	4.12	0.10	Relación Alargamiento	2.07
30	0.00145	0.99855	78.50	5.98	0.38	7.47	0.15	Peso de la Muestra Humeda	3526.76
40	0.00193	0.99807	78.53	9.79	0.42	12.23	0.19	Área Sección Trans. A _o (cm ²)	78.38
50	0.00242	0.99758	78.57	15.05	0.45	18.78	0.24	Volumen, V _o (cm ³)	1620.30
75	0.00383	0.99617	78.67	25.78	0.33	32.13	0.38	Área Final, A _f (cm ²)	20.28
100	0.00484	0.99516	78.76	37.73	0.48	48.97	0.48	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA	
150	0.00725	0.99275	79.08	72.88	0.92	90.50	0.73	Peso Suelo Humedo + Tara	420.83
200	0.00967	0.99033	79.15	119.09	1.50	147.55	0.97	Peso Suelo Seco + Tara	379.61
250	0.01209	0.98791	79.34	170.50	2.15	210.73	1.21	Peso de Tara	83.86
300	0.01451	0.98549	79.54	144.43	1.82	178.08	1.45	Peso del Suelo Seco	226.95
350	0.01893	0.98107	79.73	103.72	1.30	127.87	1.89	Peso de Agua	90.02
400	0.01934	0.98066	79.93	42.42	0.53	52.05	1.93	% de Humedad	39.90
								PESOS UNITARIOS	
								Peso Unit. Humedo, γ (ton/m ³)	2.18
								Peso Unit. Seco γ _d (ton/m ³)	1.500
								RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA	
								Q _u 2.15 kg/cm ² = 210.73 kPa	
								RESISTENCIA AL CORTE NO CONFINADA	
								Q _u 54.025 kg/cm ² = 108.07 kPa	
								ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	
								φ _u = 0°	
								DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA	
								ε _f =	1.21%
								Módulo de Young E_s	
									17,088.30 Kpa

Calificación de la Consistencia del Suelo : *Muy Consistente a Muy Firme*



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

LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION MONTECALER Y DE LABORATORIO FACTO

ING. ALEX URS. GOMEZ CALA
FIRMA ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
CIP: 208176

ING. ALEX URS. GOMEZ CALA
CIP: 208176

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL - CEMENT CYLINDERS (ASTM D1557 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESIVE STRENGTH OF COHESIVE SOILS (ASTM D2487 / D2487M - 16)

DATOS GENERALES			
TERMINO	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021		
SOLICITANTE	: Eads S.C. May Games YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LÍMITE DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALICATA N° : 02
MÉTODO	: Deformación Controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 02
MADURACIÓN	: 6 DÍAS, BIELO + 4% CEMENTO - CURADO: 24 h	INDICADOR: A	PROFUNDIDAD (m): 0.23 - 1.33
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/min): 1.5
			VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/min): 0.019

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unit. Sec. n	1 - Def. Unit.	Área corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviado σ (Kgf/cm ²)		Def. Falta ε %	Dimensiones Promedios de la Muestra (Tamaño de la Probeta Taladrada)	
0	0.00000	1.00000	79.29	0.00	0.00	0.00	0.00	Dámetro Promedio, Dø (cm)	10.04
10	0.00050	0.99950	79.29	5.98	0.50	7.38	0.08	Área Promedio, Ho (cm)	20.02
20	0.00100	0.99900	79.33	10.95	0.73	13.04	0.10	Relación Alargamiento	1.99
30	0.00150	0.99850	79.37	18.13	0.20	19.93	0.15	Peso de la Muestra Humeda	3452.71
40	0.00200	0.99800	79.41	24.15	0.30	26.83	0.20	Área Sección Trans. Ao (cm ²)	79.25
50	0.00250	0.99750	79.45	32.21	0.41	39.78	0.25	Volumen, Vo (cm ³)	1386.45
75	0.00375	0.99625	79.55	65.11	0.82	80.27	0.37	Área Final, Hf (cm)	19.97
100	0.00500	0.99500	79.85	100.81	1.27	124.13	0.50	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA	
150	0.00749	0.99251	79.88	148.48	1.88	182.34	0.75	Peso Suelo Humedo + Tara	360.84
200	0.00999	0.99001	80.06	183.88	2.29	228.03	1.00	Peso Suelo Seco + Tara	320.55
250	0.01249	0.98751	80.26	207.60	2.59	259.76	1.25	Peso de Tara	86.93
300	0.01499	0.98501	80.48	218.93	2.70	284.42	1.50	Peso del Suelo Seco	234.62
350	0.01748	0.98252	80.88	150.88	1.87	183.41	1.75	Peso de Agua	39.99
400	0.01998	0.98002	80.88	98.88	1.20	117.49	2.00	% de Humedad	17.04
450	0.02248	0.97752	81.07	70.04	0.87	85.65	2.25	PESOS UNITARIOS	
								Peso Unit. Humedo, γ (ton/m ³)	2.18
								Peso Unit. Seco γd (ton/m ³)	1.859
								RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA	
								Qu2.7 N/mm ² = 294.82 KPa	
								RESISTENCIA AL CORTE NO DREGRADA	
								Cu Sect. 35 N/mm ² = 132.01 KPa	
								ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA φu = 0°	
								DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA εu = 1.50%	
								Módulo de Young E = 22,387.05 Kpa	

Calificación de la Consistencia del Suelo : *Muy Consistente a Muy Firme*



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

LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION MONTECALER Y DE LABORATORIO FACTO 2021

ING. ALEX URS. GOMEZ CALA
FIRMA ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
CIP: 208176

ING. ALEX URS. GOMEZ CALA
CIP: 208176

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL-CEMENT CYLINDERS (ASTM D1557 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESIVE STRENGTH OF COHESIVE SOILS (ASTM D2938 / D2938M - 18)

DATOS GENERALES			
TERMINO	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021		
SOLICITANTE	: Eads S.C. May Games YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	TIPO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALCATA N° : 02
MÉTODO	: Deformación Controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 02
MADURACIÓN	: 6 DÍAS, BUELO + 4% CEMENTO - CURADO: 24 h	INDICADOR: A	PROFUNDIDAD (m): 0.22 - 1.33
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/s): 1.5
			VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/s): 0.019

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unit. Sec. n	1 - Def. Unit.	Área corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviado σ (Kgf/cm ²)		Def. Falta	Dimensiones Promedios de la Muestra (Tamaño de la Probeta Taladrada)	
0	0.00000	1.00000	79.88	0.00	0.00	0.00	0.00	Dámetro Promedio, D _o (cm)	10.07
10	0.00047	0.99953	79.73	8.14	0.50	7.55	0.08	Área Promedio, H _o (cm)	21.25
20	0.00094	0.99906	79.78	13.57	0.17	18.89	0.09	Relación Alargamiento	2.11
30	0.00141	0.99859	79.80	27.25	0.34	33.48	0.14	Peso de la Muestra Humeda	3990.31
40	0.00188	0.99812	79.84	41.55	0.52	51.03	0.19	Área Sección Trans. A _o (cm ²)	79.69
50	0.00235	0.99765	79.88	56.28	0.70	69.08	0.24	Volumen, V _o (cm ³)	1600.71
75	0.00353	0.99647	79.97	88.08	1.10	108.02	0.35	Área Final, H _f (cm)	20.85
100	0.00471	0.99529	80.07	113.82	1.42	139.18	0.47	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA	
150	0.00709	0.99294	80.26	154.22	2.05	200.86	0.71	Peso Suelo Humedo + Tara:	406.57
200	0.00941	0.99059	80.45	194.56	2.42	237.17	0.94	Peso Suelo Seco + Tara:	356.67
250	0.01178	0.98824	80.64	117.18	1.45	142.91	1.18	Peso de Tara:	54.79
300	0.01412	0.98590	80.83	88.90	0.85	83.59	1.41	Peso del Suelo Seco:	274.09
350	0.01647	0.98353	81.02	52.08	0.84	83.01	1.85	Peso de Agua:	46.70
400	0.01882	0.98118	81.22	37.57	0.46	45.38	1.88	% de Humedad:	17.04
								PESOS UNITARIOS	
								Peso Unit. Humedo, γ (ton/m ³)	2.18
								Peso Unit. Seco γ _d (ton/m ³)	1.862
								RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA	
								q _u 2.42 Kg/cm ² = 237.17 KPa	
								RESISTENCIA AL CORTE NO CONFINADA	
								q _u Sect. 21.86ton/2 = 118.99 KPa	
								ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	
								φ _u = 0°	
								DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA	
								ε _u =	0.94%
								Área de Young y E_s	
								6,259.00	Kpa

Calificación de la Consistencia del Suelo : *Muy Consistente a Muy Firme*



OBSERVACIÓN: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION MONTECALER Y DE LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. ING. ALEX URB. GOMEZ CALA

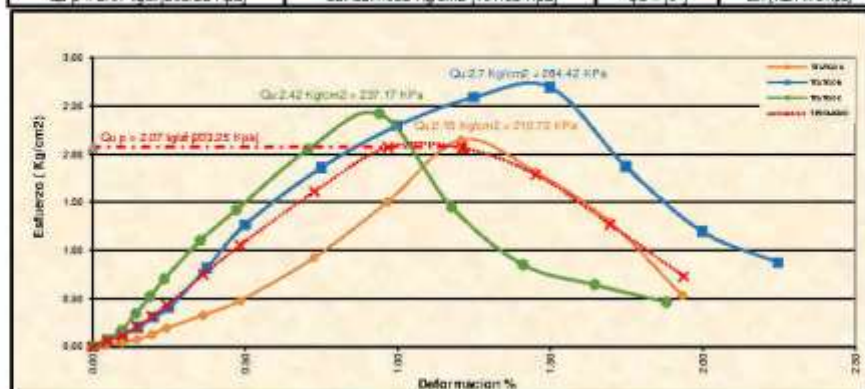
**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOLDED SOIL - CEMENT CYLINDERS (ASTM D632 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166M - 18)

DATOS GENERALES			
TEMA:	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021		
SOLICITANTE:	Sect. IO. Mary Carmen YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA:	A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN:	CARRETERA Dk. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+500 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA:	B.F.C.
UBICACIÓN:	DESAGUADERO - KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA:	34 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra:	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA. DE COMPACTAD BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTAD ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUGS: ML
		ESPECIMEN: A	CALIGATA Nº: 00
MÉTODO:	-Deformación Controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA Nº: 00
MADURACIÓN:	6 DIAS; SUELO + 4% CEMENTO - CURADO: 24 h	PROCEDIMIENTO: A	PROFUNDIDAD (m): 0.25 - 1.5
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN (mm/s): 1.5
			VELOCIDAD DE DEFORMACIÓN (mm/s): 0.059

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DREJADA PROMEDIO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA NO DREJADA	Módulo de Young's E
$Q_u p = 2.07 \text{ kgf/cm}^2$ (203.25 Kpa)	$C_u: Su: 1.035 \text{ kg/cm}^2$ (101.63 Kpa)	$\phi_u = 10^\circ$	$E_u = 18244.78 \text{ kgf/cm}^2$



[Signature]
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYOS Y PROYECTOS
CIP. 208176

[Signature]
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYOS Y PROYECTOS
CIP. 208176

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL-CEMENT CYLINDERS (ASTM D1557 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOILS (ASTM D2487 / D2487M - 16)

DATOS GENERALES			
TERMINO	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021		
SOLICITANTE	: Eads I.C. Mary Gines YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LÍMITE DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALICATA N° : 02
MÉTODO	: Deformación Controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 03
MADURACIÓN	: 6 DÍAS, BIELO + 6% CEMENTO - CURADO: 24 h	INDICADOR: A	PROFUNDIDAD (m): 0.23 - 0.33
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE BAJA (mm/min): 1.5
			VELOCIDAD DE BAJA (mm/min): 0.019

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unit. Sec. n	1-Def. Unit.	Área corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviado: stress: 01<03 = 0		Def. Falta	Dimensiones Promedias de la Muestra (Tamaño de la Probeta Taladrada)	
	E (ΔH/Ho)	1-C			Q (Kg/cm ²)	Q (KPa)	%	Dámetro Promedio, Do (cm)	Altura Promedio, Ho (cm)
0	0.00000	1.00000	79.01	0.00	0.00	0.00	0.00	10.03	20.90
10	0.00048	0.99952	79.26	5.83	0.37	8.88	0.08	Relación Aluradilatación:	2.04
20	0.00098	0.99902	79.06	8.10	0.10	10.04	0.10	Peso de la Muestra Humeda:	3996.66
30	0.00144	0.99856	79.13	12.34	0.18	15.29	0.14	Área Sección Trans. Ao (cm ²)	79.01
40	0.00191	0.99809	79.16	18.74	0.21	20.74	0.19	Volumen, Vo (cm ³)	1651.35
50	0.00239	0.99761	79.20	25.55	0.32	31.64	0.24	Altura Final, Hf (cm)	20.85
75	0.00359	0.99641	79.30	63.92	0.81	70.05	0.38	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA	
100	0.00478	0.99522	79.35	100.33	1.34	131.35	0.48	Peso Suelo Humedo + Tara:	406.00
150	0.00718	0.99282	79.58	188.52	2.37	232.30	0.72	Peso Suelo Seco + Tara:	414.51
200	0.00957	0.99043	79.78	263.33	3.30	323.71	0.96	Peso de Tara:	86.74
250	0.01198	0.98804	79.97	332.78	4.18	408.09	1.20	Peso del Suelo Seco:	328.77
300	0.01439	0.98565	80.18	394.28	4.42	433.41	1.44	Peso de Agua:	51.29
350	0.01875	0.98125	80.38	214.79	2.87	282.12	1.87	% de Humedad:	15.60
400	0.01914	0.98086	80.55	115.48	1.43	140.57	1.91	PESOS UNITARIOS	
450	0.02153	0.97847	80.75	72.25	0.89	87.74	2.15	Peso Unit. Humedo, y (ton/m ³)	2.18
								Peso Unit. Seco yd (ton/m ³)	1.86
								RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA	
								Qu = 42 Kg/cm ² = 423.61 KPa	
								RESISTENCIA AL CORTE NO DREGRADA	
								Cu = 2.21 Kg/cm ² = 218.71 KPa	
								ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	
								φu = 0°	
								DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA	
								ε% = 1.44%	
								Altura de Young y E-	
								35,067.25 Kpa	

Calificación de la Consistencia del Suelo : Extremadamente Consistente o Líquida



OBSERVACION: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION MONTECALER Y DE LABORATORIO FACTO S.R.L.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
ING. ALEX URS. GOMEZ CALA
CALLE DE INVESTIGACION Y DESARROLLO INDUSTRIAL
D.P. 200176

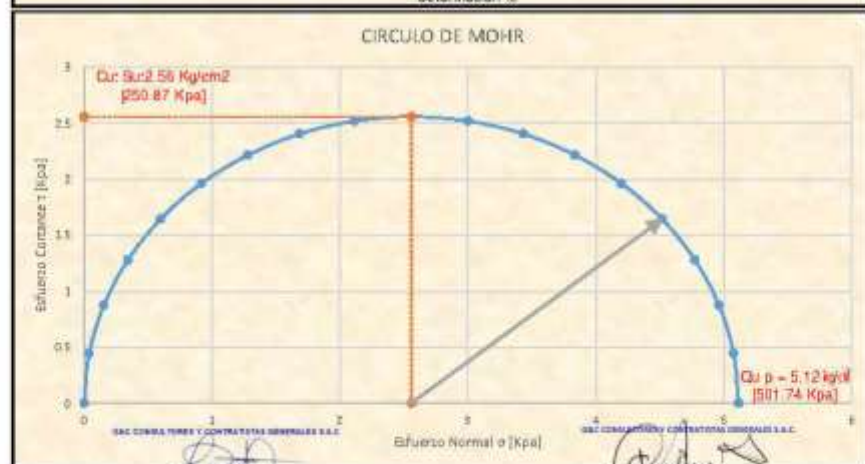
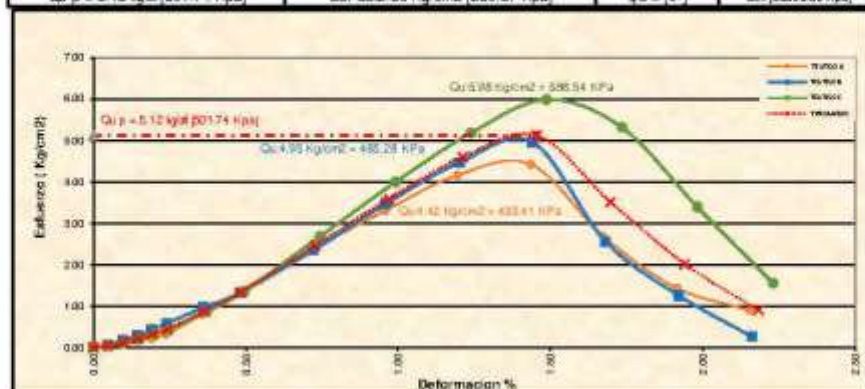
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOLDED SOIL - CEMENT CYLINDERS (ASTM D633 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166M - 18)

DATOS GENERALES			
TEMA:	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVIO DESAQUADERO - KELLUYO, PUNO 2021		
SOLICITANTE:	Señ. LC. Mary Carmen YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA:	ALICIA C.
LOCALIZACIÓN:	CARRETERA D.V. DESAQUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA:	B.F.C.
UBICACIÓN:	DESAQUADERO - KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUTO - DEP. PUNO	FECHA:	24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción:	LIMO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE	AASHTO:	A-5 (7)
Visual de la Muestra:	COMPACTAD BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTAD ALTA EN ESTADO SECO	UNIFORMITY:	A
MÉTODO:	Deformación Controlada	TIPO:	Remoldado
MADURACIÓN:	6 DÍAS; SUELO + 6% CEMENTO - CURADO 24 h	PROCEDIMIENTO:	A
		FORMA:	Cilíndrico
		VELOCIDAD DE ENSAYO (mm/min):	1.5
		VELOCIDAD DE ENSAYO (mm/min):	0.059

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA NO DRENADA	Módulo de Young a F
$q_u p = 5.12 \text{ kgf/cm}^2$ (501.74 Kpa)	$c_u = 2.56 \text{ Kg/cm}^2$ (250.87 Kpa)	$\phi_u = 10^\circ$	$E_u = 38096.39 \text{ Kpa}$



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
INGENIERO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROYECTOS
DIRECCIÓN GENERAL

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALA
M.Sc. EN INGENIERÍA EN MATERIALES Y MECÁNICA DE MATERIALES
DIP. 200176

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHODS FOR COMPRESIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL-CEMENT CYLINDERS (ASTM D1557 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESIVE STRENGTH OF COHESIVE SOILS (ASTM D2416 / D2416M - 16)

DATOS GENERALES			
TERMINAL	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021		
SOLICITANTE	: Eads S.C. Mary Gines YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LÍMITE DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALICATA Nº : 02
MÉTODO	: Deformación Controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA Nº : 03
MADURACIÓN	: 6 DÍAS, BIELD + 2% CEMENTO - CURADO: 24 h	INDICADOR: A	PROFUNDIDAD (m): 0.22 - 1.33
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/s): 1.5
			VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/s): 0.019

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unit. Sec. n	1 - Def. Unit.	Área corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviado σ (Kgf/cm ²)		Def. Falta	Dimensiones Promedios de la Muestra (Tamaño de la Probeta Taladrada)	
0	0.00000	1.00000	78.23	0.00	0.00	0.00	0.00	Dámetro Promedio, Dø (cm)	9.98
10	0.00047	0.99953	78.28	5.43	0.37	8.80	0.05	Altura Promedio, Hø (cm)	21.16
20	0.00095	0.99905	78.30	13.98	0.38	17.48	0.09	Relación Altitudo/Diámetro	2.12
30	0.00142	0.99858	78.34	22.48	0.29	28.15	0.14	Peso de la Muestra Humeda	3584.99
40	0.00189	0.99811	78.37	38.52	0.47	45.70	0.19	Área Sección Trans. Aø (cm ²)	78.23
50	0.00236	0.99764	78.41	60.04	0.77	75.09	0.24	Volumen, Vø (cm ³)	1656.07
75	0.00354	0.99646	78.50	118.52	1.48	145.05	0.35	Altura Final, Hf (cm)	20.71
100	0.00473	0.99527	78.60	172.11	2.19	214.74	0.47	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA	
150	0.00709	0.99291	78.78	251.50	3.70	362.84	0.71	Peso Suelo Humedo + Tara	443.77
200	0.00945	0.99055	78.97	460.59	5.83	571.95	0.95	Peso Suelo Seco + Tara	402.48
250	0.01182	0.98818	79.18	589.11	7.44	729.80	1.18	Peso de Tara	54.70
300	0.01418	0.98582	79.38	703.16	8.86	889.01	1.42	Peso del Suelo Seco	317.78
350	0.01654	0.98346	79.54	781.08	9.57	938.26	1.65	Peso de Agua	41.31
400	0.01891	0.98109	79.73	894.75	11.46	1131.50	1.89	% de Humedad	13.00
450	0.02127	0.97873	79.93	121.72	1.52	149.34	2.13	PESOS UNITARIOS	
								Peso Unit. Humedo, γ (ton/m ³)	2.15
								Peso Unit. Seco γd (ton/m ³)	1.906
								RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA	
								Qu 5.07 Kgf/cm ²	= 508.29 KPa
								RESISTENCIA AL CORTE NO CONFINADA	
								Qu Sec. 285 Kgf/cm ²	= 309.14 KPa
								ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	
								φu = 0°	
								DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA	
								ε%	1.55%
								Módulo de Young E	
								63,672.01	Kpa

Calificación de la Consistencia del Suelo : Categoricamente Consistente o Luga



OBSERVACIÓN: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION MONTECALER Y DE LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
ING. ALEX URS. GOMEZ CALLA
KIT DE CALIBRACION DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDICION
DIP. 200176

**ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS
COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO**

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOULDED SOIL - CEMENT CYLINDERS (ASTM D1557 - 17)
STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOILS (ASTM D2166 / D2166M - 16)

DATOS GENERALES			
TEMA	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUJO, PUNO 2021		
SOLICITANTE	: Eads I.C. May Games YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA DV. DESAGUADERO - KELLUJO, Km. 16+000 - 17+500	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUJO, PROVINCIA DE CHUCUITO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LÍMITE DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA DE COMPACTACIÓN BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTACIÓN ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALICATA N° : 02
MÉTODO	: Deformación Controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 03
MADURACIÓN	: 6 DÍAS, BIELD + 2% CEMENTO - CURADO: 24 h	INDICADOR: A	PROFUNDIDAD (m): 0.23 - 1.33
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/s): 1.5
			VELOCIDAD DE DESCARGA (mm/s): 0.019

Deformación ΔH (0.01mm)	Def. Unit. Sec. n	1 - Def. Unit.	Área corregida Ac (cm ²)	Carga P (kg)	Esfuerzo Desviado σ (Kgf/cm ²) / σ (KPa)		Def. Falta	Dimensiones Promedios de la Muestra (Tamaño de la Probeta Taladrada)	
0	0.00000	1.00000	79.35	0.00	0.00	0.00	0.00	Dámetro Promedio, Dø (cm)	10.04
10	0.00048	0.99952	79.58	14.38	0.18	17.82	0.05	Área Promedio, Aø (cm ²)	20.83
20	0.00098	0.99902	79.82	37.21	0.47	45.83	0.10	Relación Alargamiento	2.07
30	0.00144	0.99856	79.88	63.05	0.79	77.82	0.14	Peso de la Muestra Humeda	3962.83
40	0.00192	0.99808	79.70	92.60	1.16	113.94	0.19	Área Sección Trans. Aø (cm ²)	79.55
50	0.00240	0.99760	79.74	115.51	1.45	142.07	0.24	Volumen, Vø (cm ³)	1607.11
75	0.00390	0.99610	79.83	177.36	2.22	217.87	0.38	Área Final, Af (cm ²)	20.38
100	0.00480	0.99520	79.93	256.83	3.21	314.73	0.48	DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA	
150	0.00720	0.99280	80.12	395.07	4.94	484.77	0.72	Peso Suelo Humedo + Tara	372.30
200	0.00960	0.99040	80.32	524.68	6.53	640.63	0.96	Peso Suelo Seco + Tara	3261.6
250	0.01200	0.98800	80.51	601.09	7.47	732.14	1.20	Peso de Tara	88.03
300	0.01440	0.98560	80.71	651.37	8.35	828.94	1.44	Peso del Suelo Seco	2961.6
350	0.01680	0.98320	80.90	173.31	2.14	210.08	1.68	Peso de Agua	38.22
400	0.01920	0.98080	81.10	108.38	1.31	128.83	1.92	% de Humedad	12.01
450	0.02160	0.97840	81.30	65.37	0.85	102.97	2.16	PESOS UNITARIOS	
								Peso Unit. Humedo, γ (ton/m ³)	2.15
								Peso Unit. Seco γd (ton/m ³)	1.90
								RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA	
								Qu = 7.47 Kgf/cm ² = 732.14 KPa	
								RESISTENCIA AL CORTE NO DREJADA	
								Qu = 3.735 Kgf/cm ² = 366.07 KPa	
								ÁNGULO DEFRICCIÓN INTERNA	
								φu = 0°	
								DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA	
								ε% =	1.32%
								Área de Flujos y E-	
								28,900.00 Kpa	

Calificación de la Consistencia del Suelo : Categorización Consistente o Lija



OBSERVACION: G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
LOS EQUIPOS FUERON CALIBRADOS POR EL SERVICIO DE CALIBRACION Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS DE MEDICION MONTECALER Y DE LABORATORIO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ING. ALEX URB. GOMEZ CALA
KIT DE CALIBRACION DE INSTRUMENTOS DE MEDICION DE MATERIALES
DIP. 200176

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO-CONFINADA DE MEZCLAS COMPACTADAS DE SUELO Y CEMENTO

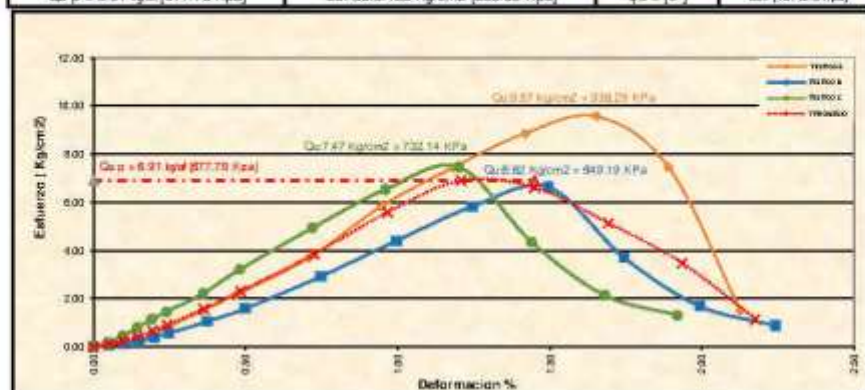
STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF MOLDED SOIL - CEMENT CYLINDERS (ASTM D633 - 17)

STANDARD TEST METHOD FOR UNCONFINED COMPRESSIVE STRENGTH OF COHESIVE SOIL (ASTM D2166 / D2166M - 18)

DATOS GENERALES			
TEMA	EFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO - KELLUYO, PUNO 2021		
SOLICITANTE	: Sect. I.G. Moys Cármon YANA CONDORI	INGENIERO ESPECIALISTA	: A.L.G.C.
LOCALIZACIÓN	: CARRETERA Dv. DESAGUADERO - KELLUYO, Km. 16+000 - 17+300	TÉCNICO ESPECIALISTA	: B.F.C.
UBICACIÓN	: DESAGUADERO - KELLUYO, PROVINCIA DE CHUCUTO - DEP. PUNO	FECHA	: 24 de Febrero del 2022

DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO			
Descripción Visual de la Muestra	LMO DE PLASTICIDAD BAJA CON ARENA. DE COMPACTAD BAJA EN CONDICIÓN HUMEDA Y COMPACTAD ALTA EN ESTADO SECO	AASHTO: A-5 (7)	SUCS: ML
		ESPECIMEN: A	CALIGATA N° : 02
MÉTODO	: Deformación Controlada	TIPO: Remoldeado	MUESTRA N° : 02
MADURACIÓN	: 6 DIAS, SIELO+ 8% CEMENTO - CURADO: 24 h	PROCEDIMIENTO: A	PROFUNDIDAD (m) : 225 - 1.5
		FORMA: Cilíndrico	VELOCIDAD DE ENSAYO (mm/min) : 1.5
			VELOCIDAD DE ENSAYO (mm/min) : 0.059

RESISTENCIA COMPRESIÓN NO CONFINADA PROMEDIO	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA PROMEDIO	ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA NO DRENADA	Módulo de Young's E
$Q_u = 6.91 \text{ kgf/cm}^2$ [677.78 Kpa]	$C_u = 3.455 \text{ Kg/cm}^2$ [338.89 Kpa]	$\phi_u = 0^\circ$	$E_u = 48442.3 \text{ Kpa}$



[Signature]
ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
CIP: 208176

[Signature]
ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN MATERIALES Y PROBABILIDAD
CIP: 208176

**ANEXO E.
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DEL
LABORATORIO**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número Expediente **LT-145-2021**
20302
Página 1 de 5

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

Dirección AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO - PUNO - PUNO

Laboratorio de temperatura

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)

Los resultados del presente certificado son válidos sólo para el instrumento calibrado y se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de Cem Industrial.

Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Cem Industrial no se responsabiliza de los perjuicios del uso inadecuado de este instrumento, ni de la incorrecta interpretación de los resultados aquí presentados.

Equipo	HORNO
Marca / Fabricante	ALFA
Modelo	G-0301250
Serie / Identificación	NO INDICA / NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Instrumento de medición	TERMÓMETRO CON INDICACIÓN DIGITAL
Marca / Fabricante	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	300 °C / 0.1 °C
Identificación	NO INDICA
Selector	DIGITAL
Marca / Fabricante	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Alcance / Resolución	300 °C / 0.1 °C
Ubicación del instrumento	LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS

Lugar de calibración AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO - PUNO - PUNO

Fecha de calibración 2021-12-21

Sello Fecha de emisión Jefe del laboratorio de calibración

2021-12-28



CEM INDUSTRIAL

Jesús Quinto C.
JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Método de calibración

Se determina la temperatura de distintos puntos internos del Medio Isotermo siguiendo el "Procedimiento para la calibración o caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" INDECOPI-SNM PC-018

Condiciones Ambientales

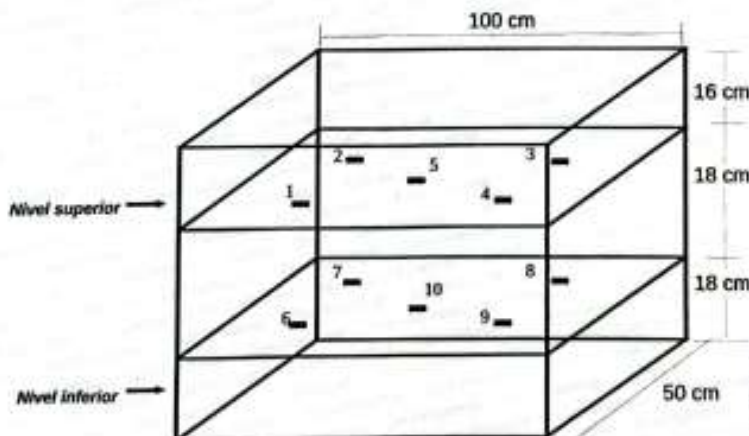
	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	13,4 °C	12,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	52 %	54 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	INSTRUMENTO PATRÓN UTILIZADO	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
INACAL	Termómetro digital	LT-304-2021
INACAL	Termómetro digital	LT-305-2021
METROIL	Termohigrómetro	T-3787-2021

Puntos de calibración

Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas panillas.
 Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la panilla superior.
 Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la panilla inferior.
 Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 25 cm. de las paredes 12 cm del frente y fondo del horno respectivamente.
 Los escalones indican las posiciones de las panillas.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número **LT-145-2021**
 Expediente **20302**
 Página **3 de 5**

Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T Ind. (°C) (Termómetro o estufa)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	Difer. de Temp. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8	Sensor 9	Sensor 10		
0	110	109,8	108,2	105,5	104,7	105,7	101,6	101,6	108,4	105,6	101,6	105,3	8,2
2	110	110,0	108,2	106,1	105,4	106,2	102,1	101,7	108,7	105,9	101,7	105,6	8,3
4	110	109,9	108,0	106,0	105,5	106,0	102,0	101,6	109,8	107,1	101,4	105,7	8,5
6	110	109,9	106,1	106,2	105,7	105,8	101,9	101,7	109,7	105,6	101,5	105,6	8,4
8	110	110,3	108,4	106,1	105,6	106,1	102,1	101,6	109,4	107,3	102,6	106,0	8,7
10	110	110,6	108,8	106,1	105,1	106,7	102,3	102,3	109,7	106,7	102,8	106,1	8,3
12	110	110,6	108,8	106,8	105,8	106,6	102,1	102,3	109,7	107,5	103,0	106,3	8,5
14	110	110,7	109,0	106,8	106,2	106,7	102,4	102,4	110,4	108,0	103,6	106,6	8,3
16	110	110,7	109,1	106,6	105,8	107,0	102,2	102,3	110,0	107,6	103,1	106,4	8,5
18	110	110,7	109,0	106,7	105,9	106,5	102,4	102,8	109,8	107,4	102,8	106,4	8,3
20	110	110,5	108,7	106,6	105,6	106,8	102,7	102,1	110,6	107,8	102,7	106,4	8,5
22	110	110,2	108,8	106,7	105,9	106,5	102,5	102,6	108,9	107,8	103,3	106,3	7,7
24	110	110,4	108,8	106,9	106,2	106,8	102,5	103,3	110,6	107,6	103,1	106,6	8,1
26	110	110,8	109,1	107,1	106,7	107,3	103,0	102,6	110,1	107,1	103,6	106,7	8,2
28	110	110,8	109,1	107,2	106,6	107,3	103,0	103,1	111,3	108,9	104,3	107,2	8,3
30	110	110,8	109,2	107,2	106,2	107,1	102,9	102,9	109,8	108,3	104,0	106,8	7,9
32	110	110,9	109,3	107,3	106,6	107,4	103,4	103,4	111,8	109,4	103,4	107,3	8,4
34	110	110,6	108,7	107,3	106,4	107,3	102,6	102,8	110,6	108,2	103,0	106,8	8,0
36	110	110,2	108,7	107,0	105,9	106,8	102,6	103,4	110,5	108,6	103,6	106,7	7,9
38	110	110,1	108,9	106,8	106,4	106,4	103,3	103,3	110,1	108,7	103,1	106,7	7,0
40	110	110,4	108,6	106,9	106,2	106,8	103,0	102,7	110,9	108,8	103,0	106,7	8,2
42	110	110,6	108,7	107,1	106,3	107,2	102,7	102,2	111,0	109,4	103,0	106,8	8,8
44	110	110,0	108,6	106,8	106,3	106,4	103,1	102,3	111,1	108,3	103,8	106,7	8,8
46	110	110,2	108,3	106,7	105,7	106,7	102,3	101,8	110,4	109,0	103,3	106,4	8,6
48	110	110,1	108,6	106,9	105,9	107,3	102,6	103,4	110,8	108,3	103,5	106,7	8,2
50	110	110,0	108,8	106,8	106,2	106,8	103,6	102,9	110,0	108,7	103,6	106,7	7,1
52	110	110,2	108,7	107,1	106,3	106,7	102,9	102,8	110,9	109,1	104,3	106,9	8,1
54	110	110,4	108,5	107,0	106,4	107,0	102,5	103,5	111,1	109,3	103,9	107,0	8,6
56	110	110,4	108,8	107,0	106,1	106,9	102,9	103,2	111,0	110,2	104,3	107,1	8,1
58	110	110,5	109,0	107,0	106,2	107,0	103,0	103,1	110,4	109,1	104,5	107,0	7,5
60	110	110,5	108,9	107,2	106,3	107,1	103,6	102,8	111,2	109,3	104,0	107,1	8,4
T. PROM	110,0	110,4	108,7	106,8	106,0	106,7	102,6	102,6	110,3	108,1	103,2	106,5	7,8
T. MAX	110,0	110,9	109,3	107,3	106,7	107,4	103,6	103,5	111,8	110,2	104,5		
T. MIN	110,0	109,8	108,0	105,5	104,7	105,7	101,6	101,6	108,4	105,6	101,4		
DTT	110,0	1,1	1,3	1,8	2,0	1,7	2,0	1,9	3,4	4,6	3,1		



Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
 • Tel: 6717346 • CEL: 956009776 / 956009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Resultados de Medición

PARÁMETROS	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima temperatura medida	111,8	0,4
Mínima temperatura medida	101,4	0,3
Desviación de temperatura en el tiempo	4,6	0,1
Desviación de temperatura en el espacio	7,8	0,3
Estabilidad medida (±)	2,30	0,04
Uniformidad medida	8,8	0,3

- T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T. MAX: Temperatura máxima.
T. MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedio de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La estabilidad es considerada igual a $\pm \frac{1}{2}$ máx. DTT.

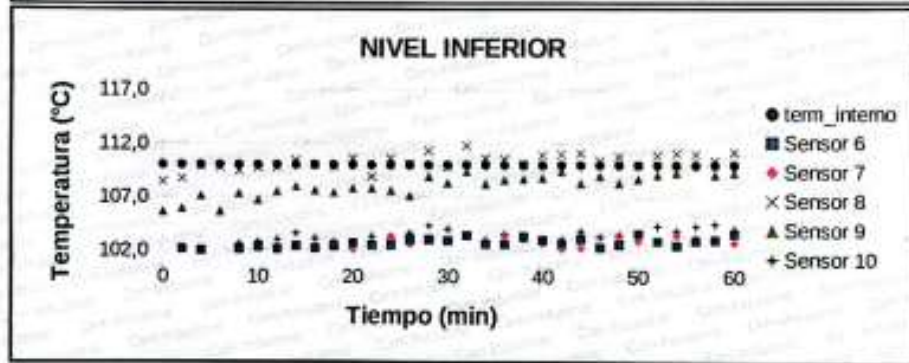
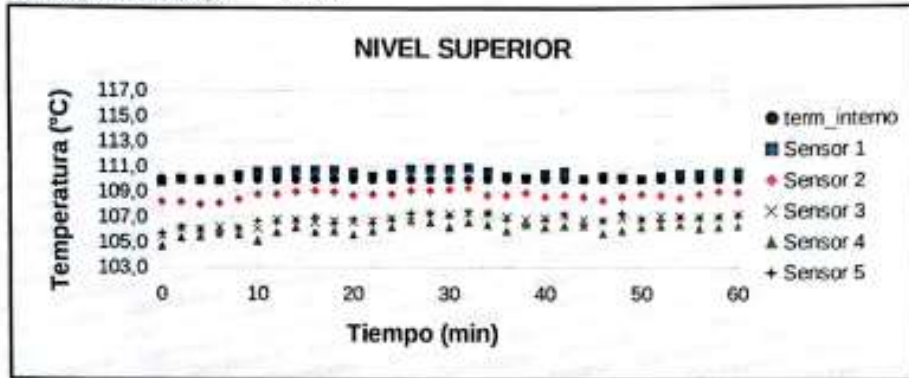
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

Observaciones

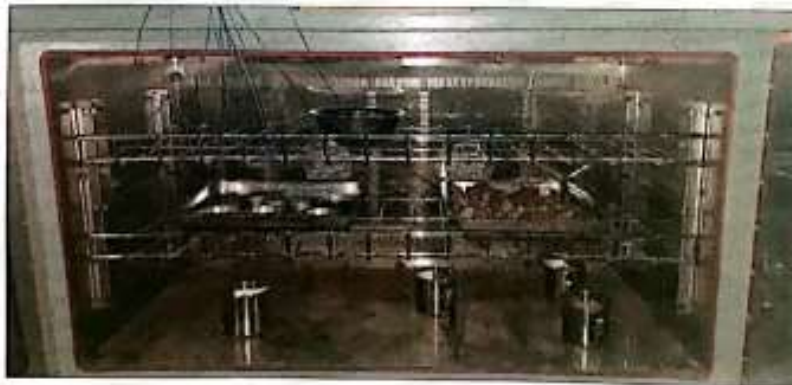
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- Los resultados obtenidos corresponde al promedio de 31 lecturas por punto de medición, luego del tiempo de estabilización
- La calibración se efectuó después de un precalentamiento de noventa minutos y treinta minutos de estabilización del medio isoterma.



Temperatura de trabajo: 110 °C



Fotografía mostrando la ubicación de los sensores de temperatura en el medio isoterma.



Fin del documento.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Número **LM-262-2021**
 Expediente **20302**
 Página **2-3**

INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOS	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
TEMPERATURA	14,6 °C	14,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	61 %	59 %

Medición N.º	Carga L1 = 10 kg			Carga L2 = 20 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	10,001	0,0007	0,001	20,000	0,0006	0,000
2	10,001	0,0010	0,001	19,999	0,0006	-0,001
3	10,000	0,0006	0,000	19,999	0,0004	-0,001
4	10,001	0,0009	0,001	19,999	0,0003	-0,001
5	10,000	0,0005	0,000	19,999	0,0006	-0,001
6	10,001	0,0010	0,001	19,998	0,0002	-0,002
7	10,000	0,0010	0,000	19,999	0,0004	-0,001
8	10,000	0,0009	0,000	19,998	0,0003	-0,002
9	10,000	0,0006	0,000	19,999	0,0007	-0,001
10	10,000	0,0007	0,000	19,998	0,0002	-0,002

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

posición de cargas

3	4
2	5

	Inicial	Final
TEMPERATURA	14,3 °C	14,4 °C
HUMEDAD RELATIVA	59 %	59 %

Posición	Carga Mínima*	Determinación de Eo			Carga L (kg)	Determinación de Ec			
		I (kg)	ΔL (kg)	E0 (kg)		I (kg)	ΔL (kg)	E0 (kg)	Ec (kg)
1	0,01	0,010	0,0005	0,000	6	6,000	0,0005	0,000	0,000
2		0,009	0,0005	-0,001		6,000	0,0008	0,000	0,001
3		0,010	0,0010	0,000		5,999	0,0004	-0,001	0,000
4		0,009	0,0006	-0,001		6,000	0,0007	0,000	0,001
5		0,010	0,0010	0,000		6,000	0,0005	0,000	0,000

* valor entre 0 y 10g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
TEMPERATURA	14,4 °C	14,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	59 %	58 %

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				EMP (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,01	0,010	0,0010	-0,001						
0,02	0,019	0,0008	-0,001	-0,001	0,019	0,0006	-0,001	-0,001	0,01
0,5	0,499	0,0007	-0,001	-0,001	0,499	0,0004	-0,001	0,000	0,01
1	0,999	0,0004	-0,001	0,000	0,999	0,0005	-0,001	-0,001	0,01
2	1,999	0,0005	-0,001	0,000	1,999	0,0005	-0,001	0,000	0,01
5	4,999	0,0006	-0,001	-0,001	5,000	0,0004	0,000	0,001	0,01
7	6,999	0,0004	-0,001	0,000	7,000	0,0004	0,000	0,001	0,02
10	10,000	0,0005	0,000	0,001	10,000	0,0005	0,000	0,001	0,02
12	12,001	0,0007	0,001	0,001	12,001	0,0005	0,001	0,001	0,02
15	15,001	0,0004	0,001	0,002	15,001	0,0007	0,001	0,001	0,02
20	20,000	0,0006	0,000	0,000	20,000	0,0006	0,000	0,000	0,02



Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
 • Tel: 6717345 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Método de Calibración

La calibración de balanzas se basa en al comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón)

Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	14,6 °C	14,3 °C
HUMEDAD RELATIVA	81 %	58 %

Patrones usados

TRAZABILIDAD	PESAS PATRÓN USADAS	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CEM	Juego de Pesas patrón Clase M2 (1g – 1kg)	M-001-2021
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (2kg)	M-0184-2021
METROIL	Pesa patrón Clase M1 (5kg)	M-0185-2021
METROIL	Pesa patrón Clase M2 (10kg)	M-0186-2021
INACAL	Juego de Pesas patrón Clase E2 (1mg – 1 kg)	LM-C-115-2021

Resultados de Calibración

El resultado de la incertidumbre expandida es:

$$U(R) = 2 \sqrt{4,333E-07 + 2,156E-09 R^2}$$

$$U(20) = 0,002 \text{ kg}$$

El resultado del Error corregido es:

$$R_{\text{corregido}} = R - (2,596E-05) R$$

$$R_{\text{corregido}} = 19,999 \text{ kg}$$

OBSERVACIONES:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, para una distribución normal de aproximadamente 95%.
- (*) Código proporcionado por el laboratorio de masa de CEM INDUSTRIAL.

FIN DEL DOCUMENTO





LABORATORIO DE METROLOGIA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1736-2021

DESTINATARIO : G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
 DIRECCION : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740- PUNO - PUNO
 FECHA : 2021/11/30
 LUGAR DE CALIBRACIÓN : Laboratorio de Masa - PYS EQUIPOS

MARCA : OHAUS CAPACIDAD MÁXIMA 620 g
 N° DE SERIE : 8341286316 DIV. DE ESCALA (d) 0.01 g
 MODELO : NV622ZH DIV. DE VERIFICACIÓN (e) 0.01 g
 TIPO : ELECTRÓNICA CÓDIGO NO INDICA
 CLASE : II CAPACIDAD MÍNIMA 0.2 g

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 316 - CM - M - 2020

CALIBRACION EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-96 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-011

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

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final
	18.5	18.4		71	71

Medición N°	Carga L1 = 300.00 g			Carga L2 = 600.00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
2	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
3	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
4	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
5	300.00	0.005	0.000	600.00	0.005	0.000
6	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.006	-0.001
7	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.007	-0.002
8	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.005	0.000
9	300.00	0.005	0.000	600.00	0.006	-0.001
10	300.00	0.006	-0.001	600.00	0.005	0.000

$E = I + \%e \cdot \Delta L - L$

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	E.M.P. (g)
300.00	0.001	0.03
600.00	0.002	0.03

OBSERVACIONES:

- Este informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PyS EQUIPOS E.I.R.L.
- El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma

Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGIA

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final
Temp. °C	18.4	18.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	71	71

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E ₀				Carga L (g)	Determinación del Error Corregido E _c				E. M. P. ± (g)
	Carga Mínima* (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)		I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1	0.10	0.10	0.005	0.000	200.00	200.00	0.005	0.000	0.000	0.02
2		0.10	0.005	0.000		200.01	0.007	0.008	0.008	0.02
3		0.10	0.005	0.000		200.00	0.005	0.000	0.000	0.02
4		0.10	0.005	0.000		199.99	0.004	-0.009	-0.009	0.02
5		0.10	0.005	0.000		200.00	0.007	-0.002	-0.002	0.02

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}e + \Delta L \cdot L$$

$$E_c = E - E_0$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. °C	18.4	18.4

	Inicial	Final
H.R. (%)	71	71

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E. M. P. ± (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.10	0.10	0.005	0.000						
0.50	0.50	0.005	0.000	0.000	0.20	0.005	-0.300	-0.300	0.01
1.00	1.00	0.006	-0.001	-0.001	1.00	0.005	0.000	0.000	0.01
10.00	10.00	0.006	-0.001	-0.001	10.00	0.006	-0.001	-0.001	0.01
50.00	50.00	0.005	0.000	0.000	50.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
100.00	100.00	0.006	-0.001	-0.001	100.00	0.007	-0.002	-0.002	0.02
200.00	200.00	0.006	-0.001	-0.001	200.00	0.006	-0.001	-0.001	0.02
300.00	300.00	0.005	0.000	0.000	300.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
400.00	400.00	0.006	-0.001	-0.001	400.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
500.00	500.00	0.006	-0.001	-0.001	500.00	0.006	-0.001	-0.001	0.03
620.00	620.01	0.007	0.008	0.008	620.01	0.007	0.008	0.008	0.03

$$E = I + \frac{1}{2}e + \Delta L \cdot L$$

$$E_c = E - E_0$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura $K = 2$, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = Indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: $U = 6 \text{ mg} + (1,3 \times 10^{-6})I$

EPP
 Revisado por:
 Eler Pozo S
 Dpto. Metrología

Angel Perez Barroso
 Calibrado por:
 Angel Perez Barroso
 Dpto. Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Telf.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LL-243-2021

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

Expediente 20302
Solicitante G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
Dirección AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO
Instrumento de medición CAZUELA CASAGRANDE
Marca (o Fabricante) HUMBOLDT
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Procedencia USA
Código NO INDICA
Ubicación del Equipo LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
Lugar de Calibración AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Fecha de Calibración 2021-21-21

Método de Calibración

La calibración se realizó por comparación directa utilizando como referencia la norma ASTM D4318, MTC E-110.

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).

Patrones utilizados: L-1086-2021; T-3787-2021.

Condiciones Ambientales

Temperatura promedio: 14,3 °C ; Humedad relativa prom. 56,5 HR%

Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95 %.
- Las dimensiones del aparato de límite líquido son las especificadas en la MTCE-110.

Sello



Fecha de emisión

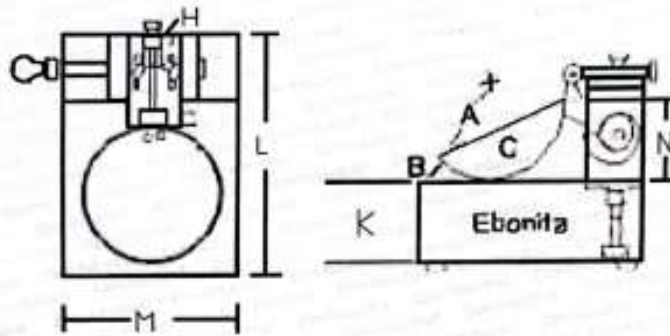
2021-12-28

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
Mz. A, Lota 18, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima
• Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777
• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com



Dimensiones MTC E-110 Aparato de Límite Líquido

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54	2,0	27	47	50	150	125
Tolerancia (mm)	2	0,1	1	1,5	5	5	5

Resultado de Medición

Dimensiones medidas en el Aparato de Límite Líquido.

Descripción	Conjunto de la cazuela			Base			
	Radio de la copa	Espesor de la copa	Profundidad de la copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho
Dimensiones (mm)	54,9	1,9	27,2	50,1	49,7	150	125
Incertidumbre (mm)	0,5	0,05	0,5	0,8	0,6	0,6	0,6



Fin de documento.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LM-1737-2021

DESTINATARIO : G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C
 DIRECCIÓN : AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740 - PUNO - PUNO
 FECHA : 2021/11/30
 LUGAR DE CALIBRACION : LAB. DE MASA PYS EQUIPOS

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: BALANZA

MARCA : OHAUS	CAPACIDAD MÁXIMA	30 kg
Nº DE SERIE : 8356390604	DIV. DE ESCALA (d)	0.001 kg
MODELO : R21PE30ZH	DIV. DE VERIFICACIÓN (e)	0.010 kg
TIPO : ELECTRÓNICA	CÓDIGO DE LA BALANZA	NO INDICA
CLASE : III	CAPACIDAD MÍNIMA	0.02 kg

PESAS UTILIZADAS: CERTIFICADO: 306, 314, 315, 316 - CM - M - 2020

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN: NMP-003-2009 y Procedimiento de Calibración de Balanzas de funcionamiento No Automático PC-001/Indecopi

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp °C	Inicial	Final	H. R. %	Inicial	Final	
	18.9	18.9		72	72	
	Carga L1 = 15.000 kg			Carga L2 = 30.000 kg		
Nº	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
2	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
3	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
4	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
5	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
6	15.000	0.0005	0.0000	30.000	0.0006	-0.0001
7	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
8	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0006	-0.0001
9	15.000	0.0006	-0.0001	30.000	0.0005	0.0000
10	15.000	0.0007	-0.0002	30.000	0.0005	0.0000

$E = I + \frac{1}{2}d + \Delta L - L$

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	E.M.P. (kg)
15.00	0.0002	0.002
30.00	0.0001	0.003

OBSERVACIONES:

- Este Informe de calibración NO podrá ser reproducido parcial o totalmente sin la autorización de PYS EQUIPOS S.A.C.
- El usuario es responsable de la calibración de los Instrumentos de medición. Se recomienda realizar la calibración en intervalos de 06 meses dependiendo del uso y movilización de la misma.



Calle 4, Mz F1 LL 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
 Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
 E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
 Web Page: www.pys.pe

*PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS S.A.C.

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

	Inicial	Final	Inicial	Final	Final
Temp. °C	18.9	18.9	H.R. (%)	72	72

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					E. M. P. ± (kg)
	Carga Mínima* (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
1	0.010	0.010	0.0005	0.0000	10.000	10.000	0.0005	0.0000	0.0000	0.000
2		0.010	0.0006	-0.0001		10.000	0.0006	-0.0001	0.0000	0.000
3		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002
4		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.002
5		0.010	0.0005	0.0000		10.000	0.0005	0.0000	0.0000	0.002

* Valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2}d \cdot \Delta L \cdot L$$

$$Ec = E - Eo$$

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final	Inicial	Final	Final
Temp. °C	18.9	18.9	H.R. (%)	72	72

Carga L (kg)	CRECIENTES					DECRECIENTES				E. M. P. ± (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)		
0.01	0.010	0.0005	0.0000							
0.20	0.20	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.20	0.0005	0.0000	0.0000	+	
0.10	0.10	0.0005	0.0000	0.0000	0.10	0.0006	-0.0001	-0.0001	2.000	
0.50	0.50	0.0005	0.0000	0.0000	0.50	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.001	
1.00	1.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	1.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	0.001	
5.00	5.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	5.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.001	
10.00	10.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	10.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002	
15.00	15.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	15.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002	
20.00	20.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	20.00	0.0006	-0.0001	-0.0001	0.002	
25.00	25.00	0.0008	-0.0003	-0.0003	25.00	0.0007	0.0008	0.0008	0.003	
30.00	30.00	0.0007	-0.0002	-0.0002	30.00	0.0007	0.0008	0.0008	0.003	

$$E = I + \frac{1}{2}d \cdot \Delta L \cdot L$$

$$Ec = E - Eo$$

OBSERVACIONES: La Incertidumbre de la medición ha sido determinada con un factor de cobertura K = 2, para un nivel de confianza del 95%. Donde I = indicación de la balanza.

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN: $U = 2 \cdot \sqrt{0,000418 \text{ kg}^2 + 5,9 \times 10^{-9} \text{ R}^2}$

Revisado por:
Eler Pozo S
Dpto. Metrología

Calibrado por:
Angel Perez B
Dpto. Metrología



Calle 4, Mz F1 Lt. 05 Urb. Virgen del Rosario - Lima 31
Tel.: 485 3873 Cel.: 945 183 033 / 945 181 317 / 970 055 989
E-mail: ventas@pys.pe / metrologia@pys.pe
Web Page: www.pys.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL Y/O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE PYS EQUIPOS E.I.R.L.

**CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE PROCTOR MODIFICADO**

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro interno	6" (152,4mm)
Altura	116,43 mm
SERIE	624

El Molde Próctor Modificado ha sido Fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557

NTP 339.141

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%). De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes del deterioro, de la obsolescencia, del malfuncionamiento, o de la sub-ajecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.




Ing. Angel Robles Orellana





Comercialización de Equipos de Laboratorio de Ingeniería Civil.
Suelos, Asfaltos, Concreto, Granulometría, Mantenimiento, Reparación y Actualización

CERTIFICADO DE FABRICACION
MARTILLO PROCTOR MODIFICADO
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

PESO	10 libras
CAIDA	18 * (pulgadas)
SERIE	865

El Martillo Proctor Modificado ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D – 1557

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueran realizados e informados por: TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mir. H 112, San Diego - Lima 31
Telf: 540-0800 / 540-2790
Fax: 540-1621 Nextel 141*4543
RPM *620730 / #347202 / *620742
www.tecnicascp.com.pe

Representante de:



Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente	20302
Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
Dirección	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO
Instrumento de Medición	Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión PRENSA MANUAL MULTIUSOS CBR Y COMPRESIÓN NO CONFINADA
Equipo Calibrado	
Alcance de Indicación	5000 Kgf
Marca (o Fabricante)	NO INDICA
Modelo	NO INDICA
Número de Serie	NO INDICA
Identificación	NO INDICA
Procedencia	NO INDICA
Indicador de Lectura	INDICADOR DIGITAL
Marca (o Fabricante)	NO INDICA
Modelo	315-X8
Número de Serie	221114
Identificación	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Alcance de Indicación	0 Kgf A 5000 Kgf
Resolución	0,1 Kgf
Transductor de Fuerza	CELDA TIPO S
Alcance de Indicación	5000 Kgf
Marca (o Fabricante)	ZEMIC
Modelo	H3-C3-5,0t-6B
Número de Serie	P2C037485
Identificación	NO INDICA
Procedencia	CHINA
Fecha de Calibración	2021-12-21
Ubic. Del Equipo	LABORATORIO DE ANÁLISIS Y ENSAYOS
Lugar de Calibración	AV. SIMON BOLIVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello

Fecha de emisión

2021-12-28

Jefe del laboratorio de calibración
CEM INDUSTRIAL

JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

 Centro Especializado en Metrología Industrial
 Mz. A, Lote 1B, Urb. El Pacifico II Etapa, S.M.P. - Lima

• Telf.: 6717346 • CEL: 958009776 / 958009777

• ventas@cemind.com • jesus.quinto@cemind.com • www.cemind.com

Método de Calibración

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

Trazabilidad

Se utilizaron patrones calibrados con trazabilidad al SI, calibrado en la universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF-LE N° 013-21 (B)

Resultados de medición

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	a(%)	b(%)	U(%)
10	500	497	497	496	497	0,7	0,3	0,42
20	1000	996	996	996	996	0,4	0,0	0,28
30	1500	1497	1497	1497	1497	0,2	0,0	0,26
40	2000	1998	1998	1998	1998	0,1	0,0	0,25
50	2500	2500	2501	2500	2500	0,0	0,0	0,25
60	3000	3001	3002	3001	3002	-0,1	0,0	0,25
70	3500	3503	3504	3503	3503	-0,1	0,0	0,25
80	4000	4005	4006	4004	4005	-0,1	0,1	0,24
90	4500	4507	4508	4506	4507	-0,2	0,0	0,24
Lectura máquina en cero		0	0	0	---	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 14,5°C ; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C

Evaluación de los resultados

Los errores encontrados entre el 20 % y el 90 % del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

Observaciones

Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento.



CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE PARA COMPACTACIÓN CBR
MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Molde	152,4 mm d.i x 177,8 mm a. (6"x7")
Collarín	50,8 mm (2")
Base	Perforada con agujeros de 1,58 mm de diam.
serie	791 al 811

El molde para compactación CBR ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM D- 188

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%). De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.




Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H LL2, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego,
Telf.: 540-2790 Anexo 131
RPC: 964312905
E-mail: mantenimiento@tecnicascp.com.pe
www.tecnicascp.com.pe



TECNICAS CP
SAC

CERTIFICADO DE FABRICACION

DISCO ESPACIADOR

MANUFACTURADO POR

TECNICAS CP S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	6"
Espesor	6.14cm
serie	5031 AL 5037

EL DISCO ESPACIADOR PARA CBR HA SIDO FABRICADA, EXAMINADO Y ENSAYADO EN NUESTROS TALLERES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%). De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP SAC, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes Del usuario, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



ANGEL ROBLES ORELLANA
INGENIERO AGRÓNOMO
Reg. del Colegio de Ingenieros P 070

Ing. Angel Robles Orellana



Av. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
Telf.: 540-2790 Anexo 131
RPC: 964312906
E-mail: mantenimiento@tecnicascp.com.pe
WWW.tecnicascp.com.pe



CERTIFICADO DE FABRICACION
PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR

MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Placa base	149,23 mm diám. (5-7/8"); perforada
N° de agujeros	42 de 1.59 mm
serie	347 AL 367

LA PLACA DE EXPANSIÓN PARA CBR HA SIDO FABRICADA, EXAMINADO Y ENSAYADO EN NUESTROS TALLERES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS:

Norma de ensayo: ASTM D- 1883

NTC- 212

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes ó del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%), de exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP S.A.C, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes. Del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.



Ing. Angel Robles Orellana



Rv. Santa Ana Mz. H Lt.2, San Diego - Lima 31, Urb. San Diego.
 Telf.: 540-2790 Anexo 131
 RPC: 964312906
 E-mail: mantenimiento@tecnicascp.com.pe
www.tecnicascp.com.pe

CERTIFICADO DE FABRICACION
JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA

MANUFACTURADO POR
TECNICAS CP S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

<i>Abierta y cerrada peso</i>	<i>2,27kg (5 libras) c/u</i>
<i>Diámetro interno</i>	<i>53,98 mm</i>
<i>Diámetro externo</i>	<i>149,23 a 150,81 mm</i>
<i>serie</i>	<i>1613 al 1633</i>

EL JUEGO DE PESAS ABIERTA Y CERRADA HA SIDO FABRICADO EXAMINADO Y ENSAYADO EN NUESTROS TALLERES DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES DE LAS NORMAS

Norma de ensayo: ASTM D – 4318
NTP 339.175

Este certificado se emite como una declaración del hecho de que en esta fecha el instrumento tiene una precisión como se indica. No debe interpretarse ni considerarse como una garantía o garantía de ningún tipo (en favor del cliente, de los clientes o del público en general) que el (los) instrumento (s) seguirá manteniendo el mismo porcentaje (%). De exactitud o eficiencia, tal como se determina en la fecha, cuando la calibración y los ajustes, si es necesario, fueron realizados e informados por : TECNICAS CP S.A.C, ya que la calibración no tiene absolutamente ningún control sobre la operación futura, daños o pérdidas sufridos por todas las partes del deterioro, de la obsolescencia, del mal funcionamiento, o de la sub-ejecución estándar de dicho instrumento (s): que se considerará y que seguirá siendo la única responsabilidad del custodio, propietario y / o fabricante del equipo.




Ing. Angel Robles Orellana

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LL - 026 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio de Longitud*

Página 1 de 1

1. Expediente	190075	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
3. Dirección	Av. Simon Bolivar N° 2740, Puno - Puno - PUNO	
4. Instrumento de Medición	DIAL	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance de indicación	0 mm a 25 mm	
División de Escala / Resolución	0,01 mm	
Marca	BAKER	
Modelo	JO8A	
Número de Serie	R3288	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Tipo de indicación	ANALÓGICO	
5. Fecha de Calibración	2022-01-22	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-01-22


JUAN C. QUISPE MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú
Telf: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com
calibad@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

11. Resultados de MediciónALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
2,500	2,501	1
5,000	5,002	2
7,500	7,504	4
10,000	10,002	2
12,500	12,503	3
15,000	15,000	0
17,500	17,505	5
20,000	20,002	2
22,500	22,503	3
25,000	25,001	1

Alcance del error de indicación (f_e) : 5 μm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$ para ($k=2$)

ALCANCE DEL ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

VALOR PATRÓN (mm)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (mm)	ERROR DE INDICACIÓN (μm)
17,500	17,502	2
	17,504	4
	17,502	2
	17,501	1
	17,501	1

Error de Repetibilidad (f_w) : 3 μm
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 3 \mu\text{m}$ para ($k=2$)

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-014: "Procedimiento de Calibración de Comparadores de Cuadrante (Usando Bloques)" del SNM-INDECOPI. Segunda Edición.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Longitud de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. - METROTEC
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,2 °C	26,2 °C
Humedad Relativa	72,1 %	72,1 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado/informe de calibración
Patrones del INDECOPI-SNM Bloques patrón (Grado K)	BLOQUES PATRÓN (Grado K) LA 01 021	DM - INACAL LLA-C-091-2021
Patrones del INDECOPI-SNM Comparador mecánico de bloques		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.



**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 004 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio Físico-Químico*

Página 1 de 2

1. Expediente	190053	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
3. Dirección	Av. Simón Bolívar N° 2740, Puno - Puno - PUNO	Los resultados son válidos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reverificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Instrumento de Medición	HIDROMETRO PARA SUELOS	
Alcance de indicación	-5 a 60 g/l	
División de Escala / Resolución	1 g/l	
Marca	FORNEY	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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 verificación aquí declarados.
Modelo	LA-3780	
Número de Serie	409288 (*)	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Verificación	2022-01-18	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-01-18


JUAN C. QUISPE MORALES

*Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf.: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: 0971439272 / 0942635342 / 0971439282
RPC: 940037490*

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 004 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio Físico-Químico*

Página 2 de 2

6. Método de Verificación

La verificación del Hidrómetro se realizó según la norma ASTM E 100, sumergiéndolo en agua destilada a una temperatura de 20 °C.

7. Lugar de Verificación

Laboratorio Físico-Químico de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,6 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,02 °C hasta 0,036 °C	DM INACAL LT-342-2021
		DM INACAL LT-341-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación VERIFICADO.
- (*) Serie indicada en una etiqueta interna del Hidrómetro.

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Densímetro (g/l)	Corrección (g/l)	V.C.V. (g/l)
1,000	0,000	1,000

Valor Convencionalmente Verdadera [VCV] = Indicación del Equipo + Corrección

Nota: El agua destilada usada durante la Verificación estuvo estabilizada a una temperatura de 20 °C.

*Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: #971439272 / #942635342 / #971439282
RPC: 940037490*

*email: metrologia@metrologiatecnicas.com
www@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com*

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 005 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio Físico-Químico*

Página 1 de 2

1. Expediente	190053	Este informe de verificación documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.	
3. Dirección	Av. Simón Bolívar N° 2740, Puno - Puno - PUNO	
4. Instrumento de Medición	HIDROMETRO PARA SUELOS	Los resultados son validos en el momento de la verificación. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una reverificación, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Alcance de indicación	0,995 a 1,038 SG	
División de Escala / Resolución	0,001 SG	
Marca	FORNEY	METROLOGÍA & TÉCNICAS 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 verificación aquí declarados.
Modelo	LA-3781	
Número de Serie	531069 (*)	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	Este informe de verificación no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Fecha de Verificación	2022-01-18	El informe de verificación sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-01-18


JUAN B. QUSPÉ MORALES

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: 8971439272 / 8942635342 / 8971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

**INFORME DE VERIFICACIÓN
MT - IV - 005 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio Físico-Químico

Página 2 de 2

6. Método de Verificación

La verificación del Hidrómetro se realizó según la norma ASTM E 100, sumergiéndolo en agua destilada a una temperatura de 20 °C.

7. Lugar de Verificación

Laboratorio Físico-Químico de METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,4 °C	25,4 °C
Humedad Relativa	68 %	68 %

9. Patrones de Referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de la Dirección de Metrología INACAL	Termómetro Digital con incertidumbres del orden desde 0,02 °C hasta 0,036 °C	DM INACAL LT-342-2021
		DM INACAL LT-341-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación **VERIFICADO**.
- (*) Serie indicada en una etiqueta interna del Hidrómetro.

11. Resultados de Medición

Indicación del Densímetro (SG)	Corrección (SG)	V.C.V. (SG)
1,000	0,000	1,000

Valor Convencionalmente Verdadera (VCV) = Indicación del Equipo + Corrección

Nota: El agua destilada usada durante la Verificación estuvo estabilizada a una temperatura de 20 °C.



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 Lote 24 Urb. San Diego - LIMA - PERÚ
Tel: (511) 540-0642
Cel: (511) 971 439 272 / 942 635 342 / 971 439 282
RPM: 8971439272 / 8942635342 / 8971439282
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com
ventas@metrologiatecnicas.com
WEB: www.metrologiatecnicas.com

ANEXO F.
CONSTANCIA DE HABER REALIZADO LOS ENSAYOS EN EL
LABORATORIO



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



El que suscribe, GERENTE GENERAL de G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. con RUC 20601125405, ING. JOSÉ GÓMEZ BLANCO, Identificado con DNI N° 01227135.

**CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN EL
LABORATORIO PARA INVESTIGACIÓN (TESIS)**

Hace constar por medio de la presente que la Srta. Bach. Mary Carmen YANA CONDORI, identificada con DNI. 47136310, ha realizado los ensayos de: Contenido de Humedad, Límites de Atterberg, Proctor Modificado, Capacidad de Soporte (CBR), Resistencia a la Compresión Uniaxial (CNC), Doble Hidrometría, Pinhole, Crumb, Porcentaje de Sodio, pH de Suelos y Agua Destilada; los ensayos mencionados fueron realizados en las instalaciones del Laboratorio de Investigación y Ensayos de laboratorio del área G&C GEOTECHNIK M.T.L. de la empresa G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. estos ensayos fueron requeridos para la tesis: "Efectos del Uso de Cemento en la Estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera Desvío Desaguadero – Kelluyo, Puno 2021"; los resultados se encuentran registrados en nuestro archivo.

Los costos de los ensayos realizados esta sujeta a un descuento del 50%, dicho descuento es con fines de proyección social en apoyo a la investigación.

Se expide esta certificación a solicitud de la interesada, para los fines que estime conveniente.

Puno, 30 de mayo del 2022




Ing. José GÓMEZ BLANCO
Ingeniero Agrónomo
GERENTE GENERAL DE G&C CONSULTORES Y
CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

**ANEXO G.
PANEL FOTOGRÁFICO**

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 95. Identificación de la Problemática en la Localidad de Kelluyo - 01

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 96. Identificación de la Problemática en la Localidad de Kelluyo - 02

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 97. Identificación de la Problemática en la Localidad de Kelluyo - 03

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 98. Identificación de la Problemática en la Localidad de Kelluyo - 04

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 99. Identificación de la Problemática en la Localidad de Kelluyo - 05

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 100. Identificación de tubificación retrógrada que atraviesa la plataforma - 01

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 101. Identificación de tubificación retrógrada que atraviesa la plataforma - 02

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 102. Identificación de erosión interna en puntos cercanos a la carretera

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 103. Identificación de puntos de agua cercanos a la plataforma de la carretera

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 104. Se realizó el reconocimiento campo del tramo que presenta suelos dispersivos

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 105. Se evidencia capas de humus; característico en suelos dispersivos

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 106. Se evidencia materia orgánica; característico en suelos dispersivos

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 107. Se evidencia erosión interna en el talud de la carretera

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 108. Exploración y muestreo de las calicatas - prog. 17+000 / C-04

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 109. Exploración y muestreo de las calicatas - prog. 17+500 / C-06

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 110. Extracción de muestras inalteradas de las calicatas – prog. 16+750 / C-03

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 111. El cuarteo de muestras es muy importante para una tener una muestra representativa

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 112. Muestras que serán sometidas al ensayo de análisis granulométrico

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 113. Preparación de muestras para el ensayo de límites de consistencia

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 114. Preparación de la muestra suelo - cemento para hacer el ensayo de límites de consistencia

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 115. Ensayo de límite líquido en la cuchara de casagrande

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 116. Preparación de muestras para realizar el ensayo de próctor y CBR

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 117. Distribución homogénea de la muestra para ser compactado por capas

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 118. Ensayo de próctor modificado

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 119. Secado de muestras en el horno a 110°C de ensayos varios para determinar el contenido de humedad

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 120. Ensayo de CBR antes de sumergirlo al agua

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 121. Medición de la expansión de los suelos ensayados

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 122. Muestra sometida al ensayo de CBR, la pigmentación blanca sobresale

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 123. Remoldeo de muestras de suelo - cemento para someterlo a la prueba de resistencia a la compresión uniaxial

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 124. Tiempo de curado sumergido en agua, de probetas de suelo – cemento previo al ensayo de resistencia a la compresión uniaxial

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 125. Preparación de la muestra suelo - cemento para realizar los ensayos para la identificación y caracterización de suelos dispersivos

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 126. Homogenización del suelo a ensayar con agua, el agua se añade según lo que indique la prueba de compactación quien proporciona el COH

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 127. Compactación de la muestra preparada mediante la prueba de compactación de la miniatura de harvard quien nos permite llegar al 95% de la DSM del próctor

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 128. Muestra preparada y tallada en cubos de 1.50 x 1.50 cm para el ensayo de Crumb

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 129. Método de prueba de Crumb para clasificar los suelo por su grado de dispersividad

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 130. Método de prueba de Pinhole

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 131. Método de prueba de Pinhole - abertura del agujero de 1mm

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 132. Aforo del agua que fluye a través del agujero realizado en el suelo

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 133. Método de prueba de doble hidrometría

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI

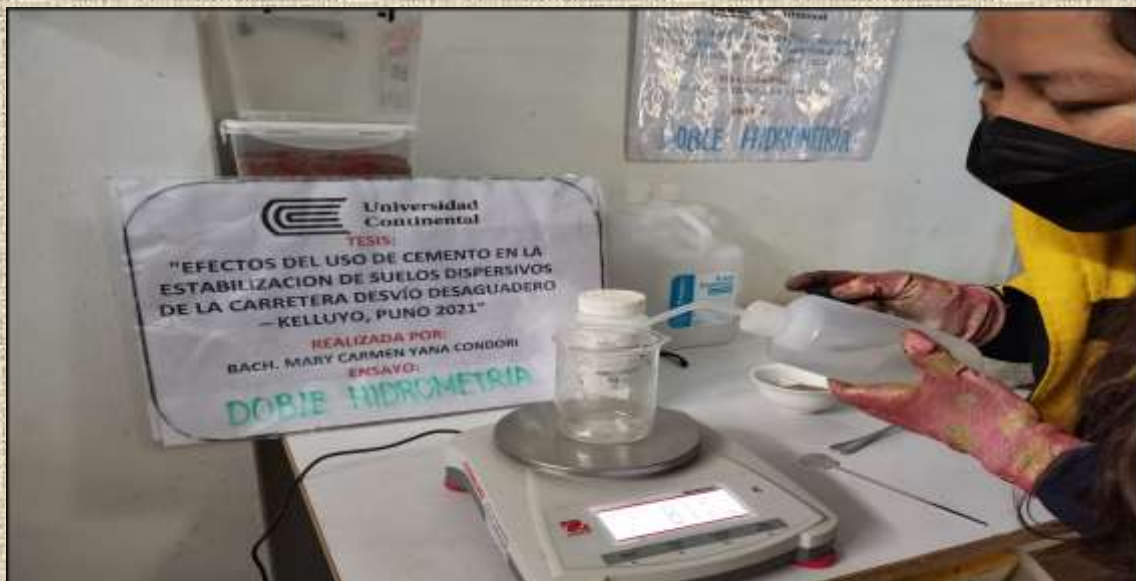


Figura 134. Registro de masa del hexametASFoFato de sodio y el agua destilada

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 135. Muestras preparadas para ser disueltas en las probetas de 1000 ml

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 136. Uso de batidora para unificar el suelo, el agua y el hexametásfosfatos de sodio

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 137. Medición de sedimentación con el hidrómetro 152-H

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 138. Control del pH de los suelos muestreados

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 139. Control del pH de los suelos muestreados - medición

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA
DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 140. Disposición del cemento Wari tipo I como aditivo estabilizador

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 141. Las muestras de suelo - cemento tuvieron un periodo de curado de 7 días en recipientes herméticos

EFFECTOS DEL USO DE CEMENTO EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS DE LA CARRETERA DESVÍO DESAGUADERO – KELLUYO, PUNO 2021”

Tesista: Bach. Mary Carmen YANA CONDORI



Figura 142. Carretera desvío Desaguadero – kelluyo, Distrito de Kelluyo

ANEXO H.
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
General:	General:	General:	Variable independiente	Tipo de Investigación
¿Cuáles son los efectos del uso de cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?	Evaluar los efectos del uso de cemento en la estabilización de suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021	Los efectos del uso de cemento influyen positivamente en la estabilización de los suelos dispersivos de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021	Cemento	<p>Aplicada</p> <hr/> <p>Alcance de Investigación</p> <hr/> <p>Explicativo</p>
Específicos:	Específicos:	Específicos:	Variable dependiente	Diseño de Investigación
P.1. ¿Cuál es el efecto de la adición de cemento en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?	O.1. Determinar los efectos de la adición de cemento en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021	H.1. La adición de cemento influirá positivamente en la clasificación dispersiva del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021	La estabilización de Suelos Dispersivos de la Carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno	<p>Experimental - Cuasiexperimental</p> <hr/> <p>Enfoque de Investigación</p> <hr/> <p>Cuantitativo</p> <hr/> <p>Tipo de Muestreo</p> <hr/> <p>No Probabilístico - Intencional</p> <hr/> <p>Población</p> <hr/> <p>Carretera desvío Desaguadero - Kelluyo (km. 16+000 - 17+500)</p> <hr/> <p>Muestra</p> <hr/> <p>Suelo con Características dispersivas Conservadoras - Muestra patrón (c-02 / M-02) - Prog. 16+500</p>
P.2. ¿Cuál es el efecto de la adición de cemento en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?	O.2. Determinar el efecto de la adición de cemento en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021	H.2. La adición de cemento influirá positivamente en los límites de consistencia del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021		
P.3. ¿Cuál es el efecto de la adición de cemento en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?	O.3. Determinar el efecto de la adición de cemento en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021	H.3. La adición de cemento influirá positivamente en la capacidad de soporte del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021		
P.4. ¿Cuál es el efecto de la adición de cemento en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021?	O.4. Determinar el efecto de la adición de cemento en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021	H.4. La adición de cemento influirá positivamente en la resistencia a la compresión uniaxial del suelo dispersivo de la carretera desvío Desaguadero - Kelluyo, Puno 2021		