

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID
sobre las propiedades físico mecánicas de la
subrasante en la carretera Huata - Yasin, Puno
2021**

David Robingson Cardeña Justo
Jhonnatan Condori Sonco

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

INFLUENCIA DEL CEMENTO IP Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	es.scribd.com Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	2%
5	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repository.ucatolica.edu.co Fuente de Internet	1%
7	fpf.ksu.kz Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.escuelaing.edu.co Fuente de Internet	<1 %
13	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	1library.co Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
18	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
19	kupdf.net Fuente de Internet	<1 %
20	edoc.pub	

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.uap.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.unu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

24

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

<1 %

25

redi.unjbg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.upeu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

28

repositorio.usmp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

documentop.com

Fuente de Internet

<1 %

30

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

repositorio.unj.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

33

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

Submitted to Universidad Abierta para
Adultos

Trabajo del estudiante

<1 %

35

Submitted to Universidad Andina del Cusco

Trabajo del estudiante

<1 %

36

Submitted to Universidad Internacional de la
Rioja

Trabajo del estudiante

<1 %

37

repositorio.ulasamericas.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

39

www.scielo.org.co

Fuente de Internet

<1 %

40

issuu.com

Fuente de Internet

<1 %

41

repositorio.uta.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

42	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
43	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
44	dspace.ucuenca.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
45	www3.rincondelvago.com Fuente de Internet	<1 %
46	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
48	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	tangara.uis.edu.co Fuente de Internet	<1 %
51	www.bibliotecasdeecuador.com Fuente de Internet	<1 %
52	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
53	dspace.sti.ufcg.edu.br:8080 Fuente de Internet	<1 %

54

fr.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

55

ikee.lib.auth.gr

Fuente de Internet

<1 %

56

qdoc.tips

Fuente de Internet

<1 %

57

repositorio.unjbg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

58

repositorio.uteg.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

59

ri.ues.edu.sv

Fuente de Internet

<1 %

60

servicio.bc.uc.edu.ve

Fuente de Internet

<1 %

61

www.imt.mx

Fuente de Internet

<1 %

62

Patricia Batista Grau. "Desarrollo de nanoestructuras de ZnO mediante anodizado electroquímico en diferentes condiciones para su aplicación en el área energética",
Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1 %

63

archive.org

Fuente de Internet

<1 %

bibdigital.epn.edu.ec

64

Fuente de Internet

<1 %

65

ciencia.lasalle.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

66

dspace.ucacue.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

67

polodelconocimiento.com

Fuente de Internet

<1 %

68

portal.rds.org.hn

Fuente de Internet

<1 %

69

repositorio.ausjal.org

Fuente de Internet

<1 %

70

repositorio.ujcm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

71

repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

72

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

73

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

74

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

75

repositorio.upct.es

Fuente de Internet

<1 %

76

repositorio.utea.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

77

moam.info

Fuente de Internet

<1 %

78

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

79

www.jove.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por permitirme llegar hasta esta etapa de mi vida académica.

También a todos mis seres queridos.

Agradezco a las personas que fueron parte de este proceso.

También a mi familia, por enseñarme a nunca bajar los brazos y a disfrutar de la vida

DEDICATORIA

A Dios,
quien ha sido mi guía y mi fortaleza.
Su mano de fidelidad y amor
ha estado conmigo hasta el día de hoy.

A la Universidad Continental,
porque, con su fortalecimiento de
competencias profesionales,
se realizó este trabajo de investigación
que contribuirá con la solución de
problemas en el contexto identificado.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	3
1.1. Planteamiento y formulación del problema	3
1.1.1. <i>Planteamiento del problema</i> 3	
1.1.1.1. Enfoque internacional.....	3
1.1.1.2. Enfoque nacional.....	5
1.1.1.3. Enfoque local	7
1.1.2. <i>Formulación del problema</i> 8	
1.1.2.1. Problema general.....	8
1.1.2.2. Problemas específicos	8
1.2. Objetivos	8
1.2.1. <i>Objetivo general</i> 8	
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> 8	
1.3. Justificación e importancia	9
1.3.1. <i>Justificación técnica</i> 9	
1.3.2. <i>Justificación social</i> 9	
1.3.3. <i>Justificación Ambiental</i> 9	
1.3.4. <i>Justificación metodológica</i> 10	
1.3.5. <i>Justificación económica</i> 10	
1.4. Hipótesis y descripción de variables.....	10
1.4.1. <i>Hipótesis</i> 10	
1.4.1.1. Hipótesis de investigación	10
1.4.1.2. Hipótesis nula.....	10

1.4.1.3.	Hipótesis específicas	10
1.4.2.	<i>Descripción de variables</i>	11
1.4.2.1.	Variable independiente.....	11
1.4.2.2.	Variable dependiente.....	11
1.4.3.	<i>Tabla de operacionalización de variables</i>	13
CAPITULO II		14
MARCO TEÓRICO		14
2.1.	Antecedentes del problema	14
2.1.1.	<i>Internacionales</i>	14
2.1.2.	<i>Nacionales</i>	15
2.1.3.	<i>Artículos científicos</i>	16
2.2.	Bases teóricas.....	18
2.2.1.	<i>Suelos</i>	18
2.2.1.1.	Definición.....	18
2.2.1.2.	Granulometría del suelo	18
2.2.2.	<i>Límites de consistencia</i>	19
2.2.2.1.	Definición	19
2.2.2.2.	Limite liquido	20
2.2.2.3.	Limite plástico	20
2.2.2.4.	Índice de plasticidad	21
2.2.3.	<i>Granulometría</i>	21
2.2.3.1.	Definición	21
2.2.4.	<i>Clasificación de suelos AASHTO</i>	22
2.2.4.1.	Definición	22
2.2.5.	<i>Clasificación de suelos (SUCS)</i>	22
2.2.5.1.	Definición	22
2.2.6.	<i>Compactación de suelos</i>	26
2.2.6.1.	Definición	26
2.2.7.	<i>Proctor Modificado</i>	26
2.2.7.1.	Definición.....	26
2.2.7.2.	Humedad óptima	27
2.2.7.3.	Peso específico.....	27

2.2.8.	<i>California Bearing Ratio (CBR)</i>	28
2.2.8.1.	Definición	28
2.2.9.	<i>Carreteras</i>	29
2.2.9.1.	Definición	29
2.2.10.	<i>Caminos no pavimentados</i>	30
2.2.10.1.	Definición	30
2.2.11.	<i>Subrasante</i>	30
2.2.11.1.	Definición	30
2.2.12.	<i>Cemento</i>	31
2.2.12.1.	Definición	31
2.2.13.	<i>Aditivo con-aid</i>	32
2.2.13.1.	Definición	32
2.2.13.2.	Ventajas	32
2.2.14.	<i>Estabilización de suelo</i>	33
2.2.14.1.	Definición	33
2.2.14.2.	Estabilización química	33
2.2.14.3.	Estabilización mecánica	33
2.2.14.4.	Suelo-cemento.....	34
2.3.	Definición de términos básicos	34
2.3.1.	<i>Arcillas</i>	34
2.3.2.	<i>Con-AID</i>	34
2.3.3.	<i>Capacidad de soporte</i>	35
2.3.4.	<i>Cemento</i>	35
2.3.5.	<i>Granulometría</i>	35
2.3.6.	<i>Límites de consistencia</i>	35
2.3.7.	<i>Proctor modificado</i>	35
CAPÍTULO III		36
METODOLOGÍA.....		36
3.1.	Método, y alcance de la investigación.....	36

3.1.1.	<i>Enfoque de la investigación</i>	36
3.1.2.	<i>Método de la investigación</i>	36
3.1.3.	<i>Tipo de la investigación</i>	37
3.1.4.	<i>Nivel de la investigación</i>	37
3.2.	Diseño de la investigación.....	38
3.3.	Población y muestra.....	39
3.3.1.	<i>Población</i>	39
3.3.2.	<i>Tamaño de muestra</i>	39
3.3.3.	<i>Tipo de muestreo</i>	40
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.4.1.	<i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos</i>	41
3.4.2.	<i>Validez de los instrumentos de investigación</i>	41
3.4.3.	<i>Procedimientos de recolección de datos</i>	46
3.4.3.1.	<i>Ubicación y acceso a la zona de estudio</i>	50
3.4.3.2.	<i>Extracción de las muestras</i>	51
3.4.3.3.	<i>Ensayos de Laboratorio</i>	52
3.4.3.4.	<i>Trabajo de gabinete</i>	57
3.4.4.	<i>Confiabilidad de los instrumentos de investigación</i>	57
CAPITULO IV.....		59
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		59
4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información.....	59
4.1.1.	<i>Resultados del suelo natural</i>	59
4.1.2.	<i>Resultados del suelo estabilizado</i>	61
4.1.3.	<i>Análisis de costos para la estabilización por Kilómetro</i>	67
4.2.	Prueba de hipótesis.....	69
4.2.1.	<i>Índice de plasticidad</i>	69
4.2.2.	<i>Capacidad de soporte del suelo CBR</i>	73
4.3.	Discusión de resultados.....	78
CONCLUSIONES.....		80
RECOMENDACIONES		82
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....		83
ANEXOS.....		89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	13
Tabla 2 Identificación de los suelos en el sistema SUCS.....	23
Tabla 3 Características de los grupos de suelos A-1 a A-3 según la clasificación AASHTO24	
Tabla 4 Características de los grupos de suelos A-4 a A-7 según la clasificación AASHTO25	
Tabla 5 Cantidad de muestras para cada requerimiento de ensayo	40
Tabla 6 Resumen de valores coeficiente de validez – Instrumento A	47
Tabla 7 Resumen de valores coeficiente de validez – Instrumento B	47
Tabla 8 Resumen de valores coeficiente de validez – Instrumento C	48
Tabla 9 Cálculo de “V” de Aiken para el instrumento A.....	48
Tabla 10 Cálculo de “V” de Aiken para el instrumento B.....	49
Tabla 11 Cálculo de “V” de Aiken para el instrumento C.....	49
Tabla 12 Análisis granulométrico del suelo natural	59
Tabla 13 Límites de consistencia y clasificación del suelo natural	60
Tabla 14 Límites de consistencia y clasificación del suelo natural	61
Tabla 15 Resultados de los límites de consistencia del suelo estabilizado	61
Tabla 16 Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad.....	64
Tabla 17 Resultados del ensayo CBR al 100% y 95%.....	65
Tabla 18 Costo directo del mantenimiento de la carretera Huata.....	68
Tabla 19 Costo de los materiales para estabilización	68
Tabla 20 Prueba de normalidad para los datos de índice de plasticidad.....	69
Tabla 21 Prueba de homogeneidad de varianzas.....	70
Tabla 22 Prueba de análisis de varianza	71
Tabla 23 Prueba post hoc - Tukey.....	71
Tabla 24 Prueba de normalidad para los datos de capacidad de soporte.....	74
Tabla 25 Prueba de homogeneidad de varianzas.....	75
Tabla 26 Prueba de análisis de varianza	75
Tabla 27 Prueba post hoc - Tukey.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Surcos longitudinales</i>	5
Figura 2 <i>Afluentes de agua sobre caminos de herradura</i>	6
Figura 3 <i>Camino de herradura</i>	6
Figura 4 <i>Arcillas tomadas con microscopio electrónico</i>	19
Figura 5 <i>Cuchara de Casagrande</i>	20
Figura 6 <i>Equipo de Límite Plástico</i>	20
Figura 7 <i>Distribución de partículas por tamaños</i>	22
Figura 8 <i>Compactación de suelos por energía vibratoria</i>	26
Figura 9 <i>Elementos del sistema de compactación Proctor</i>	27
Figura 10 <i>Equipo de CBR</i>	29
Figura 11 <i>Enlace entre dos ciudades</i>	29
Figura 12 <i>Caminos no pavimentados</i>	30
Figura 13 <i>Transmisión de cargas</i>	31
Figura 14 <i>Tipos de cementos</i>	32
Figura 15 <i>Estabilización mecánica</i>	34
Figura 16 <i>Vista satelital de la zona de estudio</i>	50
Figura 17 <i>Carretera Huata – Yasin</i>	51
Figura 18 <i>Apertura manual de la calicata a estudio</i>	51
Figura 19 <i>Calicata de donde se extrajeron las muestras de suelo</i>	52
Figura 20 <i>Extracción de muestras de suelo</i>	52
Figura 21 <i>Cuartero de la muestra de suelo</i>	53
Figura 22 <i>Tamizado de la muestra de suelo</i>	54
Figura 23 <i>Colocación del suelo en la cuchara de Casagrande</i>	54
Figura 24 <i>Elaboración de los bastoncitos de suelo</i>	55
Figura 25 <i>Compactación del suelo con el equipo de Proctor</i>	56
Figura 26 <i>Aplicación de la carga en la prensa CBR</i>	57
Figura 27 <i>Trabajo de gabinete</i>	57
Figura 28 <i>Curva granulométrica del suelo natural</i>	60
Figura 29 <i>Comparación de resultados del límite líquido del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones</i>	62
Figura 30 <i>Comparación de resultados del límite plástico del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones</i>	63
Figura 31 <i>Comparación de los resultados del Índice de plasticidad del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones</i>	64

Figura 32 <i>Comparación de los resultados de la máxima densidad seca del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones</i>	65
Figura 33 <i>Comparación del CBR al 100% del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones</i>	66
Figura 34 <i>Comparación del CBR al 95% del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones</i>	67
Figura 35 <i>Comparación de costos</i>	69

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID sobre las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021. Dicha carretera, hoy en día, se encuentra en mal estado, generando incomodidad a los pobladores de la zona, además, la carretera no es estable por el tipo de suelo en donde se sitúa la vía a estudiar. La metodología empleada es de un diseño cuasi experimental de tipo aplicativo, con un nivel explicativo en donde se ensayarán tres muestras para cada dosificación, utilizando diversos equipos de laboratorio y fichas de recolección de datos normados por la ASTM. Los resultados obtenidos para el índice de plasticidad con las dosificaciones de 0 % CA + 0 % CEM, 2 % C.A + 1 % CEM, 2 % C.A + 3 % CEM, 2 % C.A + 5 % CEM, 3 % C.A + 1 % CEM, 3 % C.A + 3 % CEM, 3 % C.A + 5 % CEM, 4 % C.A + 1 % CEM, 4 % C.A + 3 % CEM y 4 % C.A + 5 % CEM, fueron 27 %, 22 %, 24 %, 15 %, 20 %, 19 %, 14 %, 19 %, 18 % y 14 % respectivamente, para la capacidad de soporte se obtuvieron resultados de 4.9 %, 10.5 %, 44.5 %, 42 %, 24.8 %, 62 %, 95 %, 24.8 %, 64 % y 90 % respectivamente, concluyendo que las diferentes dosificaciones sí influyen en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, reduciendo el índice plástico y aumentando la capacidad de soporte, Al colocar dichos aditivos, el costo aumenta en un 12 %, sin embargo nos genera un ahorro a futuro, ya que requiere menos mantenimiento habitual en la carretera.

Palabras clave: cemento, con-aid, dosificación, estabilización y subrasante

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the influence of IP cement and the CON-AID additive on the physical-mechanical properties of the subgrade on the Huata - Yasin highway, Puno 2021, said highway today is in poor condition, generating discomfort to the inhabitants of the area, in addition to the fact that the road is not stable, due to the type of soil where the road to be studied is located. The methodology used is a quasi-experimental design of an application type with an explanatory level where three samples will be tested for each dosage, using various laboratory equipment and data collection sheets standardized by the ASTM. The results obtained for the plasticity index with the dosages of 0%CA + 0%CEM, 2% CA +1%CEM, 2% CA +3%CEM, 2% CA +5%CEM, 3% CA +1% CEM, 3% C.A +3%CEM, 3% C.A +5%CEM, 4% C.A +1%CEM, 4% C.A +3%CEM and 4% C.A +5%CEM, were 27%, 22%, 24 %, 15%, 20%, 19%, 14%, 19%, 18% and 14% respectively, for support capacity results of 4.9%, 10.5%, 44.5%, 42%, 24.8%, 62% were obtained , 95%, 24.8%, 64% and 90% respectively, concluding that the different dosages do influence the physical and mechanical properties of the subgrade, reducing the plastic index and increasing the support capacity. By adding these additives, the cost increases by 12%, however, it generates savings in the future, since it generates less regular maintenance on the road.

Keywords: cement, con-aid, dosage, stabilization and subgrade

INTRODUCCIÓN

Las vías son un recurso de vital importancia, ya que se consideran como medios de comunicación entre dos o más pueblos, quienes interactúan para comerciar productos de la zona, la educación de los jóvenes, oportunidades de trabajo, etc., que ayudan al desarrollo económico de cualquier país. Durante el transcurso de los años, las vías suelen perder su estabilidad inicial, llegando a observarse, en el peor de los casos, deslizamientos, charcos, desniveles, entre otras fallas, esto debido al tipo de suelo existente en la zona, siendo fundamental proyectar una estrategia económica y sostenible para un adecuado mantenimiento que garantice conexiones de calidad entre diferentes pueblos del territorio peruano, evitando interferencias en las vías, cuando la condición es húmeda, y disminuyendo el exceso de polvo, en condiciones secas.

La infraestructura vial en el Perú constantemente está en crecimiento y ello tiene un impacto positivo en la economía propia del país que también afecta a sus regiones y pueblos alejados, así mismo se observa que muchas de ellas no llegan a cumplir con la vida útil para la que se le diseña, lo cual se debe a muchos factores, como los de la misma naturaleza.

La principal problemática que estudia esta investigación son las infraestructuras viales de los caminos vecinales de la Región Puno. Se llegan a observar problemas en las carreteras, debido al mal procedimiento de la construcción de estas vías. También se observan problemas técnicos, los cuales implican el suelo y pavimento. Asimismo, la finalidad del mismo es optar por una alternativa para estabilizar los suelos que no cumplen con lo requerido, según norma, incorporando aditivos y otros materiales, así como son el CON-AID y el cemento IP, para lograr reducir la plasticidad propia del suelo y mejorar su capacidad de soporte.

La metodología a utilizar en la presente investigación está dada por el enfoque cuantitativo, debido a que los datos obtenidos son resultados de una serie de ensayos que presentan resultados numéricos, El método es científico, ya que se realizó el presente

trabajo con la finalidad de generar un aporte a la comunidad científica, aplicando métodos de estabilización en una vía existente para generar nuevos resultados que sirvan como base en futuras investigaciones. El tipo es aplicativo por tomar una vía real y manipular las muestras extraídas de la misma, incorporando diferentes combinaciones de CON-AID y cemento IP, para alterar las propiedades netas del suelo extraído a nivel de subrasante intentando mejorar dichas propiedades. El nivel es explicativo ya que se centra en establecer las causas y los orígenes de los problemas con la finalidad de conocer el porqué de los fenómenos. Realizaremos un análisis de la relación causa-efecto con la incorporación de cemento y aditivo CON-AID en diferentes proporciones al suelo de estudio para su experimentación en laboratorio. El diseño es cuasi experimental, ya que se manipula la muestra tomando datos en diferentes tiempos, es decir, que, primeramente, se ensayará con la muestra patrón y, luego, las muestras con incorporación de cemento IP y CON-AID, en días posteriores, de acuerdo con lo establecido en la norma para cada ensayo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.1.1. *Planteamiento del problema*

1.1.1.1. Enfoque internacional

En la historia humana el transporte se consideró un reto ya que las circunstancias y la necesidad provocaron la evolución del sistema de transporte, desde carruajes jalados por animales hasta los vehículos motorizados, estos por medio de las vías tienen acceso a diferentes lugares para transportar bienes o personas. Además, el desarrollo y el crecimiento a nivel global notablemente se debe al desarrollo infraestructural de las carreteras, ya que representa un factor primordial de comunicación que facilita interactuar entre ciudades, es por ello que un pavimento debe cumplir esta función de forma adecuada para prolongar la durabilidad de la vía y cumplir con su vida útil de diseño (1).

Las vías de transporte reflejan la potencia económica de un país, ya que no basta con tener la capacidad de producción, sino también con tener la facultad de poder transportar esta producción y para lograrlo se necesitan vías terrestres en buen estado, optimizando el tiempo y permitiendo acceso a los

diferentes lugares. La infraestructura vial es necesaria para la circulación de los vehículos, que conecta con los núcleos de la población o actividad industrial. Asimismo, el transporte por carretera es lo más habitual en todo el mundo dando acceso al desarrollo de la actividad económica y social (2).

En Latino América los medios de transporte son muy importantes, por lo que estas vías se encuentran desarrollándose y esto exige la mejora de las infraestructuras viales. Esta situación demanda que los materiales empleados para la construcción de estas vías cumplan parámetros de calidad, el cual resulta de difícil obtención. Por lo que constantemente se están buscando opciones con el cual se mejore las propiedades de las carreteras, por medio de la estabilización del suelo, incrementando su resistencia y plasticidad del suelo de subrasante (3).

Cabe resaltar que la ruralidad de los países desarrollados no es la misma en el Caribe y América Latina, donde la diferencia no es solo la densidad de ocupación del territorio, sino la cantidad y la calidad de la dotación de servicios básicos como es la educación, salud y otros. Los caminos rurales además son muchas veces considerados como entrada a la modernidad y de la acción del estado pues facilita el acceder a servicios de infraestructura como agua potable, saneamiento, electricidad y telecomunicaciones, permitiendo también nuevas actividades comerciales. A pesar de ello en América Latina aún existen lugares donde las únicas vías para acceder a ellas son vías estrechas, senderos peatonales con pendiente inclinadas o con suelo inestables, como se aprecia en la figura 1, los que hacen difícil hacer uso de transportes motorizados o zonas donde el único acceso para personas y cargas son las vías fluviales (4).



Figura 1. *Surcos longitudinales*

Nota. Tomada de «Una aproximación desde la academia a la evaluación del estado de la superficie de vías en la red terciaria», por Benítez y Campagnoli. 2018, p. 22.

1.1.1.2. Enfoque nacional

Las infraestructuras viales en el Perú, se encuentran en crecimiento y esto impacta positivamente en los crecimientos económicos en el ámbito interregional con actividades entre las mismas, de la misma forma se puede observar que varias vías no alcanzan a cumplir con su vida útil de diseño, estos son debido diferentes, como factores de la misma naturaleza, tal como se muestra dentro de la figura 2 (5).



Figura 2. *Afluentes de agua sobre caminos de herradura*

Nota. Tomada de «Una aproximación desde la academia a la evaluación del estado de la superficie de vías en la red terciaria», por Benítez y Campagnoli. 2018, p. 24.

Asimismo, la topografía accidentada de su territorio, como se puede apreciar en la figura 2, las variedades climáticas y diversidades ecológicas del Perú, consiguiendo distinciones por las autoridades políticas, la importancia de la inversión en infraestructuras viales. El costo de estas construcciones y su mantenimiento en zonas altoandinas y rurales, son altos lo que genera la necesidad de protegerla del deterioro asociado a fenómenos climáticos propios del lugar. (6)



Figura 3. *Camino de herradura*

Nota. Tomada de «El modelo peruano para el desarrollo de caminos rurales», por Revista de Ingeniería. 2017, p. 44.

1.1.1.3. Enfoque local

En la Región de Puno la realidad con respecto a las infraestructuras viales, se observa que, para realizar la ejecución de estas infraestructuras, se consideran factores de socioeconomía, de demografía y las integraciones con el resto de centros poblados, esto con el fin de conseguir mejoras en el costo de pasajes, unión y desarrollo (7).

En el Distrito de Huata generalmente se presenta movimientos comerciales en periodos semanales, siendo una ciudad que se encuentra en la media de ciudades con desarrollo progresivo a nivel regional, esto debido a su ubicación. Así mismo esto genera un crecimiento desmesurado causando la necesidad de contar con más servicios y tener un desarrollo urbanístico paralelo, en el que las vías toman mayor importancia ya que estas mejoran la integración de estas nuevas urbanizaciones (8).

Uno de los agentes económicos importantes de la economía en la Región son los productores de productos derivados de lácteos, el cual es propio del distrito de Huata, por lo que es prioritario dar atención a sus vías para que esta actividad conlleve al desarrollo económico del Distrito (9).

Por otro lado, en las infraestructuras viales de los caminos vecinales de la Región Puno se llega a observar problemas en las carreteras, debido al mal procedimiento de la ejecución de las vías, presentándose inconvenientes técnicos que abarcan los pavimentos y suelos, por lo que una alternativa es realizar mejoramientos de las características del suelo, ya sea con estabilizaciones conocidas o la practica de nuevas incorporaciones como es el CON-AID (10).

Por ser una combinación orgánica y que tiene un fin de modificar materiales cohesivos, teniendo la capacidad de minimizar el estrato de “aguas absorbidas” de materiales arcillosos que mejoran los comportamientos mecánicos necesarios disminuyendo su índice plástico y el grado expansivo que

presenta. Del mismo modo el cemento al mezclarse con el suelo y ser compactada y curada llegan a alcanzar una mayor densidad, por lo que estos materiales poseen cualidades que aportarían a elevar el CBR de los materiales de subrasantes (11).

1.1.2. Formulación del problema

1.1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye el cemento IP y el aditivo CON-AID en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021?

1.1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la influencia del cemento IP y aditivo CON-AID en la capacidad de soporte de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021?
- ¿Cuál es la influencia del cemento IP y aditivo CON-AID en el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021?
- ¿Cuál es la influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID en el costo para estabilizar una subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar la influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID sobre las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID sobre la capacidad de soporte de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.
- Determinar la influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID sobre el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.

- Determinar la influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID en el costo para estabilizar una subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.

1.3. Justificación e importancia

En diferentes lugares se están empleando la aplicación de diferentes tipos de materiales para mejorar y/o estabilizar suelos de mala calidad, con los cuales demuestran en su mayoría un gran aporte para su mejoramiento, así como el cemento y el CON- AID.

1.3.1. Justificación técnica

Se presenta una justificación técnica, ya que se pretende utilizar el cemento tipo IP y aditivo CON-AID, con la finalidad de dar a conocer el funcionamiento de estos aditivos con el propósito de incrementar características favorables de la subrasantes en las vías afirmadas del Distrito de Huata, utilizando la dosificación indicada de las ficha técnica proporcionada por el proveedor y así mismo tomando en cuenta antecedentes de estudios realizados, del mismo modo observaremos el comportamiento mediante los ensayos como es el CBR, Proctor Modificado y con los resultados verificar y analizar el aporte de estos aditivos, asimismo realizar la comparación de las propiedades determinadas del material sin alterar y el material con adición de aditivos.

1.3.2. Justificación social

Se tiene una justificación social, ya que al mejorar las vías aportará al desarrollo económico y social del Distrito de Huata, dando bienestar y confort a la población cuando realicen su traslado para realizar sus actividades, lo cual permitirá la fluidez de la actividad económica dentro del Distrito de Huata. Del mismo modo permitirá al acceso a diferentes servicios básicos que reducirá la vulnerabilidad de la población.

1.3.3. Justificación ambiental

Ambientalmente se justifica porque al adicionar estos materiales reducirá el desprendimiento de polvo y la vía no se verá afectado por las precipitaciones

constantes de la zona como son los charcos. Además, estos aditivos permitirán que la vía posea una apariencia satisfactoria sin perjudicar a la conservación del medio ambiente, ya que en estas zonas rurales los cultivos y la actividad de crianza de ganado son aledaños a la carretera.

1.3.4. Justificación metodológica.

En el ámbito de la metodología se justifica por el hecho de que la presente investigación aportará con conocimientos prácticos relacionados al mejoramiento de subrasantes en vías afirmadas, donde el resultado a obtenerse de la presente investigación servirá de referencia para los futuros trabajos de investigación, haciendo posible su aplicación para su uso en carreteras de otras zonas con similitud de suelos.

1.3.5. Justificación económica.

Económicamente este trabajo de investigación se justifica, debido a la necesidad de que los gastos en mantenimiento no sean constantes, por ello la intención de mejorar y estabilizar una subrasante con un mínimo presupuesto para asegurar su resistencia durante un periodo largo, reduciendo los mantenimientos periódicos prematuros.

1.4. Hipótesis y descripción de variables

1.4.1. Hipótesis.

1.4.1.1. Hipótesis de investigación.

El cemento IP y el aditivo con-aid influyen significativamente sobre las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.

1.4.1.2. Hipótesis nula.

El cemento IP y el aditivo con-aid no influyen significativamente sobre las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.

1.4.1.3. Hipótesis específicas.

- El cemento IP y el aditivo CON-AID influyen de manera significativa sobre el CBR en la subrasante de la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.
- El cemento IP y el aditivo CON-AID influyen de manera significativa sobre el índice de plasticidad en la subrasante de la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.
- El cemento IP y el aditivo CON-AID influyen de manera significativa en el costo para estabilizar una subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.

1.4.2. Descripción de variables

Las variables son elementos medibles y sujetas a cambios durante el proceso, estos procesos o indicaciones son conocidos como operacionalización en el que se miden las variables, con esto se pretende detallar las características de cada una de las variables a estudiar (12).

1.4.2.1. Variable independiente

Cemento y aditivo CON-AID

La combinación de aglomerante y material natural, es un proceso de mezclado íntimo de suelos pulverizados, con dosificaciones controladas de sus distritos componentes, pasando se a compactar para llegar a un grado de densidad alto, por otro lado, el aditivo CON-AID representa una combinación orgánica el cual mejora la composición de materiales cohesivos de origen hidrofílico en una arcilla de tipo hidrofóbico (13).

1.4.2.2. Variable dependiente

Propiedades físico mecánicas de la subrasante

Esta variable se representa como las principales cualidades que adopta un suelo, dentro de las capacidades mecánicas se encuentra la resistencia del suelo la cual será sometida a fuerzas externas, dentro de las cualidades físicas

se encuentra la textura y tipo de suelo con las cuales se caracterizará el terreno (14).

Cemento IP

La relación del suelo – cemento pulverizado en una mezcla representa una mejora conforme a determinadas porciones de agua y cemento, después estas son compactadas y debidamente curadas para obtener una densidad mayor (11).

Aditivo CON-AID

El aditivo CON-AID, considerado un material de estabilización orgánica, la cual transforma materiales arcillosos con un origen hidrofílico en uno de origen hidrofóbico. (11)

Propiedades físicas de subrasantes

Estas características, representan las principales cualidades que adopta un suelo, dentro de las capacidades mecánicas se encuentra la resistencia del suelo la cual será sometida a fuerzas externas, dentro de las cualidades físicas se encuentra la textura y tipo de suelo con las cuales se caracterizará el terreno (14).

Propiedades mecánicas de subrasantes

Estos parámetros mecánicos, están representados como, la capacidad de resistencia del suelo la cual será sometida a fuerzas externas. (14).

1.4.3. Tabla de operacionalización de variables

Tabla 1.

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Unidad de medida	Tipo de variable
V.I. Cemento IP	Proporciones	El cemento eleva el CBR de las subrasantes según el porcentaje de incorporación de este elemento. Lo cual se dosificará.	2% C.A +1%CEM 2% C.A +3%CEM 2% C.A +5%CEM 3% C.A +1%CEM	Razón	Kg.	Cuantitativa
V.I. Aditivo CON-AID	Proporciones	El aditivo CON-AID viene siendo aditamento influyente para mejorar la calidad de las capacidades físicas de la subrasante de acuerdo a la cantidad de la incorporación de este compuesto.	3% C.A +3%CEM 3% C.A +5%CEM 4% C.A +1%CEM 4% C.A +3%CEM 4% C.A +5%CEM	Razón	Lts.	Cuantitativa
V.D. Propiedades de la subrasante	Propiedades físicas	Dentro de las propiedades físicas se tienen en cuenta la granulometría, índice plástico y proctor modificado.	IP MDS y OCH	Razón	% Gr/cm ³ %	Cuantitativa
	Propiedades mecánicas	Para medir los parámetros mecánicos se toman en cuenta la prueba de capacidad de soporte California (CBR).	Californian Bearing Ratio	Razón	%	Cuantitativa

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Internacionales.

Según Jurado y Clavijo (2016), el **problema** que motivó a realizar la presente investigación fue por el aumento del parqueo automotor por la cual se propone construir un adecuado terraplén para el debido estacionamiento de las unidades vehicular del sector de la Primera Línea del Metro de Quito. El **método** es de carácter aplicada – descriptiva. Los **resultados** para CBR natural alcanzado dataron en valor de 5.69%, al incorporar cemento en una dosificación de 6.50%, se logró un CBR tras generar valores de 8.47%, al incorporar cemento en 7.60%, se logró presenciar un CBR generando valores de 11.45%, al incorporar una cantidad de 8.10% de cemento se logró un CBR de 13.80%. **Concluyendo** que el cemento tipo MH mejora significativamente las características mecánicas de la subrasante (15).

Asimismo, Golfín (2018), menciona que en el país de Costa Rica las vías se degradan debido al impacto del agua y el alto tránsito que ocasionan erosiones o desgastes por abrasión. La **metodología** es de carácter aplicado - experimental. Los **resultados** para la zona 1, 2, 3 y 4 un OCH fue de 40.5%, 20.5%, 26% y 30.5% y

para la MDS 1235kg/cm³, 1620kg/cm³, 1464kg/cm³ y 1348kg/cm³, al agregar cemento en un 1%, 3%, 5% y 7% se obtuvieron para la zona 1 densidad seca 1244.74kg/cm³, 1253kg/cm³, 1244.10kg/cm³ y 1248.3kg/cm³. Los datos resultantes para la capacidad de soporte en las muestras patrones de la zona 1, 2 y 3 son de 7.5%, 22.5% y 7.55%. **Concluyendo** que la aplicación de cemento portland sobresale sobre la zona 3 llegando a una resistencia de capacidad de soporte a los 20.8% de CBR (16).

Finalmente, Aguirre y Prado (2016), realizó esta investigación porque las vías de Ecuador presentan retrasos en su desarrollo por no presentar resistencias adecuadas. El **método** empleado es cuasi – experimental. Los **resultados** de CBR para las 6 muestras recolectadas la M1, M2, M3, M4, M5 y M6 se obtuvieron un CBR natural de 17.21%, 19.96%, 15.97%, 4.47%, 7.79% y 8.72% respectivamente, al agregar CONSOLID a un 100% de humedad óptima antes de sumergir se obtuvieron resultados de 48.59%, 27.33%, 35.15%, 27.62%, 17.3% y 15.43%, al agregar CONSOLID a un 50% se obtuvieron resultados de 22.28%, 25.14%, 21.56%, 14.83%, 15.51% y 20.35%, **concluyendo** que la aplicación de Consolid impermeabiliza el suelo incrementando su capacidad de soporte.

2.1.2. Nacionales.

Ventura y Alarcón (2018) realizó esta investigación porque menciona que en la zona de la selva se presentan suelos muy perjudiciales para las infraestructuras viales, por ello se propone emplear cloruro de magnesio para mejorar su CBR. El **método** utilizado fue experimental – aplicada. Los datos **resultantes** demostraron que en el ensayo de Proctor modificado se denoto un CBR del 7.80% al 100% para suelo natural, al incorporar 6%CEM + 0.007 lts CON-AID se generó un CBR al 100%=9.10%, al incorporar 7.2%CEM + 0.007 lts CON-AID un CBR al 100%=10.60%, al incorporar 8.4%CEM + 0.007 lts CON-AID un CBR al 100%=12.70%. **Concluyendo** que con la incorporación de cemento y aditivo con-

aid, se mejora la capacidad de soporte con un porcentaje óptimo del 8.4%CEM + 0.007 lts CON-AID (13).

Rodríguez y Silva (2019), nos menciona que la infraestructura vial de la zona de Trujillo presenta problemas de huecos y/o ahuellamientos, es por ello que se pretende realizar un mejoramiento sobre los parámetros de las subrasantes mediante el uso del cemento portland y cal hidratada. El **método** empleado es aplicado – descriptivo. Los **resultados** demostraron que se obtuvo un CBR natural de 37.00%, aplicando el cemento Portland tipo 1 y la cal hidratada sobre la subrasante, se obtuvo un CBR que llegó a un 82.80% para un 100% de la DSM y 66.50% para un 95% de la DSM. Concluyendo que la aplicación del cemento y la cal hidratada sobre la subrasante mejora significativamente las propiedades mecánicas de un suelo, hasta en un 105.36% (17).

Villalobos y Guevara (2020), nos indica como repercute los químicos Consolid en una propiedad físico – mecánico de una subrasante. El **método** utilizado fue aplicado – experimental. Los **resultados** demostraron que al realizar la calicata correspondiente se pudo observar que el CBR al 95% denoto un valor del 4.10%, a si mismo tras efectuar su clasificación se contó con una arcilla de baja plasticidad (CL), generando un LL 38% e IP 17%, al aplicar la cantidad del 0.045% del consolid 444 y el 1.5% solidry se tiene un CBR de 25.60%, con 0.045% de consolid 444 más el 2% solidry un CBR de 36.20%. **Concluyendo** que la dosificación óptima fue la del 0.045% de consolid más el 2% de solidry mejorando en gran medida la capacidad de soporte de la subrasante (18).

2.1.3. Artículos científicos.

Según, Pongsivasathit, Horpibulsuk y Piyaphipat (2019) nos indica que esta estabilización de materiales marginales reduce la contaminación ambiental y los costos de construcción. La **metodología** empleada es de diseño experimental – aplicada, cuyos **resultados** mostraron que el CBR empapado, el módulo de ruptura (MR) y el módulo de reacción de la subrasante (K) de los 3 materiales de

subrasante estabilizados aumentaron con un aumento en el contenido de cemento. Se desarrollaron las relaciones de K, CBR empapado y M_R versus q_u . Con el valor q_u conocido, el K, empapado CBR y los valores de M_R pueden aproximarse simplemente. **Concluyendo** que estas relaciones desarrolladas son útiles para investigadores, ingenieros y profesionales del diseño de pavimentos (19).

Asimismo, Kufre, Ufot, Christopher y Chibuzor (2021) nos mencionan que la disponibilidad de un suelo de alta calidad con una excelente capacidad de carga a menudo es poco frecuente en muchos lugares del mundo. La **metodología** empleada es experimenta del tipo aplicado, cuyos **resultados** muestran que la mezcla de polvo de cantera mejoró constantemente el índice de plasticidad reduciéndola. La relación de carga de California y su resistencia a compresión no confinada del material de suelo laterítico con cemento aumentaron significativamente al aumentar el polvo de cantera en tamaño micro como estabilizante. Concluyendo que la combinación de esta mezcla óptima de aditivos es una alternativa más económica en comparación con el uso exclusivo de cemento (20).

Finalmente, Rahman y otros (2021) nos mencionan que con el aumento del tránsito y las tecnologías mejoradas que permiten que los vehículos pesados transporten cargas más pesadas, los pavimentos deben diseñarse para soportar tales cargas pesadas sin comprometer su integridad estructural y falla prematura, utilizando un **método** experimental aplicativo, cuyos datos **resultantes** muestran que el CBR de las muestras de suelo mejoró casi 19 veces para una adición de cemento del 12 %, seguido de cal, que mejoró el CBR en 15 veces para una adición del 15 %. **Concluyendo** que La mejora en estas propiedades de ingeniería del suelo con la adición de diferentes aditivos sugiere que estos pueden usarse de manera efectiva para mejorar suelos de subrasante más débiles (21).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Suelos.

2.2.1.1. Definición.

Es una combinación de diversos minerales orgánicos meteorizados que se descomponen a medida que pasa el tiempo, este material se encuentra en forma de una capa delgada en la superficie de la tierra y contiene enormes cantidades de aire y agua en su composición, éstas sirven como soportes a las plantas y demás organismos (22).

2.2.1.2. Granulometría del suelo.

Es la clasificación de las partículas de suelo para poder calcular la proporción de cada uno de sus elementos, de los cuales se determinan la grava, arena y material fino (arcilla o limos) (23).

A) Gravas

Son considerados gravas a las partículas pasantes el tamiz número 3", también son considerados "rocas" (75mm) y quedan retenidas en el tamiz N.º 4 (4.75 mm) (24).

B) Arenas

Son aquellas partículas que surgen de la desintegración de rocas, cuyo tamaño varía entre 0.063mm a 2mm (24).

C) Limos

Se considera limos a los fragmentos finos con ninguna o poca plasticidad, siendo estos limos inorgánicos que provienen de canteras o limos orgánicos que provienen de ríos y contienen propiedades plásticas. El tamaño de los limos varía de 0.05mm a 0.005mm. un suelo contenido de limos ya sean sueltos o compactados no son adecuados para soportar cargas de zapatas. Posee un color gris claro hasta un color muy oscuro. Los limos no presentan permeabilidad, sin embargo, su compresibilidad es muy alta. Si el material no es denso, se considera un suelo muy pobre para soportar una estructura.

D) Arcillas

Las arcillas en su mayoría se encuentran en sedimentos, sin embargo no se forman en la misma, estas se producen mediante un proceso de meteorización, y se encuentran en la superficie terrestre, al ser combinados con agua se forma una consistencia plástica de la cual se pueden fabricar productos (26).

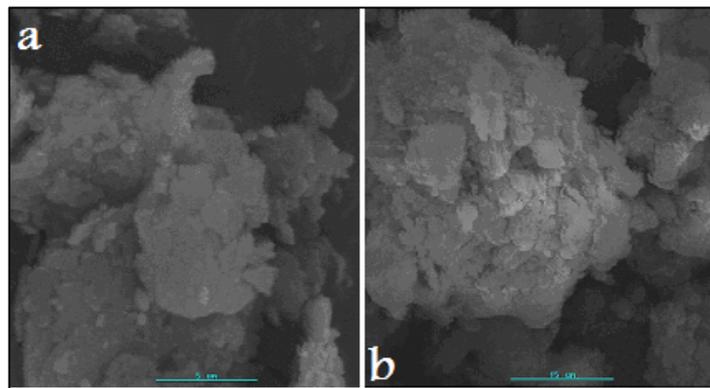


Figura 4. Arcillas tomadas con microscopio electrónico

Nota. Tomada de «Geosorción de As (III) por arcillas rojas desde una solución acuosa», por Rivera, 2011, p. 1.

2.2.2. Límites de consistencia.

2.2.2.1. Definición.

Son llamados también como límites de Atterberg, las cuales son usados principalmente para caracterizar los suelos o para clasificarlos usando cada límite en sus diferentes estados (27). Cuando hablamos de consistencia estamos relacionando el suelo con el agua, es decir depende a la cantidad de agua en suelos finos podemos conocer sus diferentes límites de consistencia. Para la prueba del límite líquido se utilizará la cuchara de Casagrande y para el límite plástico se utilizará una superficie de vidrio en el que se realizarán cilindros con las manos, presionando suavemente en la superficie ya colocada (28).

2.2.2.2. Limite líquido.

Considerado un punto medio o límite entre un estado líquido y un estado plástico del suelo, contenida netamente por agua, el cual se representa en porcentajes conforme al peso seco del suelo (29).



Figura 5. *Cuchara de Casagrande*

Nota. tomado de «Soil Stabilization Using Industrial Waste and Lime» por Joe y Rajesh, 2015, p. 801.

2.2.2.3. Limite plástico.

Es el punto medio o límite entre el estado plástico al estado semisólido, también se mide la cantidad de agua en porcentajes, es el punto en el que el agua deja de existir, es decir el momento en el que el suelo deja la plasticidad y es difícil de ser moldeada (30).



Figura 6. *Equipo de Límite Plástico*

Nota. tomado de «Soil Stabilization Using Industrial Waste and Lime» por Joe y Rajesh, 2015, p. 801.

2.2.2.4. Índice de plasticidad.

Se caracteriza como un intervalo de la humedad entre el límite de liquidez y plástico, en el cual el material de suelo presenta una plástica consistencia, así como la liquidez, es una de la característica más necesaria del suelo (31).

Antes de determinar el índice plástico del material se requiere conocer los datos de los límites líquidos y plásticos, con la siguiente fórmula se determina el porcentaje de plasticidad.

$$IP = W_L - W_p$$

I_p = Índice plástico

L_L = Límite de liquidez

L_p = Límite de plasticidad

2.2.3. Granulometría.

2.2.3.1. Definición.

Para una masa de suelo a estudiar es indispensable conocer la distribución de los fragmentos o partículas de acuerdo a su tamaño, tal como se aprecia en la figura 7. La distribución se realiza conforme a los tamices estandarizados por la ASTM, cada uno de las mallas o tamices están elaborados por filamentos de alambres tejidos con orificios cuadradas. A medida que se aumente las cantidades de tamiz, las aberturas disminuyen junto con el tamiz. El tamiz No. 200 es considerado la abertura más pequeña y se usa con fines prácticos (32).



Figura 7. *Distribución de partículas por tamaños*

Nota. Tomado de «Determinación de granulometría y textura de suelos de Matehuala, San Luis Potosí Contaminados con Arsénico» por Cordero-Vázquez, 2016, p. 32.

2.2.4. Clasificación de suelos AASHTO.

2.2.4.1. Definición.

Mediante las prueba de granulometría y límites de consistencia se puede determinar la clasificación, es decir al tipo de suelo presente, la norma AASHTO identifica siete principales grupos empezando desde el A-1 hasta el A-7, como se aprecia en las tablas 3 y 4, la granulometría es la prueba que permite clasificar con más precisión el material, ya que ésta usa tamices que separan cada partícula, entre ellas están los tamices N.º10, N.º40 y N.º200, para la prueba de límites, el material clasificado pasa la malla N.º 40. Conforme al material pasante la malla N.º 200 se pueden establecer dos principales grupos como: el material granular que es aquel que no supera el 35% de la muestra pasante la malla N.º 200 y los limos o arcillas son aquellos que superan el 35% de material pasante la malla N.º 200 (23).

2.2.5. Clasificación de suelos (SUCS).

2.2.5.1. Definición.

Originalmente en 1942 el sistema Unificado de Clasificación de Suelos fue propuesto por Casagrande, después fue revisado y adoptado por el Bureau

of Reclamation de Estados Unidos y el Cuerpo de ingenieros. En todos los trabajos de geotecnia se utiliza este sistema con los diferentes símbolos ya establecidos (33), las cuales se detallan en la tabla 2.

Tabla 2

Identificación de los suelos en el sistema SUCS

Descripción	Símbolo
Mal graduados	P
Bien graduados	W
Baja plasticidad	L
Alta plasticidad	H
Turba y suelos altamente orgánicos	Pt
Limos orgánico y arcilla	O
Arcilla	C
Limo	M
Arena	S
Grava	G

Nota. Tomado de Caro-Linares, 2018, p. 18.

Tabla 3

Características de los grupos de suelos A-1 a A-3 según la clasificación AASHTO

		Clasificación General					
Grupo de clasificación	A – 1		A – 2		A – 3		
Característica del grupo	Mezclas bien graduadas, compuestas de grava, fragmentos de piedras, arena y material ligante con poca plasticidad. También se incluyen mezclas que no tienen material ligante.		Comprende a una gran diversidad de material granular, el cual contiene menos del 35% de material fino.		Comprenden arenas finas de playa con una mínima cantidad de limos que no contengan plasticidad, también incluye las arenas de río que contienen poca grava y arena gruesa.		
Subgrupo de clasificación	A – 1 – a	A – 1 – b	A-2-4 y A-2-5		A-2-6 y A-2-7		
Característica del grupo	Comprenden a los materiales que en su formación predominan grava y piedra que no presentan material ligante bien graduado.	Incluye materiales formados predominantemente por arena gruesa bien gradada, con o sin ligante.	Son suelos con un material fino \leq 35% y cuyas partículas pasan la malla N° 40 tienen características similares a los suelos de los grupos A-4 y A-5. También incluyen suelos arenosos (arena gruesa) y gravosos que tengan un contenido de limo o índices de grupo en exceso a los indicados por el grupo A-1, así mismo incluyen arenas finas con un contenido de limo no plástico en exceso al indicado para el grupo A-3.		Los materiales de estos subgrupos son similares a los del subgrupo A-2-4 y A2-5, pero la fracción que pasa la malla N° 40 presenta características similares a los suelos A-6 y A-7.		
Análisis de tamices (% que pasa)							
N.º 10	50 max.						
N.º 40	30 max.	50 max.					
N.º 200	15 max.	25 max.	35 max		35 max.	51 min 10 max.	
Característica de la fracción que pasa N.º40			A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	
Limite liquido			40 max.	41 min.	40 max.	41 min	
Índice de plasticidad	6 max.		10 max.	10 max.	11 min	11 min	
Valoración general			Excelente a bueno				

Nota. Tomado de Chacón-Pérez, Ordoñez-Laverde y Varón-Rueda, 2016, p. 30.

Tabla 4

Características de los grupos de suelos A-4 a A-7 según la clasificación AASHTO

Grupo de clasificación	Clasificación General			
	A-4	A-5	A-6	A-7, A-7-5 y A-7-6
Característica del grupo	Suelos limosos poco o nada plásticos, con un 75% o más pasante la malla N° 200, además en este grupo se incorporan las combinaciones de limo con grava y arena hasta un 6.4%.	Los suelos de este grupo son similares a los del grupo A-4, sin embargo, contienen material diatomáceo o micáceo, presentan un elevado límite líquido y son elásticos.	Están conformados en su mayoría por arcilla plástica, por lo menos el 75% de estos suelos pasan la malla N° 200, también se incorporan a este grupo las mezclas arcillo arenosas cuyo porcentaje de grava y arena son inferiores al 64%. son materiales que presentan principalmente grandes cambios en su volumen entre los estados secos y húmedos.	Los suelos del grupo A-7 son similares a los suelos del grupo A-6, pero son elásticos, presentan un elevado límite líquido. En el grupo A-7-5 están los suelos con una plasticidad no muy alta respecto a sus límites líquidos. El subgrupo A-7-6 presentan suelos con altos índices de plasticidad respecto a sus límites líquidos y estas presentan una constante y alta variación volumétrica.
Análisis de tamices (% que pasa)				
N.º 200	36 min	36 min	36 min	
Característica de la fracción que pasa N.º40				
Límite Líquido	40 max.	41 min	40 max.	41 min
Índice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min	11 min
Valoración general			Regular a malo	
Notas			El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 ≤ a LI – 30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 > LI – 30.	

Nota. Tomado de Chacón-Pérez, Ordoñez-Laverde y Varón-Rueda, 2016, p. 31.

2.2.6. Compactación de suelos.

2.2.6.1. Definición.

Se define a la disminución de los espacios vacíos al expulsar el aire mediante el empleo de energía mecánica, para permitir que el suelo se densifique e incremente su resistencia (34).

La compactación en campo se alcanza al usar diferentes maquinarias como los rodillos, vibrocompactadores, aplanadoras neumáticas, etc.; a diferencia de que en laboratorio se aplican métodos basados en el uso de apisonadores o martillos (35).

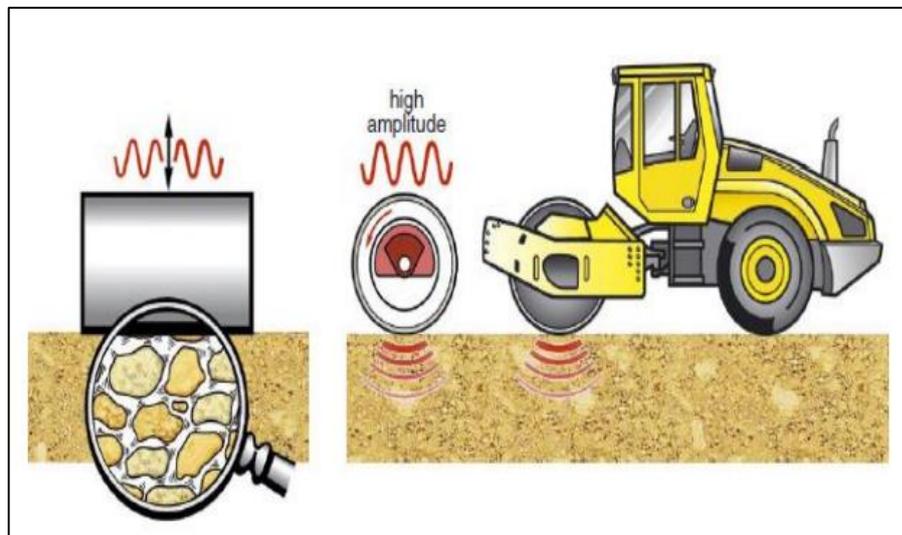


Figura 8. Compactación de suelos por energía vibratoria

Nota. Tomado de «Método y equipos de compactación de suelos» por Romero-Quintero y Bohórquez-Contreras, 2012, p. 5.

2.2.7. Proctor modificado.

2.2.7.1. Definición.

De acuerdo con la ASTM-1557 el ensayo de Proctor Modificado se realizará en un cilindro para obtener su contenido de humedad y densidad los cuales a diferencia del Proctor estándar tendrá un mayor peso ya que el pisón

será de 10 lb. Y para su realización dependiendo del ensayo de granulometría se procederá a elegir el método a utilizar (36).



Figura 9. Elementos del sistema de compactación Proctor

Nota. Tomado de «Determinación de granulometría y textura de suelos de Matehuala, San Luis Potosí Contaminados con Arsénico» por Cordero-Vázquez, 2016, p. 188.

2.2.7.2. Humedad óptima.

Se obtiene relacionando el peso del agua entre el peso seco en volumen obtenido del suelo, la cual es representada con la siguiente expresión (37).

$$w = W_w / W_s$$

Donde:

W = Contenido de humedad

Ww = Peso del agua

Ws = Peso del sólido

2.2.7.3. Peso específico.

El peso específico "Y" es la masa del suelo por volumen unitario (37).

$$y = W/V$$

Donde:

y = Peso específico o densidad

W = Peso del suelo

V = Volumen unitario

2.2.8. California Bearing Ratio (CBR).

2.2.8.1. Definición.

Es uno de los parámetros que más se usan para dimensionar el pavimento flexible en lugares cálidos. La capacidad de soporte de carga en los suelos de subrasante tiene gran importancia para obtener el espesor de los pavimentos. Un CBR alto implica un pavimento más delgado y viceversa. Para obtener el CBR, las muestras de suelo representativo son compactadas con una humedad óptima predeterminada y una densidad máxima seca para definida energía de compactación de la muestra de suelo. Partiendo de ahí, el CBR es obtenido solo después de sumergir en agua por 4 días y se corta (38).

De la misma manera California Bearing Ratio (CBR) es un ensayo común y completo practicado en la actualidad para diseñar los pavimentos y la evaluación del módulo de rigidez y su resistencia al corte de la subrasante para así dimensionar el espesor de cada capa del pavimento suprayacente. En la construcción de carreteras, los ingenieros civiles siempre encuentran problemas para obtener un valor de CBR representativo para diseñar los pavimentos. El tipo de suelo no es el único parámetro que afecta el valor de CBR, sino que también varía con las diferentes propiedades del suelo que posee el suelo. California Bearing Ratio (CBR) es en realidad una medida indirecta que representa la comparación de la resistencia del material de la subrasante, la sub base y la capa base con la resistencia de la roca triturada estándar expresado en valores porcentuales (39).

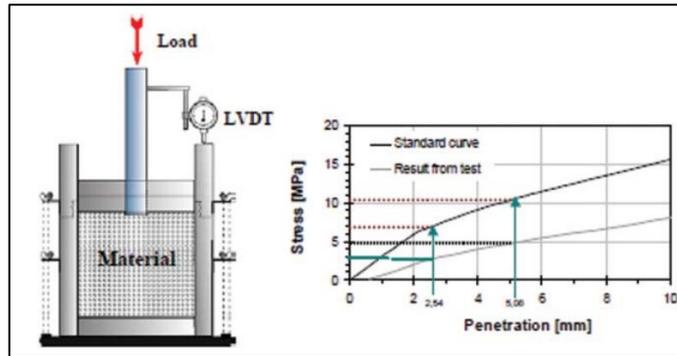


Figura 10. Equipo de CBR

Nota. Tomado de «Soil Stabilization Using Industrial Waste and Lime» por Yideti, Bitrgisson y Jelagin, 2014, p. 103.

2.2.9. Carreteras.

2.2.9.1. Definición.

Son características esenciales del sistema de comunicación urbana y proporcionan un medio de transporte eficiente. Se prefieren los pavimentos flexibles sobre las carreteras de cemento gracias a algunas ventajas, como su fortalecimiento y mejora en periodos con el crecimiento del tráfico. El pavimento flexible tiene un menor costo en cuanto a valor inicial y mantenimiento (40).



Figura 11. Enlace entre dos ciudades

Nota. «La autovía del Olivar, vertebrando el interior de Andalucía» por Monchon-Lopez, 2015, p. 18.

2.2.10. Caminos no pavimentados.

2.2.10.1. Definición.

Son vías con un proceso de deterioro más rápido que una vía pavimentada, esto puede darse en función a la unión de las partículas finas con los agregados gruesos, expuestos al medio ambiente disminuyendo su humedad, adicionando la actividad corrosiva del paso vehicular, los que ocasionan la erosión en la superficie de los materiales transformándolos en polvo y generando diferentes fallas como; baches, ondulaciones, calaminas y de misma manera generando pérdida de seguridad, confort y durabilidad (41).

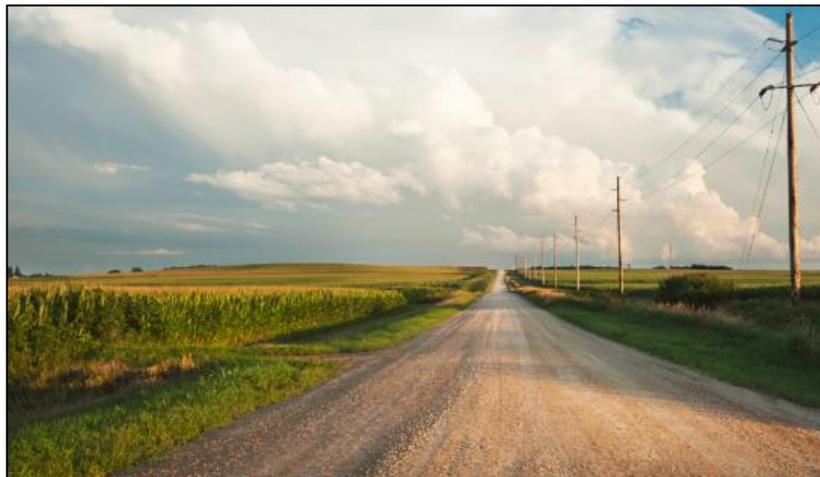


Figura 12. Caminos no pavimentados

Nota. Tomado de «Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial» por CEPAL, 2020, p. 2.

2.2.11. Subrasante.

2.2.11.1. Definición.

Es una capa de terreno muy importante que compone una vía, esta tiene la finalidad principal de soportar la estructura del pavimento, esta es extendida hasta una profundidad que no sea perjudicial para la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Puede estar en corte o relleno. De la condición de la subrasante depende generalmente, el espesor de pavimento, por ello la subrasante debe obedecer criterios de capacidad de soporte, asimismo debe

considerarse la sensibilidad del suelo a la humedad, expuestas a posibles variaciones de su volumen (42).

El suelo de la subrasante se comporta de forma homogénea, isótropa y linealmente elástica bajo la transmisión de las olas. Considerando que sus propiedades de influencia se dividen en tres partes, la superestructura de las vías del tren está constituida por traviesas y lastre, la subestructura constituida por suelo compactado y de subrasante natural (campo cercano) y los depósitos de suelos restantes (campo lejano) (43). Son factores importantes para diseñar de forma exitosa el sistema de pavimentos. Así mismo dependen de diferentes circunstancias que influyen, como la propiedad física del suelo, la condición de aplicación y las condiciones ambientales (44).

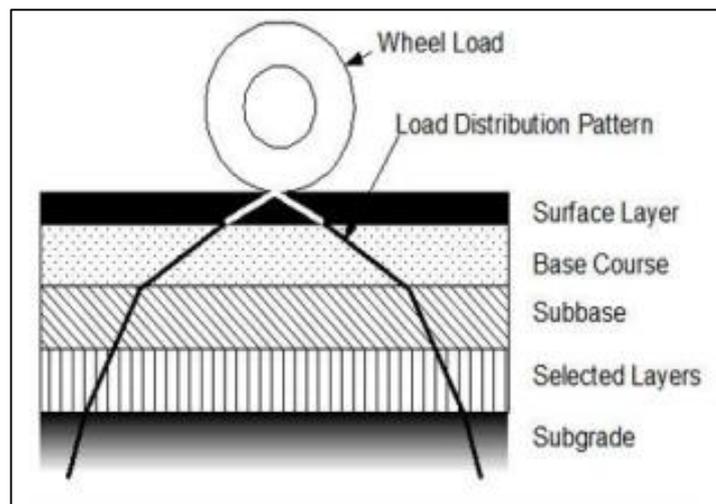


Figura 13. Transmisión de cargas

Nota. Tomada de «Improvement of Clayey Subgrade Adding Kota Stone A Review», por Ola & Goyal, 2016, p. 147.

2.2.12. Cemento.

2.2.12.1. Definición.

Es un polvo molido finamente, sus componentes principales con el silicato de calcio y, en una cantidad menor de aluminato de calcio, que, este al mezclarse con el agua es combinado (45).



Figura 14. *Tipos de cementos*

Nota. Tomada de «Propuesta de mejora para el proceso productivo de la empresa cementos Tequendama», por Sanabrina-Ramirez, 2018, p. 20.

2.2.13. Aditivo con-aid.

2.2.13.1. Definición.

Es una composición química compleja reactiva al catión, la cual es fabricada para dar estabilidad al suelo del sector vial, en especial al suelo arcilloso, modifica la naturaleza hidrofílica en hidrofóbica, sustituye el líquido retenido con proporciones similares de aditivo, el agua que sobra evapora por el mismo clima y durante la compactación, obteniendo una capa densa de suelo, con un contacto mayor entre sus partículas, con una mayor capacidad portante y conducta diferentes al estar en contacto con el agua (46).

2.2.13.2. Ventajas.

Dentro de las especificaciones de este aditamento se puede generar los siguientes cambios a aplicar el producto CON-AID.

- Económica: Garantiza su utilidad estable del camino, reduce los costos al construir dando facilidad a la compactación y uso de materiales locales, reduce costos de mantenimiento, como también se afirma que esta, se presta para ser pavimentado posteriormente.
- Técnica: Reducción del IP, del hinchamiento y la erosión del suelo, de la misma forma incrementa la MDS, el valor de soporte relativo y su resistencia a la compresión.

- Otras ventajas: Seca con facilidad después de la lluvia por lo que la precipitación no es perjudicial para los materiales durante la construcción.
- Rendimiento: Un galón de 100 lts de CON-AID. Tiene un rendimiento aproximadamente de 15000 m² (0.15 m de espesor).

2.2.14. Estabilización de suelo.

2.2.14.1. Definición.

Es la alteración de una o más características del suelo para crear un material de suelo mejorado que posea las propiedades ingenieriles deseadas. Existen tres finalidades para estabilizar el suelo. El primero es incrementar su capacidad resistente al corte para un tipo de suelo existente con el propósito de mejorar su capacidad de carga, segundo es lograr una permeabilidad mejorada y finalmente se desea obtener una mejora de la durabilidad del suelo con el fin de que este resista los procesos del intemperismo y ser resistente al tráfico, entre otros (47)

2.2.14.2. Estabilización química.

Para estabilizar con este método se emplea componentes químicos para que se mejoren las propiedades de los suelos, este debe disminuir la plasticidad y acrecentar la resistencia de los suelos en cuanto a las sollicitaciones cargas de tráfico que recibe y frente a las condiciones ambientales (48).

2.2.14.3. Estabilización mecánica.

Es uno de los métodos para estabilizar los suelos, este es ejecutado al compactar el suelo con el fin de disminuir los espacios vacíos y la comprensibilidad, además de ello tiene la finalidad de hacer mejoras en el suelo la resistencia al corte y la capacidad de carga (49).

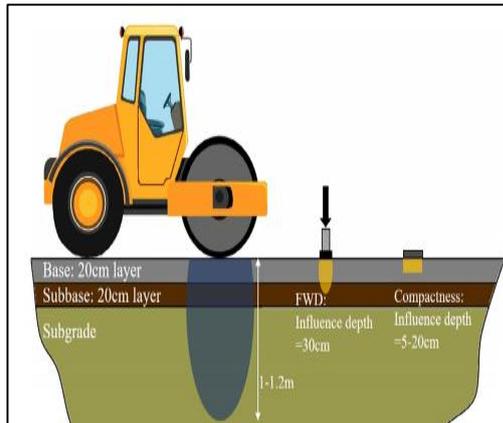


Figura 15. *Estabilización mecánica*

Nota. «Assessment of compaction quality of multi-layer pavement structure based on intelligent compaction technology», por Zhu et al., 2018, p. 321.

2.2.14.4. Suelo-cemento.

Esta combinación se aplica para estabilizar el suelo arcilloso de baja plasticidad, el suelo arenoso y el suelo granular, con el fin de proporcionarle una resistencia mayor, así mismo dentro del manual de carreteras se especifica que los suelos más apropiados para ser estabilizados con cemento son los de tipo A-1, A-2, A-3, con una presencia de baja o media plasticidad ($LL < 40$ e $IP < 18$) (50).

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Arcillas.

Son un material natural que está repartido sobre la cubierta terrenal, en situaciones ocasionales de estar en contacto con el agua se puede convertir en una masa plástica.

2.3.2. Con-AID.

Compuesto químico complejo que es reactivo al catión, este es fabricado para dar estabilidad al suelo en las industrias viales, en especial al suelo arcilloso, este aditivo hace modificaciones en la capacidad de absorber el agua del suelo.

2.3.3. Capacidad de soporte.

Se entiende como la capacidad que tiene de apoyo en el suelo natural además tiene gran importancia realizar mediciones de los espesores de los pavimentos. En diferentes países cálidos es uno de los parámetros que más se usan para dimensionar los pavimentos flexibles.

2.3.4. Cemento.

Es un polvo molido finamente, sus componentes principales con el silicato de calcio y, en una cantidad menor de aluminato de calcio, que, este al mezclarse con el agua es combinado, luego esta fragua y finalmente es endurecido a temperatura ambiente, ya sea expuesto al aire o bajo el agua.

2.3.5. Granulometría.

Mediante el análisis con los tamices se determina como se distribuyen los tamaños del suelo. Los tamices tienen aberturas cuadradas que se tejieron con alambre.

2.3.6. Límites de consistencia.

También es conocido como límite de Atterberg que es usado frecuentemente para caracterizar el suelo, así mismo los índices son usados para la clasificación de suelos.

2.3.7. Proctor modificado.

Es uno de los ensayos que es empleado para la medición de la densidad y humedad contenida de los suelos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método, y alcance de la investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación.

Se refiere al proceso sistemático de un plan de estudio delimitado, que también debe ser controlado y disciplinado conforme a los enfoques cualitativo y cuantitativo en la investigación (51).

El vigente estudio se direcciona al enfoque cuantitativo, debido al desarrollo concerniente a recopilación de valores usando formatos para cada ensayo de suelos, además con los valores recopilados se realizará la prueba estadística usando el software SPSS 26, su propósito es validar la hipótesis.

3.1.2. Método de la investigación.

Se refiere al empleo de un método de investigación con el propósito de adquirir conocimientos novedosos para dar soluciones a los problemas que se presentan en una sociedad mediante la comprensión, comunicación y reproducción. Además, puede ser empleado en distintas ramas usando diferentes procesos con razón dependiendo al tipo de método empleado para la investigación (52).

El método de investigación usado para la presente investigación es deductivo, ya que se primeramente se planteó y formuló un problema: ¿De qué manera influye el cemento IP y el aditivo CON-AID en las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021?, se planteó una hipótesis de investigación que es el cemento IP y el aditivo con-aid influyen significativamente sobre las propiedades físico mecánicas de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021, se elaboró un marco teórico donde se desarrollaron los conceptos y definiciones de los indicadores y las variables, se contrastó la validez de las hipótesis y se sugirieron posibles aplicaciones.

3.1.3. Tipo de la investigación.

En investigaciones aplicadas su finalidad es solucionar problemas específicos, enfocándose en buscar y fortalecer el conocimiento en las teorías para ser tomados y usados como aporte en el desarrollo científico, intelectual y económica (12).

El presente estudio es aplicado, debido a que se busca adquirir conocimientos, realizar modificaciones, proporcionar una mejor calidad en el suelo, con adiciones de dos estabilizantes como son el cemento IP y CON-AID y establecer si en caso son factibles este tipo de adiciones para su aplicación en proyectos del ámbito de la ingeniería civil.

3.1.4. Nivel de la investigación.

Referente para el nivel explicativo trata de ocupar los problemas de un estudio estableciendo los orígenes, las causalidades o un montón de eventos fenomenales. Su propósito es comprender el por qué los sucesos de los eventos, verificando la conexión entre las causas y los efectos al menos saber de qué manera se generan (53).

El nivel que se empleó para la presente investigación es explicativo debido a que encontrará las causas por incorporar el cemento y aditivo CON-AID en el suelo

estudiada, a través de los experimentos realizados en el laboratorio incorporando en proporciones distintas así para determinar características más relevantes del suelo.

3.2. Diseño de la investigación

En caso de un diseño para un estudio se alinea dependiendo a como se plantean los eventos de una investigación, tiene la aplicación en conocer rasgos, cualidades, características de un hecho o fenómenos de acuerdo en el tiempo ocurrido (54). El estudio diseñado de cuasi experimental también se realizan la validez de hipótesis formulados (55).

El diseño que se utilizó en esta investigación pertenece al cuasi experimental, por lo que se enfoca en obtener las características y consecuencias al ser aplicado un elemento para estabilizar el suelo, se conoce como el experimento para adquirir cambios en sus propiedades al emplear cemento y CON-AID para determinar la dosis correcta para proporcionar mejores características tanto mecánicas y físicas al nivel de una subrasante de la carretera Huata – Yasin.

$$\begin{array}{l} \text{GC} \quad X_1 \quad \rightarrow O_1 \\ \text{GE} \quad X_2 \quad \rightarrow O_1 \end{array}$$

Donde:

GE: Grupo experimental

GC: Grupo control o patrón

X_1 : Adición de 2% de CON-AID + 1% de cemento.

X_2 : Adición de 2% de CON-AID + 1% de cemento.

X_2 : Adición de 2% de CON-AID + 3% de cemento.

X_2 : Adición de 2% de CON-AID + 5% de cemento.

X_2 : Adición de 3% de CON-AID + 1% de cemento.

X_2 : Adición de 3% de CON-AID + 3% de cemento.

X_2 : Adición de 3% de CON-AID + 5% de cemento.

X_2 : Adición de 4% de CON-AID + 1% de cemento.

X_2 : Adición de 4% de CON-AID + 3% de cemento.

X₂ : Adición de 4% de CON-AID + 5% de cemento.

O₁: Medición de propiedades física mecánicas.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población.

Son todos aquellos que se agrupan para un estudio ya sean situaciones a tratar, son delimitados y con disposición para seleccionar la muestra y cumple con reglas establecidas, además no solo se refiere a personas sino también a objetos, organizaciones, animales, familias entre otros (56).

Por lo que la población se conceptualiza como el conglomerado de objetos o personas de los que se quiere saber algo en un estudio, corresponde al conjunto donde se va desarrollar el estudio (57).

La población considerada en el presente estudio conforma las carreteras afirmadas en el tramo Huata – Yasin (3 km), Puno.

3.3.2. Tamaño de muestra.

Es la representación seleccionada o subconjuntos de una población de estudio constituidas por las unidades de análisis, su única finalidad es de obtención de datos de una sociedad u población (58).

Como tamaño de muestra, se tomará en consideración la magnitud de representación que ofrezca así como la característica, cualidad existente en el universo, ya que varios de los autores coinciden en definir que la muestra es un tamaño representable (59).

La muestra usada en el presente estudio se deriva en los km (1+250 al 2+250) de la carretera Huata – Yasin, Puno, la cual representa 1 km. Según lo estimado el IMDA en el tramo es menor a 200 veh/día, por lo que según el manual de carreteras 2014 nos indica que se realiza una calicata por cada kilómetro a una profundidad de 1.50m para una carretera con bajo volumen de tránsito, es decir con un IMDA <= 200 veh/día de una calicata, de la calicata se obtuvieron 3 muestras representativas para su debido análisis mediante ensayos de laboratorio.

Tabla 5

Cantidad de muestras para cada requerimiento de ensayo

Cantidad de muestras extraídas de una subrasante			
Combinaciones	Límites de consistencia	Proctor modificado	CBR
0%CA+0%CEM	3	3	3
2%CA+1%CEM	3	3	3
2%CA+3%CEM	3	3	3
2%CA+5%CEM	3	3	3
3%CA+1%CEM	3	3	3
3%CA+3%CEM	3	3	3
3%CA+5%CEM	3	3	3
4%CA+1%CEM	3	3	3
4%CA+3%CEM	3	3	3
4%CA+5%CEM	3	3	3

Fuente. Elaboración propia

3.3.3. Tipo de muestreo.

El muestreo consiste en seleccionar la unidad de análisis de investigación, tiene como fin de la descripción de algunas características en una población tomando como base el número de muestras las cuales podrían ser de tipo probabilístico y no probabilístico(60).

En el caso de la técnica para tomar el muestreo de manera no probabilístico se diferencian por la selección de los elementos muestreados no dependerán de las probabilidades, estos podrán depender de las causas que guardan vínculo con sus características considerados por el investigador (59).

Como parte de esta investigación el tipo de muestreo que se consideró es no probabilístico, es decir que se toma las muestras por conveniencia y a favor del investigador, en la que se evaluaron en la trayectoria de la carretera Huata – Yasin, Puno, son los tramos más críticos que representaron en la investigación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Es un conjunto de procesos que están ordenados con la finalidad de recolectar los datos para la medición de uno o incluso más variables que tenga el estudio (61).

Por lo que también se considera como diferentes modalidades de lograr adquirir datos, que tiene el propósito de recolección de datos que se puedan cuantificar y los cuales afectan en los procedimientos necesarios para abarcar los problemas específicos por medio de los instrumentos (62).

Es necesario definir los instrumentos que son útiles para recopilar los datos en el transcurso del desarrollo de una investigación, son medios que se dan uso ya sea en físico o virtual (63).

La técnica que se aplicó en la presente investigación, fue la observación directa debido a que se identificó los tramos más críticos de la carretera Huata – Yasin, Puno. Así mismo se aplicaron los instrumentos de fichas de observación para caracterizar y analizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo (límites de consistencia, densidad seca máxima, contenido de humedad y capacidad soporte).

Las fichas de observación que se utilizarán para la recolección de datos son las siguientes:

- Fichas de observaciones para las pruebas de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad (Instrumento A).
- Fichas de observaciones para las pruebas de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad (Instrumento B).
- Fichas de observaciones para las pruebas de Californian Bearing Ratio (Instrumento C).



**FICHA DE OBSERVACIÓN DE LOS INDICADORES LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLÁSTICO E INDICE DE PLÁSTICIDAD
(NORMA ASTM D 4318, MTC E110 Y E 111)**

Código:
Versión:
Aprobado:

DATOS GENERALES

Proyecto:
Lugar:
Solicitante: _____ Registro: _____
Fecha: _____

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera: _____ Muestra: _____
Ubicación: _____ Lugar de muestreo: _____
Descripción: _____

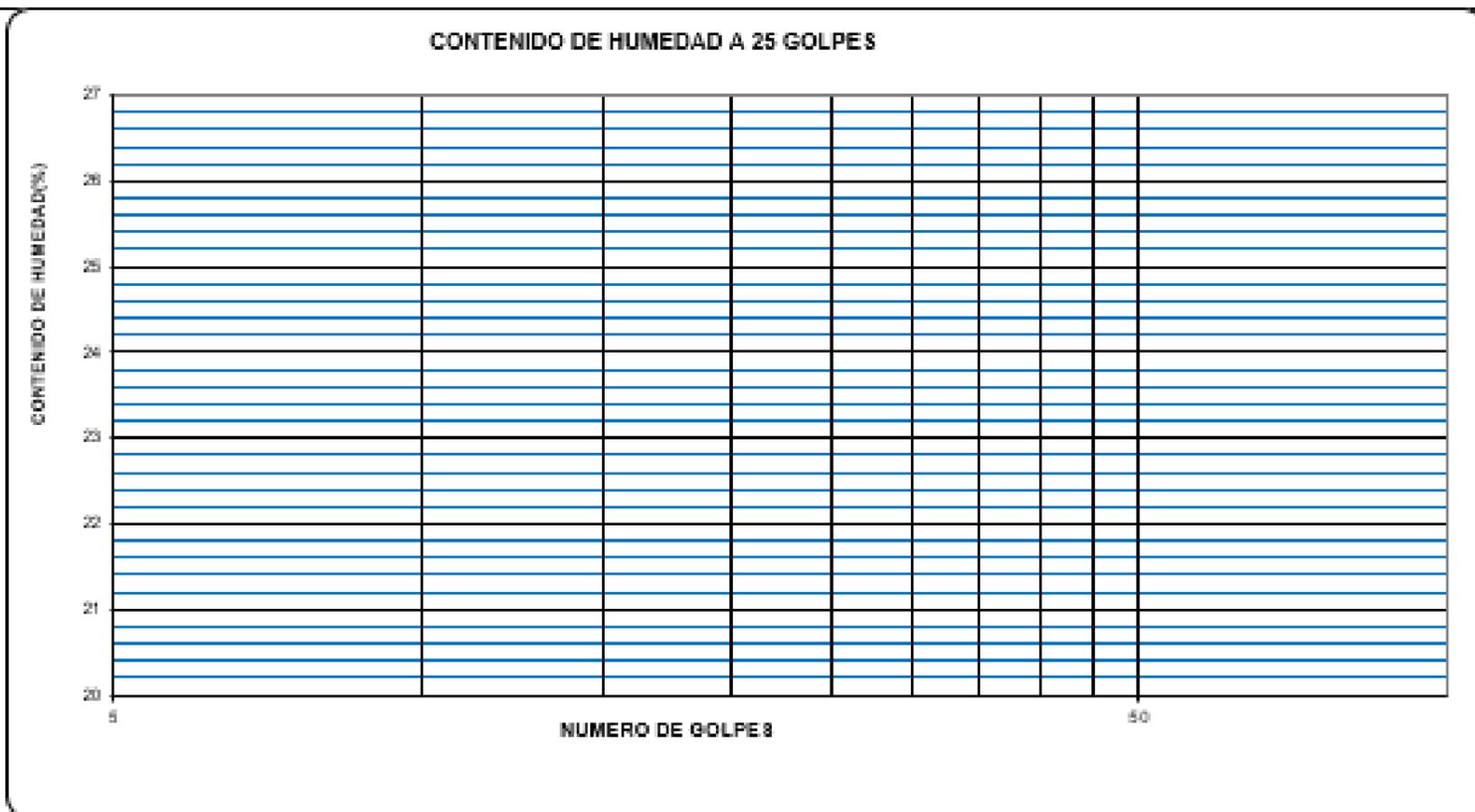
LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AA 8HTO T 88)

DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRAS			
N° CAPSULA	ID				
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)				
PESO TARA + SUELO SECO	(g)				
PESO DE AGUA	(g)				
PESO DE LA TARA	(g)				
PESO DEL SUELO SECO	(g)				
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)				
NUMERO DE GOLPES	(g)				

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AA 8HTO T 80)

DESCRIPCION	UNIDAD	MUESTRAS				PROMEDIO
N° TARRO	ID					
PESO TARA + SUELO HUMEDO	(g)					
PESO TARA + SUELO SECO	(g)					
PESO DE LA TARA	(g)					
PESO DEL AGUA	(g)					
PESO DEL SUELO SECO	(g)					
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)					

CONTENIDO DE HUMEDAD



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES:
LIMITE LIQUIDO (%)		
LIMITE PLÁSTICO (%)		
INDICE DE PLÁSTICIDAD (%)		



FICHA DE OBSERVACIÓN PARA LOS INDICADORES DE DENSIDAD SECA MÁXIMA Y ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (NORMA MTC E 115, A STM D 1557)

Código:
Versión:
Aprobado:

DATOS GENERALES

Proyecto:
Lugar:
Solicitantes:
Registro:
Fecha:

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera:
Ubicación:
Descripción:
Muestra:
Lugar de muestreo:

COMPACTACION

METODO DE COMPACTACION:

NUMERO DE GOLPES POR CAPA:

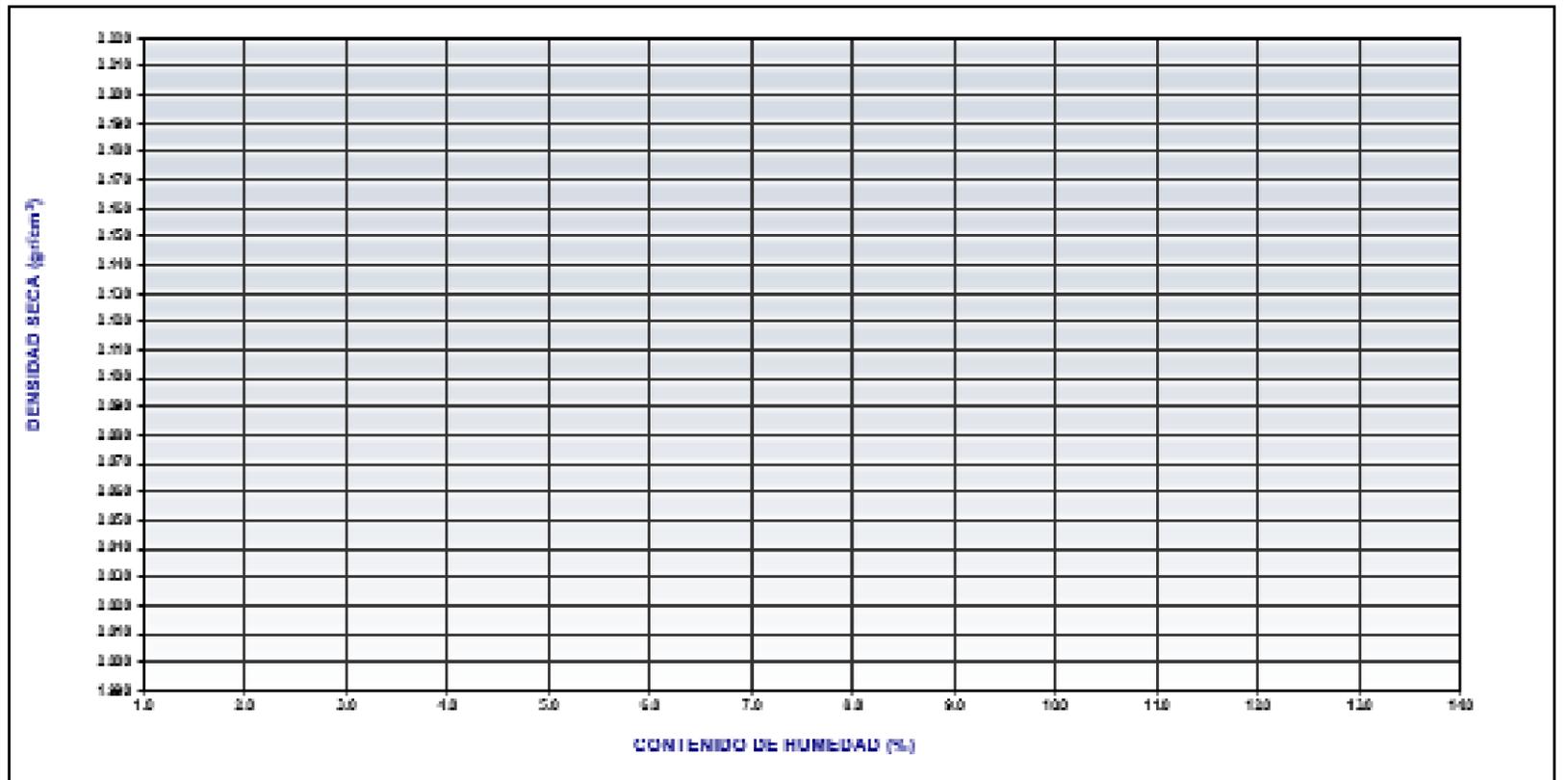
NUMERO DE CAPAS:

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)				
PESO DE MOLDE (gr)				
PESO SUELO HUMEDO (gr)				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)				
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)				
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)				

CONTENIDO DE HUMEDAD

RECIPIENTE N.º	g/m	g/m	g/m	g/m
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)				
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)				
PESO DE LA TARA (gr)				
PESO DE AGUA (gr)				
PESO DEL SUELO SECO (gr)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		

CURVA DE COMPACTACION



OBSERVACIONES:



FICHA DE OBSERVACIÓN DEL INDICADOR CALIFORNIAN BEARING RATIO
(NORMA MTC E 132, ASTM D 1533)

Código:
Versión:
Aprobado:

DATOS GENERALES

Proyecto:
Lugar:
Solicitante:
Registro:
Fecha:

DATOS DE LA MUESTRA

Carera:
Ubicación:
Descripción:
Muestra:
Lugar de muestreo:

DATOS PARA EL ENSAYO

CLASIFICACION: 8UG3		AA 8HTO		PROCTOR		N.º CAPAS	
N.º	DESCRIPCION	UND	12 GOLPES		25 GOLPES		68 GOLPES
			MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03

DENSIDAD

Condición de humedad			Normal	Saturado	Normal	Saturado	Normal	Saturado
1	Peso suelo húmedo + molde	g						
2	Peso del molde	g						
3	Volumen del molde REG	cc						
4	Peso suelo humo [1]-[2]	g						
5	Densidad suelo húmedo, [4]/[3]	g/cc						
6	Id. Capsula	-						
7	Peso del suelo húmedo + capsula	g						
8	Peso del suelo seco + capsula	g						
9	Peso del agua, [7]-[8]	g						
10	Peso de la capsula	g						
11	Peso del suelo seco, [8]-[10]	g						
12	Contenido de humedad, [9]/[11]	%						
13	Densidad seca, [5]([1]+[12]/100)	g/cc						

PENETRACION

CARGA		LECTURA DIRECTA (KILO)/(GOLPES)			FUERZA (kg)					
STANDARD	Pulg.	12	25	58	Directa	Corregida	Directa	Corregida	Directa	Corregida
Área del pistón: 20.42 cm ²	0.000									
	0.025									
	0.050									
	0.075									
70.6 kg-f/cm ²	0.100									
	0.150									
105.7 kg-f/cm ²	0.200									
	0.250									
	0.300									
	0.400									
	0.500									
	1.0.	Capas de la celda de carga kg								

ECUACION: X²+x

EXPANSION

TIEMPO			LECTURA DIAL (Dial) 0.001"			ALTURA					
Fecha	Hora	(Hrs)	12	25	58	mm	%	mm	%	mm	%
		0									
		48									
		96									

RESULTADOS

ENSAYO CBR	12	25	58	PROCTOR		CBR FINAL		
Densidad seca Prom.				Humedad optima		Penetración	0.1"	0.2"
Penetración: 0.1"				MD3		100% MD3		
Penetración: 0.2"				85% de la MD3		85% MD3		

OBSERVACIONES:



**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) DE LABORATORIO
(NORMA MTC E 182, A STM D 1883)**

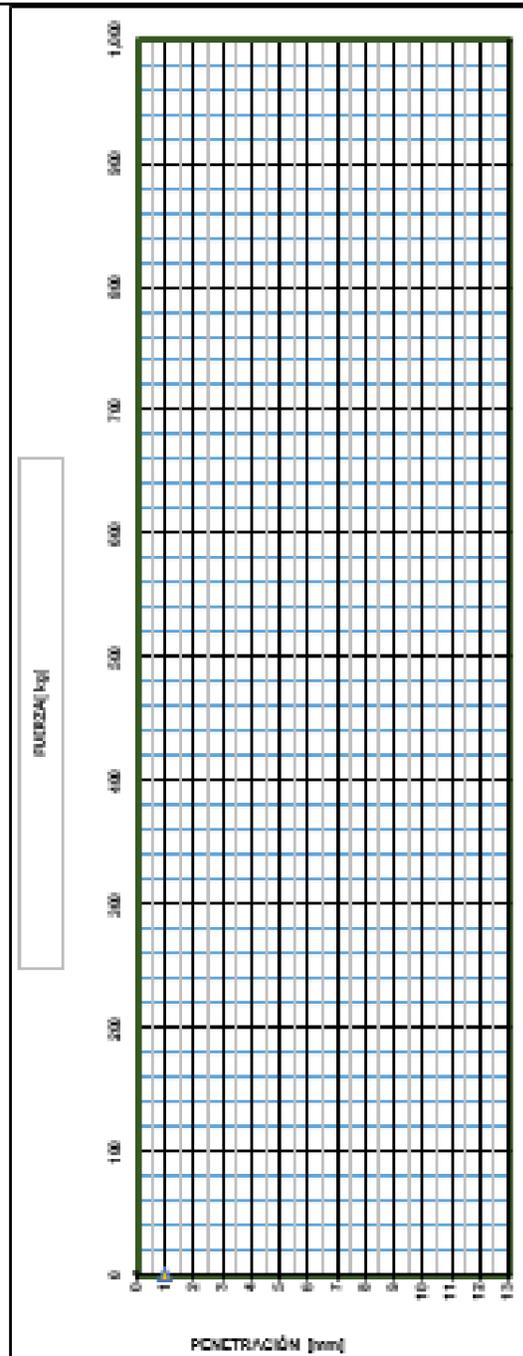
Código:
Versión:
Aprobado:

DATOS GENERALES

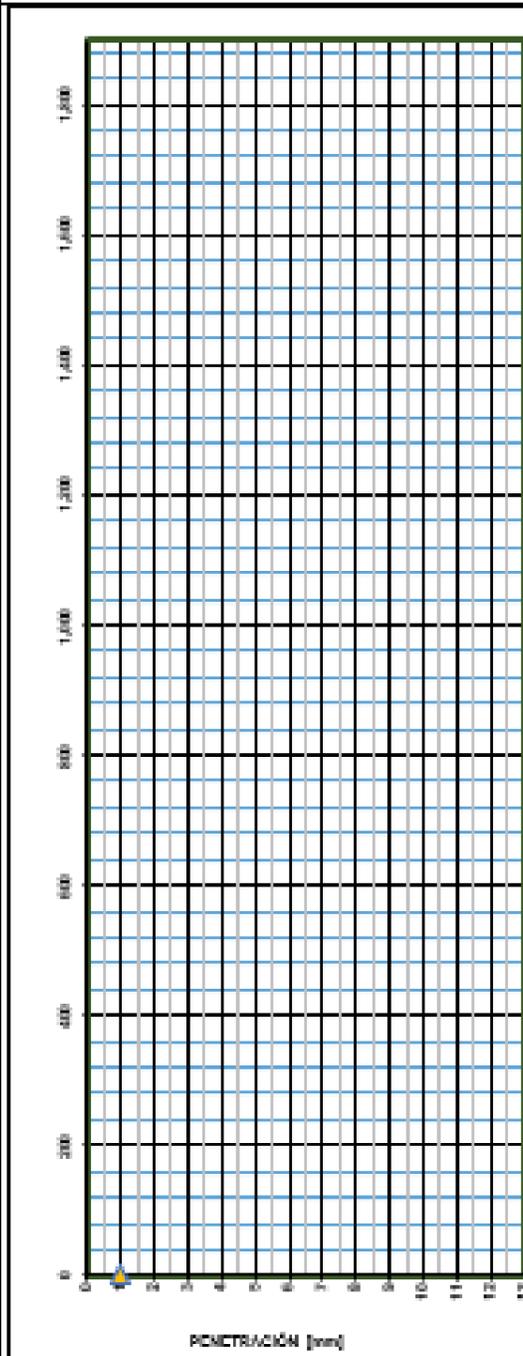
Proyecto:
Lugar:
Solicitantes:
Registro:
Fecha:

GRAFICA

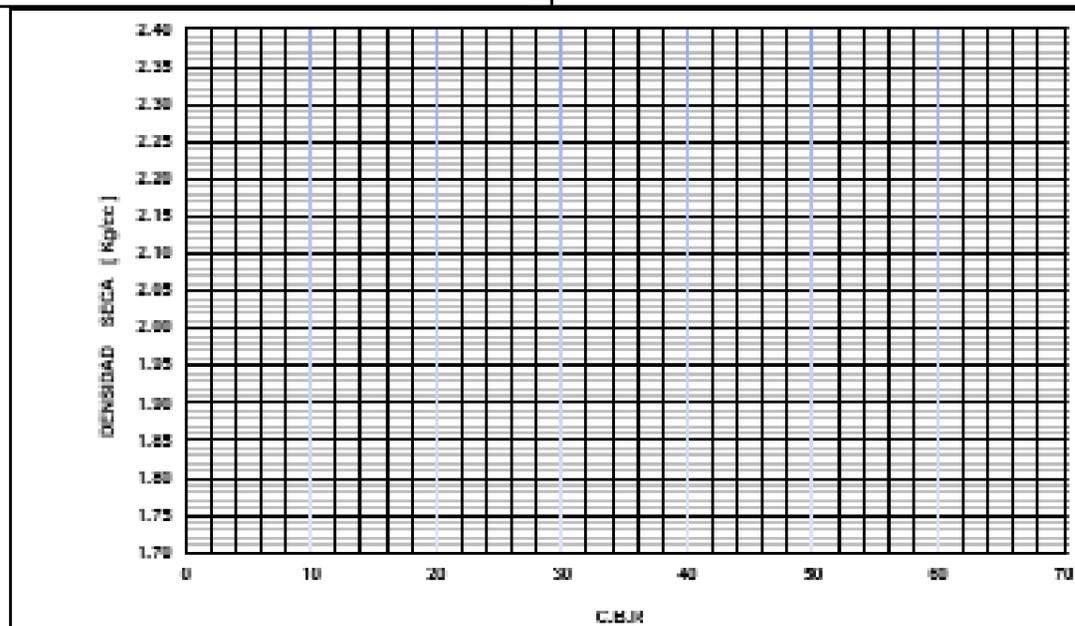
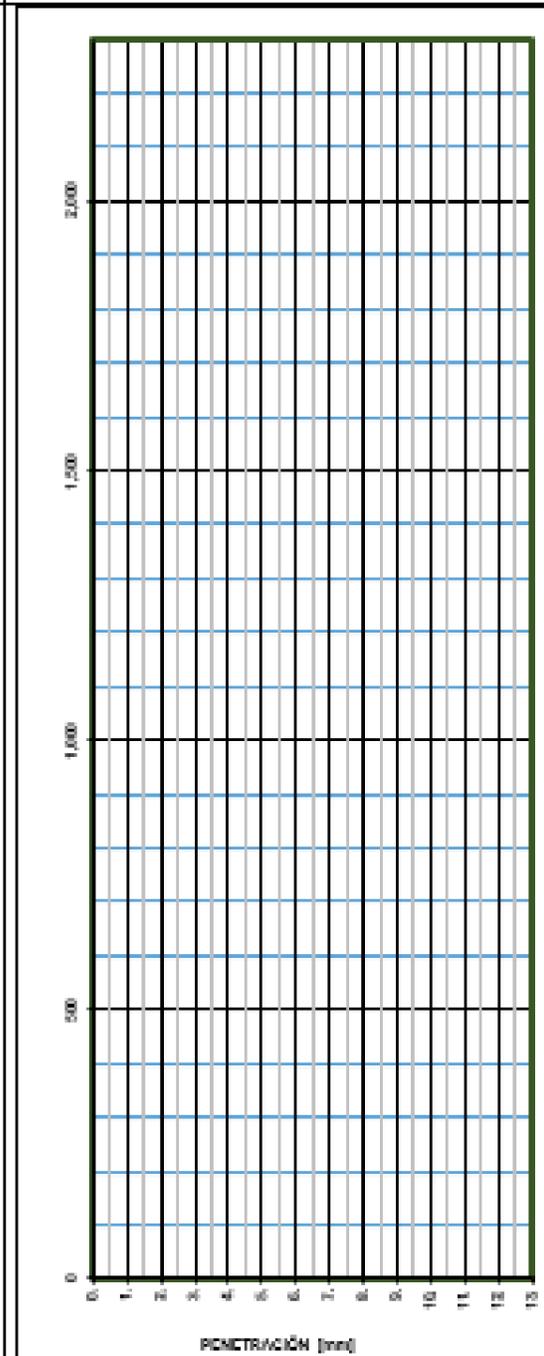
12 GOLPES



25 GOLPES



58 GOLPES



CBR AL 100% Y 85% DE LA MD 8	
100% MD 8	
CBR, PENETRACION 0.1"	
CBR, PENETRACION 0.2"	
85% MD 8	
CBR, PENETRACION 0.1"	
CBR, PENETRACION 0.2"	

LEYENDA

3.4.2. Validez de los instrumentos de investigación.

La validación es tomada como un tipo de estudio dentro del área de intervención, así como en los niveles experimental. Cuasi-experimental entre otros. Además, es el grado de validación en que un instrumento mide lo que tiene que medir, para luego compararlo el instrumento a utilizar con el ideal patrón. (64)

Asimismo, como la validez o la autenticidad son procesos en la que el investigador lo hace como los formularios está en la necesidad de ser evaluada para justificar su oposición. Además, es necesario una evaluación experimental referente a la recopilación de datos (65).

En caso de los instrumentos son útiles para recopilar los datos, se conocen y se rigen mediante normas reglamentadas por organizaciones y entidades como ASTM y el RNE (Reglamento nacional de edificaciones). Los instrumentos validados así mismo los datos que se realizan los expertos se adjuntaran en los anexos.

Tabla 6*Resumen de valores coeficiente de validez – Instrumento A*

Validadores				
N.º	Nombre y apellido	Profesión	CIP	Coeficiente de validez
1	Eduardo Simón Flores Ccarita	Ing.	29393	0.90
2	Alex Luis Gómez Calla	Ing.	209176	0.90
3	Carlos E. Aguirre Carrascal	Ing.	67447	0.90
Valor promedio del coeficiente de validez				0.90

Fuente. Elaboración propia

Asimismo, en la tabla 6 se observan los valores de coeficiente de validez obtenidos para el primer instrumento (ficha de observación de densidad seca máxima y óptimo contenido de humedad) donde el valor promedio fue de 0.90.

Tabla 7*Resumen de valores coeficiente de validez – Instrumento B*

Validadores				
N.º	Nombre y apellido	Profesión	CIP	Coeficiente de validez
1	Eduardo Simón Flores Ccarita	Ing.	29393	0.93
2	Alex Luis Gómez Calla	Ing.	209176	0.90
3	Carlos E. Aguirre Carrascal	Ing.	67447	0.90
Valor promedio del coeficiente de validez				0.91

Fuente. Elaboración propia

De la misma manera, en la tabla 7 se observan los valores de coeficiente de validez obtenidos para el segundo instrumento (ficha de observación de capacidad de soporte) donde el valor promedio fue de 0.91.

Tabla 8*Resumen de valores coeficiente de validez – Instrumento C*

Validadores				
N.º	Nombre y apellido	Profesión	CIP	Coefficiente de validez
1	Eduardo Simón Flores Ccarita	Ing.	29393	0.93
2	Alex Luis Gómez Calla	Ing.	209176	0.90
3	Carlos E. Aguirre Carrascal	Ing.	67447	0.90
Valor promedio del coeficiente de validez				0.91

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 8 se observan los valores de coeficiente de validez obtenidos para del tercer instrumento (ficha de observación de capacidad de soporte) donde el valor promedio fue de 0.91.

Una vez que se contaron con los valores de los coeficientes de validez y el puntaje a cada uno de los criterios evaluados por los 3 expertos, se procedió con el cálculo de los valores de la “V” de Aiken de los tres instrumentos (ver tabla 9, 10 y 11).

Tabla 9*Cálculo de “V” de Aiken para el instrumento A*

Ítems	Expertos			Suma de acuerdos total (S)	V Aiken	Descripción
	1	2	3			
1	3	3	3	9	1.00	Fuerte
2	3	3	3	9	1.00	Fuerte
3	3	3	3	9	1.00	Fuerte
4	3	2	3	8	0.89	Aceptable
5	2	3	3	8	0.89	Aceptable
6	3	2	2	7	0.78	Débil
7	2	3	2	7	0.78	Débil
8	3	3	3	9	1.00	Fuerte
9	3	2	3	8	0.89	Aceptable
10	2	3	2	7	0.78	Débil
Media					0.90	Fuerte

Fuente. Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla 9 el valor de Aiken para el instrumento A (ficha de observación de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) es de 0.90 que se encuentra dentro del parámetro “Fuerte”.

Tabla 10*Cálculo de "V" de Aiken para el instrumento B*

Ítems	Expertos			Suma de acuerdos total (S)	V Aiken	Descripción
	1	2	3			
1	3	3	3	9	1.00	Fuerte
2	3	3	3	9	1.00	Fuerte
3	3	3	3	9	1.00	Fuerte
4	3	2	3	8	0.89	Aceptable
5	3	3	3	9	1.00	Fuerte
6	3	2	2	7	0.78	Débil
7	2	3	2	7	0.78	Débil
8	3	3	3	9	1.00	Fuerte
9	3	2	3	8	0.89	Aceptable
10	2	3	2	7	0.78	Débil
	Media				0.91	Fuerte

Fuente. Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla 10 el valor de Aiken para el instrumento B (ficha de observación de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad) es de 0.91 que se encuentra dentro del parámetro "Fuerte".

Tabla 11*Cálculo de "V" de Aiken para el instrumento C*

Ítems	Expertos			Suma de acuerdos total (S)	V Aiken	Descripción
	1	2	3			
1	3	3	3	9	1	Fuerte
2	3	3	3	9	1	Fuerte
3	3	3	3	9	1	Fuerte
4	3	2	3	8	0.89	Aceptable
5	3	3	3	9	1	Fuerte
6	3	2	2	7	0.78	Débil
7	2	3	2	7	0.78	Débil
8	3	3	3	9	1	Fuerte
9	3	2	3	8	0.89	Aceptable
10	2	3	2	7	0.78	Débil
	Media				0.91	Fuerte

Fuente. Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla 11 el valor de Aiken para el instrumento B (ficha de observación de capacidad de soporte) es de 0.91 que se encuentra dentro del parámetro "Fuerte".

3.4.3. Procedimientos de recolección de datos.

Es la etapa que consiste en recopilar información y medir las variables establecidas de una manera sistemática, el cual garantiza la calidad de los datos, lo que se extiende a la garantía de análisis de datos adecuado (66)

3.4.3.1. Ubicación y acceso a la zona de estudio.

La zona donde se realiza el estudio se encuentra localizado dentro de la carretera Huata-Yasin, el cual está ubicado dentro del distrito de Huata. Los datos generales se muestran a continuación.

Datos generales de la vía

Tramo : Huata – Yasin
Abscisas : Km 1+250 – Km 2+250
Distrito : Huata
Provincia : Puno
Departamento : Puno



Figura 16. Vista satelital de la zona de estudio

Nota. Imagen extraída de Google Earth

El tramo de estudio se encuentra a 10 minutos aproximadamente desde el centro de la ciudad, en el cual se estudió desde la abscisa Km 1+250 hasta la abscisa Km 2+250, donde se realizaron las calicatas para la extracción de las muestras de suelo.

El trabajo de campo se inició con la visita de la carretera Huata - Yasin tal como se puede apreciar en la figura 17.



Figura 17. Carretera Huata – Yasin

Fuente. Elaboración propia

3.4.3.2. Extracción de las muestras.

Ya en la zona de estudio, se inició excavando cada calicata hasta una profundidad de 1.50m, el ancho y largo de la calicata fue de 1m x 1m.



Figura 18. Apertura manual de la calicata a estudio

Fuente. Elaboración propia



Figura 19. Calicata de donde se extrajeron las muestras de suelo

Fuente. Elaboración propia

Una vez realizadas las calicatas se procedió con la extracción de las muestras de suelo, las que fueron almacenadas de manera herméticas para ser trasladadas hacia el laboratorio de mecánica de suelos, así como se observa en la figura 20.



Figura 20. Extracción de muestras de suelo

Fuente. Elaboración propia

3.4.3.3. Ensayos de Laboratorio

Las muestras fueron trasladadas a un laboratorio en donde se procedió a seleccionar la cantidad exacta de muestra mediante el cuarteo para cada ensayo.



Figura 21. Cuarteo de la muestra de suelo

Fuente. Elaboración propia

Granulometría

Para este ensayo la muestra fue secada a temperatura ambiente, luego se seleccionó el material fino para que pueda ser lavado en el tamiz N°200 y secado en un horno con $110\pm 5^{\circ}$ de temperatura, el material de suelo seco fue tamizado mediante tamices colocados desde la abertura más grande hasta la más pequeña generando movimiento circulares con las manos durante un tiempo de 15 minutos, al terminar con esta actividad se retiró cada tamiz cuidadosamente y el material retenido en cada tamiz fue pesado en una balanza tomando los datos en el instrumento.



Figura 22. Tamizado de la muestra de suelo

Fuente. Elaboración propia

Límites de consistencia

Para la prueba de límite líquido la muestra tomada fue del que paso la malla N° 4 una cantidad de 200 gr a la que se agregó agua destilada 20ml se mezcló el agua y la muestra, para luego colocarlo en la copa de Casagrande, después del colocado se nivelo la muestra y con el acanalador se procedió a dividir la muestra en dos, después con golpes consecutivos a una velocidad de entre 1.9 a 2.1 golpes por segundo, se procedió a cerrar la mezcla dividida, esta prueba se repitió durante 3 veces en rangos de 15-25, 20-30 y 25-35.



Figura 23. Colocación del suelo en la cuchara de Casagrande

Fuente. Elaboración propia

Para hallar el límite plástico una cantidad de aproximadamente 20g de muestra que paso la malla N.º 40 se toma a donde se le añadió porcentajes de agua, hasta que se formó una masa estable, de esa masa se tomó una cantidad para formar una esfera la cual fue estrellada contra una superficie plana, esta esfera no se desmorono por lo que se consideró que la muestra era adecuada, después de este proceso se realizó los bastoncitos de la masa de barro de 3mm de diámetro hasta que fue perdiendo su humedad y presente fisuras Para hallar el índice de plasticidad de resto el valor de límite líquido con el valor de límite plástico.



Figura 24. *Elaboración de los bastoncitos de suelo*

Fuente. Elaboración propia

Proctor modificado

Primeramente, se seleccionó el método para el desarrollo del ensayo, luego se agregaron cantidades de agua destilada, una vez revuelta la primera capa fue colocada y con 56 golpes fue apisonada, tal acto fue repetido en las siguientes 4 capas, posteriormente fue quitado el collarín, y la muestra se enraso a nivel del recipiente de Proctor quien luego se pesó. La base se quitó y del centro de la muestra se tomó una cantidad de 500 g, de donde se obtuvo el contenido de humedad, este proceso fue repetido para determinar 4 puntos más, tal como observamos en la figura 25.



Figura 25. Compactación del suelo con el equipo de Proctor

Fuente. Elaboración propia

Capacidad de soporte

Para este ensayo primeramente se seleccionaron las muestras pasantes de la malla $\frac{3}{4}$ " y se les agrego agua en una cantidad óptima que se estableció con el ensayo de Proctor modificado, dentro del molde se colocó la muestra en 5 capas y se apisono con el martillo, con 56 golpes, luego se quitó el collarín del molde y la muestra se enrazo, después de ello el molde es desmontado y se colocó el papel filtro entre el molde y la base. Ubicamos en la superficie de la muestra invertido, y añadir los discos que simulan a las bases granulares. Luego de que se tuvieron las muestras lisas se sumergieron por 4 días, encima del molde el trípode con un dial fue colocado, se lecturo el dial al inicio y se realizó una lectura final después de las 96 horas. Posteriormente al finalizar las 96 horas durante 15 minutos se dejó salir el agua, también se retiraron las sobrecargas del molde y se pesó su masa para continuar con el ensayo de penetración. El molde con la muestra fue llevada a la prensa y fue ubicada en medio del orificio que está en la muestra que se dejó por el material usado como sobrecarga, así mismo para asentar el pistón fue colocada una carga de 5 kilogramos. Finalmente se colocó las agujas del dial en cero, cuando se realizó todo lo mencionado se procedió a aplicar la carga con la prensa a una velocidad de 1.27mm/min y se anotaron los valores, como se aprecia en la figura 26.



Figura 26. Aplicación de la carga en la prensa CBR

Fuente. Elaboración propia

3.4.3.4. Trabajo de gabinete.

Una vez que se obtuvieron todos los datos obtenidos mediante las fichas de observación, se procedió a analizar, evaluar y la comparar los mismos para el cumplir con los objetivos planteados.



Figura 27. Trabajo de gabinete

Fuente. Elaboración propia

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos de investigación.

Se denomina al grado de congruencia con el que los instrumentos realizan mediciones de la variable, de la misma forma refleja la buena correlación en las mediciones realizadas en diferentes fases de la investigación por lo que estas mediciones no difieren significativamente (64)

Es el proceso de recopilación y medición de la información entorno a las variables establecidas de una manera sistemática, el cual garantiza la calidad de los datos, lo que se extiende a la garantía de análisis de datos adecuado (66)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información

4.1.1. Resultados del suelo natural

4.1.1.1. Análisis granulométrico

Tabla 12

Análisis granulométrico del suelo natural

TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	%
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	ACUMULADO	QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.600				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				100.00
No4	4.760	14.16	1.74	1.74	98.26
No8	2.380				
No10	2.000	25.33	3.11	4.85	95.15
No16	1.190				
No20	0.840	23.08	2.84	9.69	92.31
No30	0.590				
No40	0.420	36.14	4.44	12.13	87.87
No 50	0.300				
No60	0.250	21.14	2.60	14.72	85.28
No80	0.180				
No100	0.149	12.78	1.57	16.29	83.71
No200	0.074	13.79	1.69	17.99	82.01
BASE		667.58	82.01	100.00	

Fuente. Propio

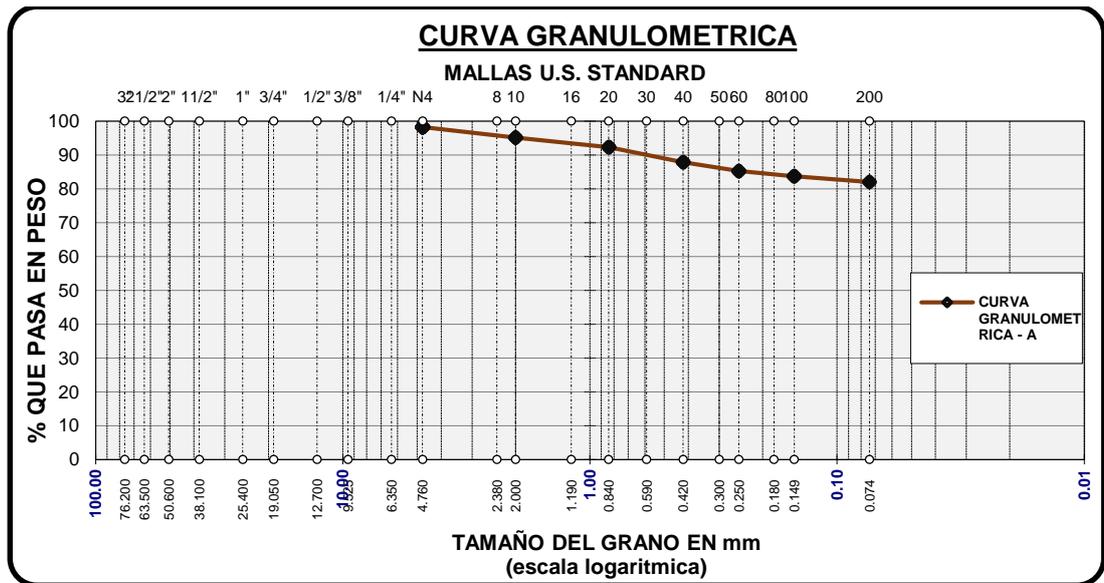


Figura 28. Curva granulométrica del suelo natural

Interpretación

La Tabla 12 y la Figura 28 presenta un análisis granulométrico de la muestra natural, en donde la cantidad de partículas en porcentajes retenidas en la malla N° 200 es 17.99%, con esto conocemos la gradación conforme a sus características granulométricas como: Grava (2" – N° 4) un 0.74%, arena (N° 4 – N° 200) con 16.25 % y finos (<N°200) un 82.01%.

4.1.1.2. Contenido de humedad del suelo natural

Con esta prueba se determinó la cantidad de agua natural existente en el suelo de la vía.

Tabla 13

Límites de consistencia y clasificación del suelo natural

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03	Promedio
% de humedad	2.34%	2.74%	2.84%	2.6%

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

Tal como se muestra en la Tabla 13, el contenido de agua promedio de la muestra de subrasante del suelo natural en la carretera Huata – Yasin fue de 2.6%.

4.1.1.3. Clasificación del suelo natural

Tabla 14

Límites de consistencia y clasificación del suelo natural

Límites de consistencia del suelo natural		SUCS	AASHTO
LL	49%		
LP	22%	CL	A-7-6 (23)
IP	27%		

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

La Tabla 14, nos muestra la plasticidad en un suelo natural que es de 27%, y su clasificación según SUCS que es CL considerado a las arcillas con baja o mediana plasticidad y conforme a AASTHO, el suelo es un A-7-6, considerado a las arcillas con escasa plasticidad y con arena.

4.1.2. Resultados del suelo estabilizado.

4.1.2.1. Resultados de límites de consistencia.

Mediante esta prueba se determinó la plasticidad del suelo

Tabla 15

Resultados de los límites de consistencia del suelo estabilizado

MUESTRAS	LL	LP	IP	% de variación del IP con respecto al SN
SUELO NATURAL (SN)	49%	22%	27%	
2% C.A +1%CEM	40%	18%	22%	18.52%
2% C.A +3%CEM	49%	25%	24%	11.11%
2% C.A +5%CEM	45%	30%	15%	44.44%
3% C.A +1%CEM	39%	19%	20%	25.93%
3% C.A +3%CEM	45%	26%	19%	29.63%
3% C.A +5%CEM	44%	30%	14%	48.15%
4% C.A +1%CEM	37%	18%	19%	29.63%
4% C.A +3%CEM	41%	23%	18%	33.33%
4% C.A +5%CEM	44%	31%	13%	51.85%

Fuente. Elaboración propia

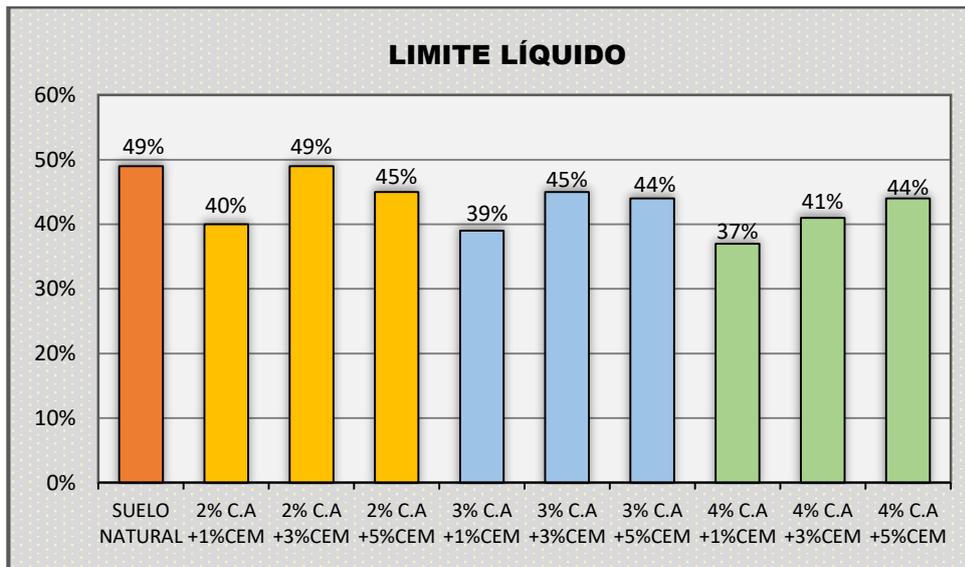


Figura 29. Comparación de resultados del límite líquido del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

La tabla 15 y la figura 29 nos presentan el límite líquido del suelo natural en la subrasante de la vía Huata – Yasin fue de 49%, la dosificación que tuvo más influencia en esta prueba fue 4%C.A. + 1%CEM reduciendo el LL en 12% y la dosificación con menos influencia fue 2%C.A. + 3%CEM obteniendo el mismo LL que la del suelo natural. Todas las muestras difieren de lo establecido en el manual de carreteras, para las vías afirmadas el LL máximo permitido es de 35%.

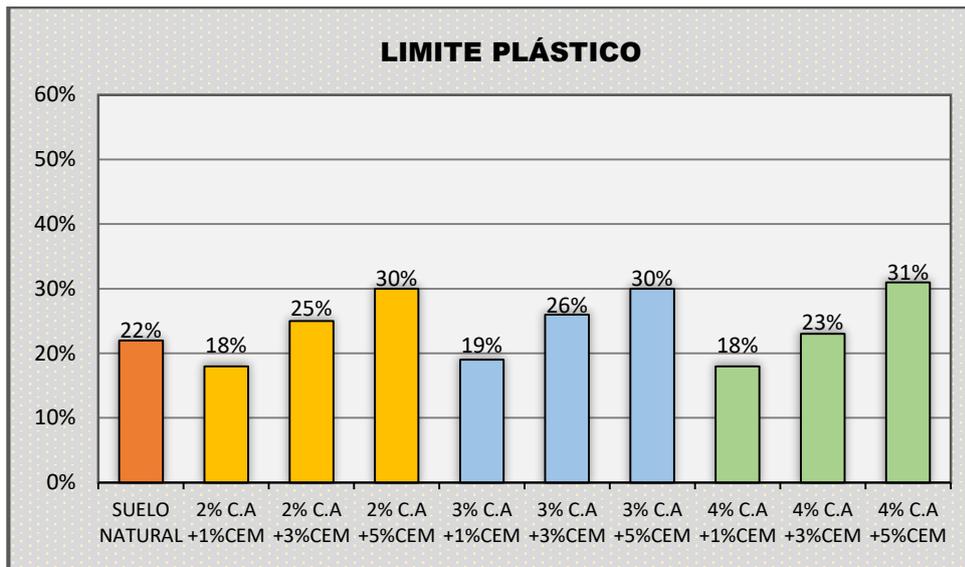


Figura 30. Comparación de resultados del límite plástico del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

La Tabla 15 y la Figura 30 nos presentan el límite plástico del suelo natural de la subrasante de la vía Huata – Yasin fue de 22%, la dosificación con más incremento en esta prueba fue 4%C.A. + 5%CEM incrementando el LP en 9% y las dosificaciones con más reducción de LP fueron 4%C.A. + 5%CEM y 2% C.A. + 1%CEM con un 4% respecto al suelo natural.

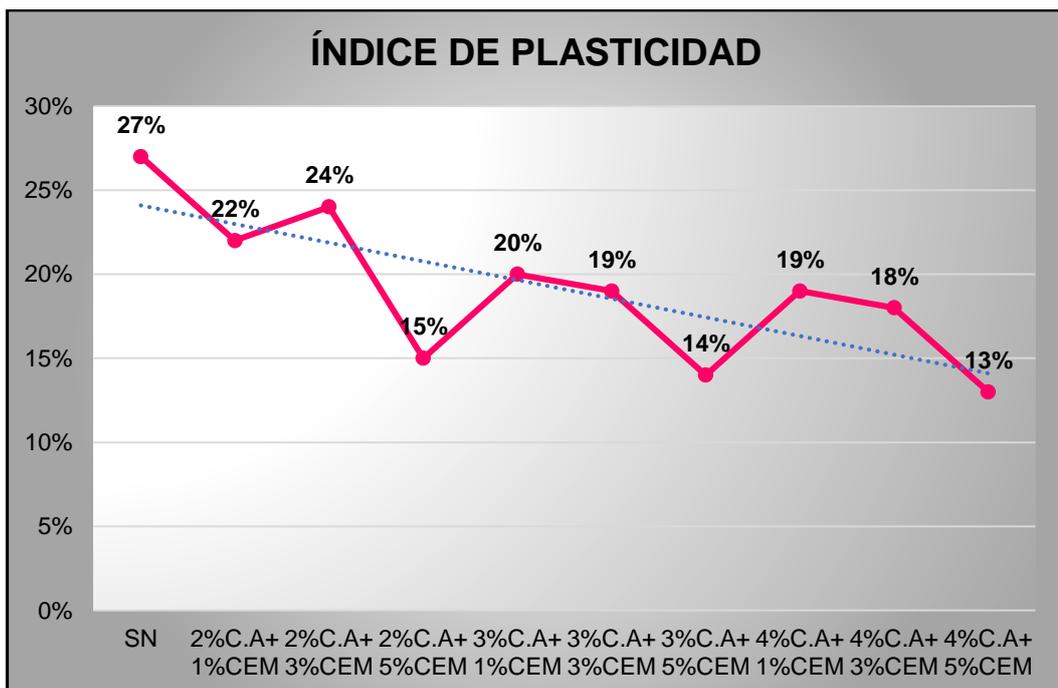


Figura 31. Comparación de los resultados del Índice de plasticidad del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

La Tabla 15 y la Figura 31, nos presentan el índice de plasticidad del suelo natural de la subrasante de la vía Huata – Yasin fue de 27%, con la adición de cemento y Con-aid se presencia una reducción máxima de IP en porcentaje de variación de 51.85% con respecto al IP del suelo natural con una dosificación de 4%C.A. + 5%CEM con el que se obtuvo IP de 13%. La utilización de dichos estabilizantes tuvo una influencia positiva para este tipo de suelo, pero no fue suficiente para que esta cumpla con lo que establece el manual de carreteras que señala que para afirmados el IP debe de ser menores a 12%, y mayores a 4%.

4.1.2.2. Resultados del optimo contenido de humedad y la máxima densidad seca (Proctor).

Mediante esta prueba se pudo determinar la cantidad agua optima que necesita el suelo para la obtención de su máxima densidad seca, este ensayo es fundamental para determinar el CBR.

Tabla 16

Resultados de la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad

MUESTRA	OCH (%)	MDS (gr/cc)	% de variación de la MDS con respecto al SN
SUELO NATURAL (SN)	1.81	11.2	
2% C.A +1%CEM	1.96	12.1	8.29%
2% C.A +3%CEM	1.887	13.9	4.25%
2% C.A +5%CEM	1.835	15.4	1.38%
3% C.A +1%CEM	1.951	13.31	7.79%
3% C.A +3%CEM	1.856	14.5	2.54%
3% C.A +5%CEM	1.854	15.1	2.43%
4% C.A +1%CEM	1.925	13.4	6.35%

4% C.A +3%CEM	1.84	14.6	1.66%
4% C.A +5%CEM	1.87	15.5	3.31%

Fuente. Elaboración propia

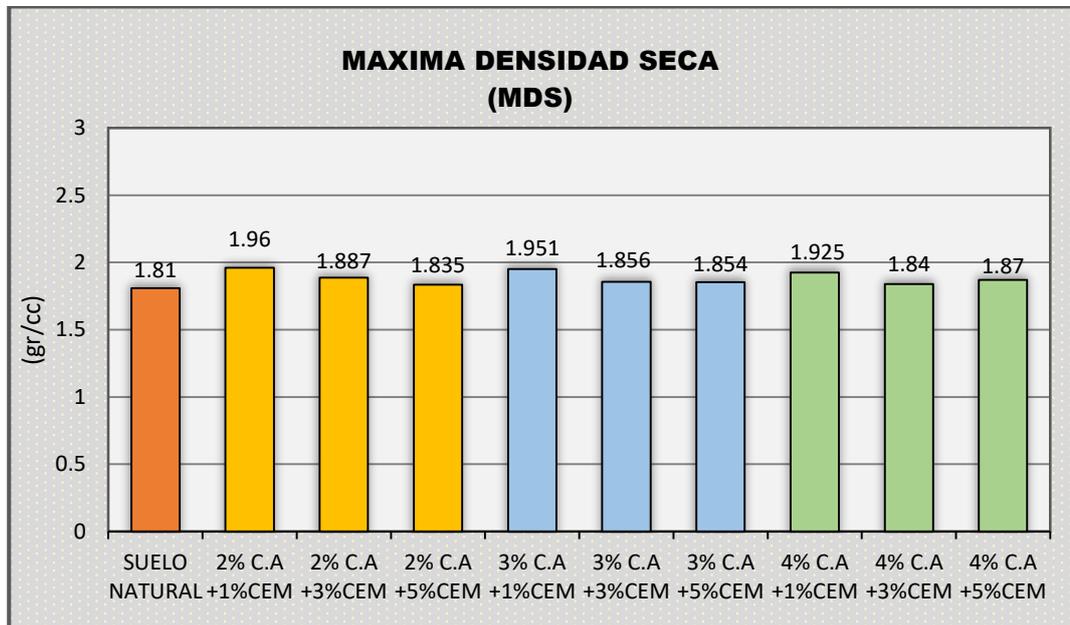


Figura 32. Comparación de los resultados de la máxima densidad seca del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

La Tabla 16 y la Figura 32 nos presentan la densidad máxima seca del suelo natural que es 1.81 gr/cc, mediante la adición de cemento y Con-aid se alcanzó una MDS de 1.96 gr/cc con la dosificación de 2%C.A. + 3%CEM, con una variación de 8.29%.

4.1.2.3. Resultados del CBR.

Tabla 17

Resultados del ensayo CBR al 100% y 95%

MUESTRA	CBR		% de variación de la CBR – 95% con respecto al SN
	Al 100%	Al 95%	
SUELO NATURAL (SN)	5.6%	4.9%	
2% C.A +1%CEM	28.9%	10.5%	114%
2% C.A +3%CEM	61.0%	44.5%	808%
2% C.A +5%CEM	51.0%	42.0%	757%
3% C.A +1%CEM	32.5%	24.8%	488%

3% C.A +3%CEM	117.0%	62.0%	1165%
3% C.A +5%CEM	129.0%	95.0%	1839%
4% C.A +1%CEM	32.56%	24.8%	406%
4% C.A +3%CEM	114.0%	64.0%	1206%
4% C.A +5%CEM	103.0%	90.0%	1737%

Fuente. Elaboración propia

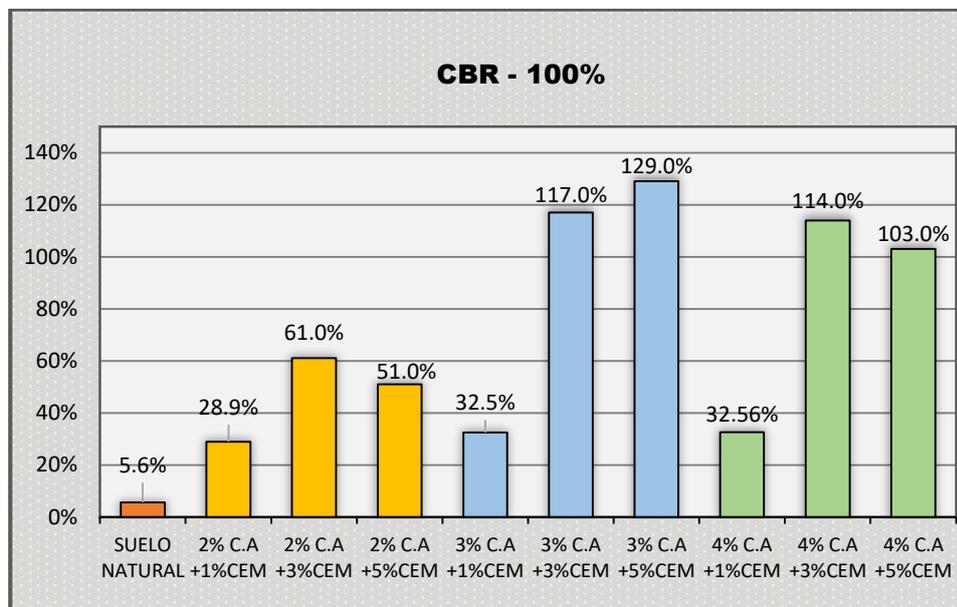


Figura 33. Comparación del CBR al 100% del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

Como se muestra en la tabla 17 y la figura 33, la capacidad de soporte CBR al 100% del suelo natural fue de 5.6%, con la aplicación de cemento y Con-aid el CBR se incrementó en gran magnitud, la dosificación que tuvo el mayor incremento fue de 3%C.A. + 5%CEM con CBR de 129%, con una variación de 1839% con respecto al suelo natural. La utilización de dichos estabilizantes tuvo una influencia positiva para este tipo de suelo puesto que todas las muestras incrementaron su capacidad de soporte, pero solo 6 muestras cumplen con lo que establece el manual de carreteras que señala que el CBR mínimo debe de ser 40%.

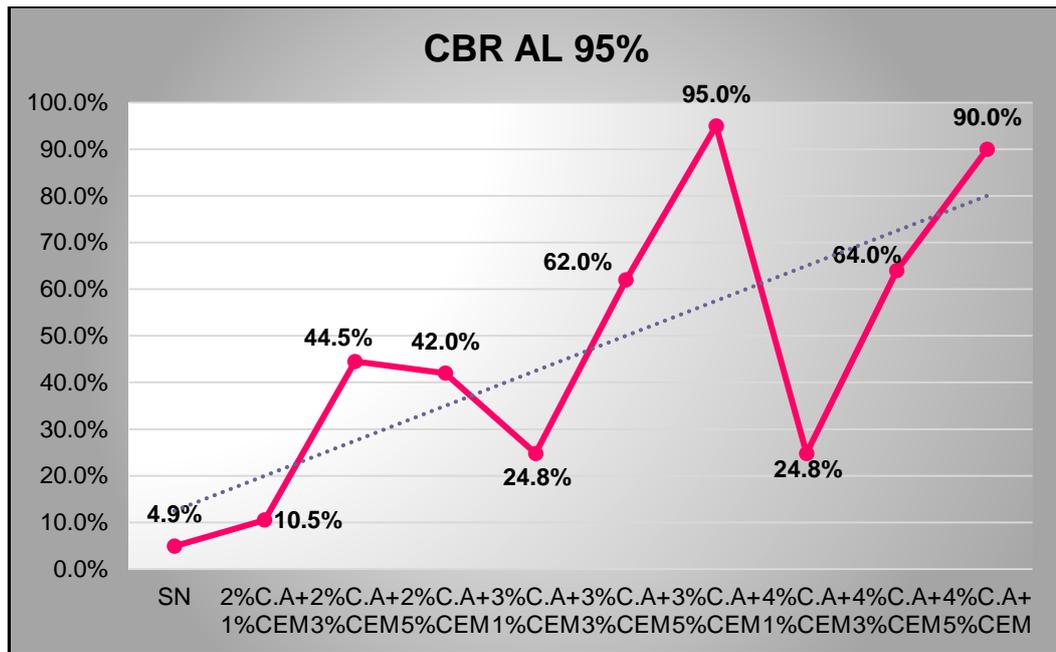


Figura 34. Comparación del CBR al 95% del suelo estabilizado a diferentes dosificaciones

Fuente. Elaboración propia

Interpretación

Como se muestra en la tabla 17 y la figura 34, la capacidad de soporte CBR al 95% del suelo natural fue de 4.9%, con la incorporación de cemento y Con-aid el CBR se incrementó en gran magnitud, la dosificación que tuvo el mayor incremento fue de 3%C.A. + 5%CEM llegando a un CBR de 95%.

4.1.3. Análisis de costos para la estabilización por Kilómetro.

Conforme a los resultados anteriores, la mejor dosificación para aumentar la capacidad de soporte a un 95% fue incorporando un 3% de aditivo CON-AID y 5% de cemento IP en el material de subrasante.

El mantenimiento de una vía con incorporación de cemento IP y aditivo CON-AID genera un gasto extra en el costo directo, por ello se quiere que el material llegue a mejorar a una subrasante para evitar daños futuros y su mantenimiento se vea reducida, a continuación, mostramos el costo habitual del mantenimiento de la vía Huata – Yasin en la ciudad de Puno.

Tabla 18*Costo directo del mantenimiento de la carretera Huata*

Partida	Unidad	Metrado	PU	Parcial
1.- Movimiento de tierras				67 213.85
1.1.- Excavación para subrasante con maquinaria	M ³	3 636.13	7.81	28 398.18
1.2.- Eliminación de material excedente D=5 Km	M ³	4 545.16	8.54	38 815.67
2.- Mejoramiento de subrasante				65 770.22
2.1.- Perfilado y compactado subrasante zonas corte	M ²	5 470.13	1.49	8 150.49
2.2.- Extracción y apilamiento de material de préstamo	M ³	2 051.51	11.00	22 566.61
2.3.- Carguío y transporte de material de préstamo	M ³	2 051.51	8.82	18 094.32
2.4.- Conformación de la subrasante con material de préstamo E=0.30M	M ²	5 470.58	3.10	16 958.80
Costo Directo				132 984.07

Fuente. Elaboración propia

La Tabla 18 muestra el costo directo de mantenimiento a nivel de subrasante de la carretera Huata – Yasin sin incorporar un material estabilizante, el mantenimiento mostrado en la tabla consiste en el préstamo de material de cantera para sustituir parcialmente la subrasante.

Tabla 19*Costo de los materiales para estabilización*

Materiales usados en la subrasante	Unidad	Metrado	PU	Parcial
Cemento IP	M ²	5 470.58	1.17	6 400.57
Aditivo CON-AID	M ²	5 470.58	2.10	11 488.22
Total				17 888.79

Fuente. Elaboración propia

En la Tabla 19, se muestra el costo de los materiales que se empleó en la estabilización de una subrasante en porcentajes de 3% de aditivo CON-AID y 5% de cemento IP en una vía de 5 kilómetros, teniendo un total de 17 888.79 nuevos soles en materiales.

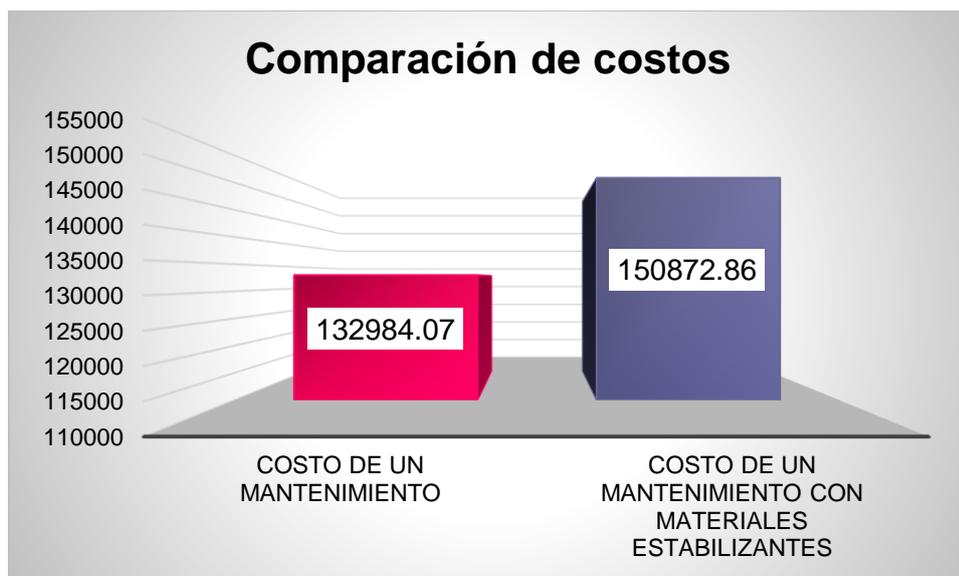


Figura 35. Comparación de costos

Fuente. Elaboración propia

En la Figura 35 mostramos la variación de costos de un mantenimiento periódico convencional y adicionando materiales estabilizantes en la subrasante, la diferencia es de 17 888.79 nuevos soles, representando una variación del 12%.

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1. Índice de plasticidad.

a) Análisis de normalidad

Formulación de la hipótesis estadística

H_0 : Los datos de plasticidad presentan una normal distribución

H_a : Los datos de plasticidad no presentan una normal distribución

Prueba estadística estimación del p-valor

Debido a que la cantidad de los datos analizados es menor a 50 tomaremos la prueba establecida por Shapiro Wilk.

Tabla 20

Prueba de normalidad para los datos de índice de plasticidad

Propiedades físicas de la subrasante	Porcentajes de dosificación con cemento y con-aid	Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
	0%CA+0%CEM	0.852	3	0.245

Índice de plasticidad	2%CA+1%CEM	0.850	3	0.240
	2%CA+3%CEM	0.964	3	0.637
	2%CA+5%CEM	0.794	3	0.100
	3%CA+1%CEM	0.972	3	0.679
	3%CA+3%CEM	0.996	3	0.886
	3%CA+5%CEM	0.820	3	0.163
	4%CA+1%CEM	0.987	3	0.780
	4%CA+3%CEM	0.860	3	0.266
	4%CA+5%CEM	0.902	3	0.391

Nota. Datos adquiridos del software SPSS

Regla de decisión

P - valor menor a 0.05, entonces se acepta la hipótesis estadística alterna

P - valor mayor a 0.05, aceptaremos la hipótesis estadística nula

Decisión y conclusión

El p – valor resultante en la prueba de análisis de normalidad para la plasticidad fueron mayores a la significancia establecida 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis nula que nos indica que todos los grupos presentan una normal distribución, es decir que cumplen con los requisitos de la prueba de ANOVA, ya que es una prueba estadística paramétrica.

b) Análisis de varianza ANOVA de un factor

Formulación de la hipótesis estadística

H₀: Las medias de los grupos de plasticidad son iguales, por lo que no existe incidencia al aplicar cemento IP y aditivo CON – AID.

H_a: Las medias de los grupos de plasticidad son diferentes, por lo que existe incidencia al aplicar cemento IP y aditivo CON – AID.

Prueba estadística estimación del p-valor

Tabla 21

Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de levene	gl1	gl2	Sig.
4.196	9	20	0.004

Nota. Datos adquiridos del software SPSS

Tabla 22*Prueba de análisis de varianza*

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	548.455	9	60.939	39.710	0.000
Dentro de grupos	30.692	20	1.535		
Total	579.147	29			

Nota. Datos adquiridos del software SPSS**Tabla 23***Prueba post hoc - Tukey*

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%CA+0%CEM	2%CA+1%CEM	5,31333*	0,001
	2%CA+3%CEM	2,95000	0,165
	2%CA+5%CEM	12,58333*	0,000
	3%CA+1%CEM	7,41667*	0,000
	3%CA+3%CEM	7,88333*	0,000
	3%CA+5%CEM	13,01667*	0,000
	4%CA+1%CEM	7,81667*	0,000
	4%CA+3%CEM	9,31667*	0,000
	4%CA+5%CEM	14,15000*	0,000
	0%CA+0%CEM	-5,31333*	0,001
2%CA+1%CEM	2%CA+3%CEM	-2,36333	0,409
	2%CA+5%CEM	7,27000*	0,000
	3%CA+1%CEM	2,10333	0,560
	3%CA+3%CEM	2,57000	0,306
	3%CA+5%CEM	7,70333*	0,000
	4%CA+1%CEM	2,50333	0,337
	4%CA+3%CEM	4,00333*	0,021
	4%CA+5%CEM	8,83667*	0,000
	0%CA+0%CEM	-2,95000	0,165
	2%CA+1%CEM	2,36333	0,409
2%CA+3%CEM	2%CA+5%CEM	9,63333*	0,000
	3%CA+1%CEM	4,46667*	0,008
	3%CA+3%CEM	4,93333*	0,003
	3%CA+5%CEM	10,06667*	0,000
	4%CA+1%CEM	4,86667*	0,003
	4%CA+3%CEM	6,36667*	0,000
	4%CA+5%CEM	11,20000*	0,000
	0%CA+0%CEM	-12,58333*	0,000
	2%CA+1%CEM	-7,27000*	0,000
	2%CA+3%CEM	-9,63333*	0,000
2%CA+5%CEM	3%CA+1%CEM	-5,16667*	0,002
	3%CA+3%CEM	-4,70000*	0,005
	3%CA+5%CEM	,43333	1,000
	4%CA+1%CEM	-4,76667*	0,004
	4%CA+3%CEM	-3,26667	0,093
	4%CA+5%CEM	1,56667	0,857
0%CA+0%CEM	-7,41667*	0,000	

	2%CA+1%CEM	-2,10333	0,560
	2%CA+3%CEM	-4,46667*	0,008
	2%CA+5%CEM	5,16667*	0,002
3%CA+1%CEM	3%CA+3%CEM	,46667	1,000
	3%CA+5%CEM	5,60000*	0,001
	4%CA+1%CEM	,40000	1,000
	4%CA+3%CEM	1,90000	0,682
	4%CA+5%CEM	6,73333*	0,000
	0%CA+0%CEM	-7,88333*	0,000
	2%CA+1%CEM	-2,57000	0,306
	2%CA+3%CEM	-4,93333*	0,003
	2%CA+5%CEM	4,70000*	0,005
	3%CA+1%CEM	-,46667	1,000
3%CA+3%CEM	3%CA+5%CEM	5,13333*	0,002
	4%CA+1%CEM	-,06667	1,000
	4%CA+3%CEM	1,43333	0,908
	4%CA+5%CEM	6,26667*	0,000
	0%CA+0%CEM	-13,01667*	0,000
	2%CA+1%CEM	-7,70333*	0,000
	2%CA+3%CEM	-10,06667*	0,000
	2%CA+5%CEM	-,43333	1,000
	3%CA+1%CEM	-5,60000*	0,001
	3%CA+3%CEM	-5,13333*	0,002
3%CA+5%CEM	4%CA+1%CEM	-5,20000*	0,002
	4%CA+3%CEM	-3,70000*	0,039
	4%CA+5%CEM	1,13333	0,976
	0%CA+0%CEM	-7,81667*	0,000
	2%CA+1%CEM	-2,50333	0,337
	2%CA+3%CEM	-4,86667*	0,003
	2%CA+5%CEM	4,76667*	0,004
	3%CA+1%CEM	-,40000	1,000
	3%CA+3%CEM	,06667	1,000
4%CA+1%CEM	3%CA+5%CEM	5,20000*	0,002
	4%CA+3%CEM	1,50000	0,884
	4%CA+5%CEM	6,33333*	0,000
	0%CA+0%CEM	-9,31667*	0,000
	2%CA+1%CEM	-4,00333*	0,021
	2%CA+3%CEM	-6,36667*	0,000
	2%CA+5%CEM	3,26667	0,093
	3%CA+1%CEM	-1,90000	0,682
	3%CA+3%CEM	-1,43333	0,908
4%CA+3%CEM	3%CA+5%CEM	3,70000*	0,039
	4%CA+1%CEM	-1,50000	0,884
	4%CA+5%CEM	4,83333*	0,004
	0%CA+0%CEM	-14,15000*	0,000
	2%CA+1%CEM	-8,83667*	0,000
	2%CA+3%CEM	-11,20000*	0,000
	2%CA+5%CEM	-1,56667	0,857
	3%CA+1%CEM	-6,73333*	0,000
	3%CA+3%CEM	-6,26667*	0,000
4%CA+5%CEM	3%CA+5%CEM	-1,13333	0,976
	4%CA+1%CEM	-6,33333*	0,000
	4%CA+3%CEM	-4,83333*	0,004

Nota. Datos adquiridos del software SPSS

Regla de decisión

P - valor menor a 0.05, entonces se acepta la hipótesis estadística alterna

P - valor mayor a 0.05, aceptaremos la hipótesis estadística nula

Decisión y conclusión

La Tabla 21, nos presenta el análisis de homogeneidad de varianzas, donde el p-valor resulta menor a la significancia establecida 0.05, con esto aceptamos la hipótesis alterna que menciona que las homogeneidades son diferentes.

La Tabla 22, nos presenta el análisis de varianza o ANOVA de un factor, donde el p-valor resultante es menor a la significancia establecida de 0.05, con lo mencionado aceptaremos la hipótesis alterna que indica que los diferentes grupos o dosificaciones son diferentes, es decir que al adicionar cemento y con-aid las diferentes dosificaciones tienen una diferencia significativa o no son iguales, por lo tanto, si tienen influencia en la plasticidad del suelo.

La Tabla 23, mediante el análisis con Tukey nos presenta esas diferencias significativas mencionadas en la tabla anterior por cada grupo o dosificación, se observa que con la adición del 4%CA+5%CEM tenemos una diferencia de 14.150 respecto a la muestra patrón, el cual es mayor al resto de combinaciones, es decir que la mayor influencia ocurre con la dosificación mencionada disminuyendo mucho más la plasticidad del suelo que el resto de dosificaciones, se considera una dosificación óptima.

4.2.2. Capacidad de soporte del suelo CBR.

a) Prueba de normalidad

Formulación de la hipótesis estadística

H₀: Los datos de CBR presentan una normal distribución

H_a: Los datos de CBR presentan una normal distribución

Prueba estadística estimación del p-valor

Debido a que la cantidad de los datos analizados es menor a 50 tomaremos la prueba establecida por Shapiro Wilk.

Tabla 24

Prueba de normalidad para los datos de capacidad de soporte

Propiedades mecánicas de la subrasante	Porcentajes de dosificación con cemento y con-aid	Shapiro - Wilk		
		Estadístico	gl.	Sig.
CBR	0%CA+0%CEM	0.948	3	0.559
	2%CA+1%CEM	0.999	3	0.944
	2%CA+3%CEM	0.922	3	0.459
	2%CA+5%CEM	1.000	3	0.983
	3%CA+1%CEM	0.798	3	0.110
	3%CA+3%CEM	0.867	3	0.288
	3%CA+5%CEM	0.798	3	0.110
	4%CA+1%CEM	0.999	3	0.942
	4%CA+3%CEM	0.989	3	0.797
	4%CA+5%CEM	0.998	3	0.915

Nota. Datos adquiridos del software SPSS

Regla de decisión

Regla de decisión

P - valor menor a 0.05, entonces se acepta la hipótesis estadística alterna

P - valor mayor a 0.05, aceptaremos la hipótesis estadística nula

Decisión y conclusión

El p – valor resultante en la prueba de análisis de normalidad para el CBR fueron mayores a la significancia establecida 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis nula que nos indica que todos los grupos presentan una normal distribución, es decir que cumplen con los requisitos de la prueba de ANOVA, ya que es una prueba estadística paramétrica.

b) Análisis de varianza ANOVA de un factor

Formulación de la hipótesis estadística

H₀: Las medias de los grupos de CBR son iguales, por lo que no existe incidencia al aplicar cemento IP y aditivo CON – AID.

H_a: Las medias de los grupos de CBR son diferentes, por lo que existe incidencia al aplicar cemento IP y aditivo CON – AID.

Prueba estadística estimación del p-valor

Tabla 25

Prueba de homogeneidad de varianzas

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1.789	9	20	0.134

Nota. Datos adquiridos del software SPSS

Tabla 26

Prueba de análisis de varianza

	Suma de cuadrados	gl.	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	26349.036	9	2927.671	7842.745	0.000
Dentro de grupos	7.466	20	0.373		
Total	26356.502	29			

Nota. Datos adquiridos del software SPSS

Tabla 27

Prueba post hoc - Tukey

Grupo (I)	Grupo (J)	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
0%CA+0%CEM	2%CA+1%CEM	-5,60667*	0,000
	2%CA+3%CEM	-39,60333*	0,000
	2%CA+5%CEM	-37,10667*	0,000
	3%CA+1%CEM	-19,90333*	0,000
	3%CA+3%CEM	-57,10000*	0,000
	3%CA+5%CEM	-90,10333*	0,000
	4%CA+1%CEM	-19,90000*	0,000
	4%CA+3%CEM	-59,10333*	0,000
	4%CA+5%CEM	-85,10333*	0,000
	0%CA+0%CEM	5,60667*	0,000
2%CA+1%CEM	2%CA+3%CEM	-33,99667*	0,000
	2%CA+5%CEM	-31,50000*	0,000
	3%CA+1%CEM	-14,29667*	0,000
	3%CA+3%CEM	-51,49333*	0,000
	3%CA+5%CEM	-84,49667*	0,000
	4%CA+1%CEM	-14,29333*	0,000
	4%CA+3%CEM	-53,49667*	0,000
	4%CA+5%CEM	-79,49667*	0,000
	0%CA+0%CEM	39,60333*	0,000
	2%CA+1%CEM	33,99667*	0,000
2%CA+3%CEM	2%CA+5%CEM	2,49667*	0,002
	3%CA+1%CEM	19,70000*	0,000
	3%CA+3%CEM	-17,49667*	0,000
	3%CA+5%CEM	-17,49667*	0,000

	3%CA+5%CEM	-50,50000*	0,000
	4%CA+1%CEM	19,70333*	0,000
	4%CA+3%CEM	-19,50000*	0,000
	4%CA+5%CEM	-45,50000*	0,000
	0%CA+0%CEM	37,10667*	0,000
	2%CA+1%CEM	31,50000*	0,000
	2%CA+3%CEM	-2,49667*	0,002
	3%CA+1%CEM	17,20333*	0,000
	3%CA+3%CEM	-19,99333*	0,000
	3%CA+5%CEM	-52,99667*	0,000
2%CA+5%CEM	4%CA+1%CEM	17,20667*	0,000
	4%CA+3%CEM	-21,99667*	0,000
	4%CA+5%CEM	-47,99667*	0,000
	0%CA+0%CEM	19,90333*	0,000
	2%CA+1%CEM	14,29667*	0,000
	2%CA+3%CEM	-19,70000*	0,000
	2%CA+5%CEM	-17,20333*	0,000
	3%CA+3%CEM	-37,19667*	0,000
	3%CA+5%CEM	-70,20000*	0,000
3%CA+1%CEM	4%CA+1%CEM	,00333	1,000
	4%CA+3%CEM	-39,20000*	0,000
	4%CA+5%CEM	-65,20000*	0,000
	0%CA+0%CEM	57,10000*	0,000
	2%CA+1%CEM	51,49333*	0,000
	2%CA+3%CEM	17,49667*	0,000
	2%CA+5%CEM	19,99333*	0,000
	3%CA+1%CEM	37,19667*	0,000
	3%CA+5%CEM	-33,00333*	0,000
3%CA+3%CEM	4%CA+1%CEM	37,20000*	0,000
	4%CA+3%CEM	-2,00333*	0,019
	4%CA+5%CEM	-28,00333*	0,000
	0%CA+0%CEM	90,10333*	0,000
	2%CA+1%CEM	84,49667*	0,000
	2%CA+3%CEM	50,50000*	0,000
	2%CA+5%CEM	52,99667*	0,000
	3%CA+1%CEM	70,20000*	0,000
	3%CA+3%CEM	33,00333*	0,000
3%CA+5%CEM	4%CA+1%CEM	70,20333*	0,000
	4%CA+3%CEM	31,00000*	0,000
	4%CA+5%CEM	5,00000*	0,000
	0%CA+0%CEM	19,90000*	0,000
	2%CA+1%CEM	14,29333*	0,000
	2%CA+3%CEM	-19,70333*	0,000
	2%CA+5%CEM	-17,20667*	0,000
	3%CA+1%CEM	-,00333	1,000
	3%CA+3%CEM	-37,20000*	0,000
4%CA+1%CEM	3%CA+5%CEM	-70,20333*	0,000
	4%CA+3%CEM	-39,20333*	0,000
	4%CA+5%CEM	-65,20333*	0,000
	0%CA+0%CEM	59,10333*	0,000
	2%CA+1%CEM	53,49667*	0,000
	2%CA+3%CEM	19,50000*	0,000
	2%CA+5%CEM	21,99667*	0,000
4%CA+3%CEM	3%CA+1%CEM	39,20000*	0,000
	3%CA+3%CEM	2,00333*	0,019

	3%CA+5%CEM	-31,00000*	0,000
	4%CA+1%CEM	39,20333*	0,000
	4%CA+5%CEM	-26,00000*	0,000
	0%CA+0%CEM	85,10333*	0,000
	2%CA+1%CEM	79,49667*	0,000
	2%CA+3%CEM	45,50000*	0,000
	2%CA+5%CEM	47,99667*	0,000
	3%CA+1%CEM	65,20000*	0,000
	3%CA+3%CEM	28,00333*	0,000
4%CA+5%CEM	3%CA+5%CEM	-5,00000*	0,000
	4%CA+1%CEM	65,20333*	0,000
	4%CA+3%CEM	26,00000*	0,000

Nota. Datos adquiridos del software SPSS

Regla de decisión

P - valor menor a 0.05, entonces se acepta la hipótesis estadística alterna

P - valor mayor a 0.05, aceptaremos la hipótesis estadística nula

Decisión y conclusión

La Tabla 25, nos presenta el análisis de homogeneidad de varianzas, donde el p-valor resulta mayor a la significancia establecida 0.05, con esto aceptamos la hipótesis nula que menciona que las homogeneidades son iguales.

La Tabla 26, nos presenta el análisis de varianza o ANOVA de un factor, donde el p-valor resultante es menor a la significancia establecida de 0.05, con lo mencionado aceptaremos la hipótesis alterna que indica que los diferentes grupos o dosificaciones son diferentes, es decir que al adicionar cemento y con-aid las diferentes dosificaciones tienen una diferencia significativa o no son iguales, por lo tanto, si tienen influencia en la capacidad e soporte del suelo.

La Tabla 27, mediante el análisis con Tukey nos presenta esas diferencias significativas mencionadas en la tabla anterior por cada grupo o dosificación, se observa que con la adición del 3%CA+5%CEM tenemos una diferencia de -90.100 respecto a la muestra patrón, el cual es mayor al resto de combinaciones, es decir que la mayor influencia ocurre con la dosificación mencionada aumentando mucho más el CBR del suelo que el resto de dosificaciones, se considera una dosificación óptima.

4.3. Discusión de resultados

A continuación, se realiza las discusiones de los datos resultantes con los antecedentes adquiridos en el capítulo II de la presente investigación, donde se compararán y se notarán las variaciones de los resultados en cada uno de los aspectos estudiados.

OE1: Determinar la influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID sobre la capacidad de soporte de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.

Según la investigación de Ventura y Alarcón (2018) para la capacidad de soporte a los 28 días se obtuvo un CBR al 95% de 6.2% para la muestra patrón, al adicionar el 6% cemento + 0.007 lts de Con-Aid, 7.2% cemento + 0.007 lts de Con-Aid y 8.4% cemento + 0.007 lts de Con-Aid se obtuvo un incremento en la capacidad de soporte obteniendo resultados de 7.0%, 8.4% y 10.1% respectivamente, la variación de la dosificación óptima respecto a la muestra patrón fue de 63%.

También, Villalobos y Guevara (2020) en su tesis obtuvo en sus resultados un CBR al 95% de 4.10%, la cual según norma pertenece a una subrasante pobre, al incorporar 0.05lts/m³ de con-aid + cemento portland obtuvo una mejora de llegando al 52% de capacidad de soporte.

Asimismo, Rodríguez y Silva (2019) en su tesis obtuvo en sus resultados un CBR al 95% de 37% de la muestra patrón, al adicionar 30% de cemento portland tipo I + 70% de cal hidratada se obtuvo un aumento del 29.5% resultado CBR al 95% de 66.5%.

Por otro lado, en nuestra investigación obtuvimos como resultado para un CBR al 95% un 4.9% para la muestra patrón, sin embargo, al incorporar un 2% C.A +1%CEM, 2% C.A +3%CEM, 2% C.A +5%CEM, 3% C.A +1%CEM, 3% C.A +3%CEM, 3% C.A +5%CEM, 4% C.A +1%CEM, 4% C.A +3%CEM y 4% C.A +5%CEM, se observó un aumento llegando a un 10.5%, 44.5%, 42%, 24.8%, 62%, 95%, 24.8%, 64% y 90% respectivamente.

Al comparar los resultados de los diferentes autores con nuestros resultados obtenemos una variación, debido a las diferentes proporciones de cemento y aditivo incorporados en la muestra de subrasante.

OE2: Determinar la influencia del cemento IP y el aditivo CON-AID sobre el índice de plasticidad de la subrasante en la carretera Huata – Yasin, Puno 2021.

Según la investigación de Ventura y Alarcón (2018) para la muestra patrón se obtuvo un 12.73% de índice de plasticidad, al incorporar 6% cemento + 0.007lts de Con-Aid, 7.2% cemento + 0.007lts de Con-Aid y 8.4% cemento + 0.007lts de Con-Aid la plasticidad del suelo disminuyó resultado 12.25%, 11.65% y 11.22% respectivamente, concluyendo que la proporción más óptima logró disminuir en un 12% respecto a la muestra patrón.

Se pudo evidenciar que el índice de plasticidad de la presente investigación redujo al adicionar cemento y Con-aid con respecto a la muestra natural, con mayor magnitud con una dosificación de 4% de Con-aid + 5% de cemento tipo IP reduciendo un 51.85%, la dosificación menor repercusión fue cuando se adiciono 2% de Con-aid + 3% de cemento tipo IP obteniendo una variación de 11.11%. Sin embargo, los IPs alcanzados en este estudio no cumplen con lo que establece el manual de carreteras que afirma que para una vía afirmada el IP debe de estar entre 4% y 12%.

El autor obtuvo unos resultados favorables ya que redujo la plasticidad en un 12% respecto a la muestra patrón al agregar 8.4% cemento + 0.007lts con-aid, también en nuestra investigación la plasticidad disminuyó en un 51.85% respecto a la muestra patrón al incorporar 4% cemento + 5% de con-aid, sin embargo, en ambos casos la plasticidad no se llega a reducir tanto como para estar dentro de los parámetros de la norma para considerar a una subrasante como apto.

CONCLUSIONES

PRIMERO: el cemento del tipo IP y el aditivo CON-AID influyen significativamente en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, ya que al incorporar diferentes combinaciones de ambas sustancias en la muestra patrón los resultados sufrieron una variación en cuanto a sus resultados, disminuyendo el índice plástico respecto a la muestra del suelo patrón y aumentando la capacidad de soporte inicial de la muestra patrón.

SEGUNDO: En cuanto a las propiedades mecánicas se tuvo resultados favorables al aumentar la capacidad de soporte con diferentes combinaciones, primero se logró determinar el CBR al 95% de la muestra patrón resultando un 4.9%, considerado conforme al manual de carreteras como subrasante insuficiente, sin embargo al adicionar los porcentajes de 2% C.A +1%CEM, 2% C.A +3%CEM, 2% C.A +5%CEM, 3% C.A +1%CEM, 3% C.A +3%CEM, 3% C.A +5%CEM, 4% C.A +1%CEM, 4% C.A +3%CEM y 4% C.A +5%CEM resultó un incremento de la capacidad de soporte llegando a 10.5%, 44.5%, 42%, 24.8%, 62%, 95%, 24.8%, 64% y 90% respectivamente, el aumento más considerable se logró con la combinación del 3% C.A +5%CEM, llegando a un CBR de 95% la cual según norma es considerado una subrasante excelente, dicha dosificación se considera como la más óptima logrando aumentar en un 81% respecto a la muestra patrón

TERCERO: En cuanto a las propiedades físicas de la subrasante se analizó la muestra patrón sin incorporación de cemento y aditivo con-aid la cual nos dio como resultado un 27% de índice de plasticidad, considerado conforme al manual de carreteras 2014 una plasticidad alta clasificando a la muestra un tipo de suelo muy arcilloso no favorable en una subrasante, sin embargo al adicionar 2% C.A +1%CEM, 2% C.A +3%CEM, 2% C.A +5%CEM, 3% C.A +1%CEM, 3% C.A +3%CEM, 3% C.A +5%CEM, 4% C.A +1%CEM, 4% C.A +3%CEM y 4% C.A +5%CEM, el índice de plasticidad disminuyó llegando a un 22%, 24%, 15%, 20%, 19%, 14%, 19%, 18% y 14% respectivamente, se consideró una dosificación óptima a la combinación de 4% C.A +5%CEM ya que disminuyó

la plasticidad en un 51.85% respecto a la muestra patrón, la cual según norma es considerado un suelo con una plasticidad media que a su vez no es apta para una subrasante.

CUARTO: Se hizo un análisis de costos para el mantenimiento de la carretera Huata – Yasin, Puno 2021, por cada kilómetro, un mantenimiento periódico de manera tradicional. También se estimó los precios al adicionar cemento IP y aditivo CON-AID para estabilizar una subrasante, según los resultados obtenidos al comparar dichos gastos extras se concluyó que el mantenimiento de la carretera por kilómetro presenta un costo directo de 132 984.07 nuevos soles, si se estabiliza la carretera con los materiales mencionados el gasto aumenta en un total de 150 872.86, sin embargo, se deduce que el mantenimiento requerido con la estabilización es dentro de dos periodos todo lo contrario al no estabilizar la carretera, es decir esta estabilización influye significativamente en el costo, ya que genera ahorro de dinero a futuro, reduciendo el mantenimiento periódico.

RECOMENDACIONES

PRIMERO: Para incorporar diferentes sustancias a la muestra de suelo extraída se recomienda tener los conocimientos necesarios y la composición de cada aditivo que deseamos incorporar para una estabilización, es preferible obtener la ficha técnica de cada sustancia, evaluarla, en algunos casos realizar ensayos químicos para su posterior uso.

SEGUNDO: Se recomienda que, al utilizar el aditivo Con-aid al momento de realizar las diferentes combinaciones esta debe reposar durante un cierto tiempo para que pueda concentrarse y se incorpore de manera eficiente en las diferentes muestras de suelo separadas con anterioridad, esta recomendación es igual si en caso deseamos incorporar otro tipo de aditivo químico, debido a que estas reaccionan al contacto con otro material, en algunos casos requiere de un tratamiento previo.

TERCERO: se recomienda utilizar para el índice plástico la dosificación del 4% de aditivo con-aid + 5% de cemento debido a que disminuyó la plasticidad en un 51.85% respecto a la muestra patrón, para la capacidad de soporte al 95% se recomienda utilizar la dosificación de 3% de aditivo con-aid + 5% de cemento, debido a que aumentó la capacidad de soporte respecto a la muestra de suelo patrón, sin embargo para para la plasticidad no llega a los parámetros requeridos según norma por lo que se recomienda probar nuevas dosificaciones del material para disminuir mucho más la plasticidad del suelo.

CUARTO: Se recomienda realizar esta investigación para diferentes tipos de carreteras con diferentes tipos de suelos para conocer un poco más la influencia que tienen estos aditivos en suelos que no sean arcillosos, se pretende tomar como referencia o un punto de partida la presente investigación, para poder realizar pruebas con diferentes dosificaciones que no estén analizadas en este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **CARRANZA, Antonella y FERNANDEZ, Delia.** *Aplicación de los aditivos PROES y CONAID para mejorar la capacidad de soporte (CBR) de la subrrasante en la vía de acceso al C.P. Barraza, Laredo, La libertad - 2018.* Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2018.
2. **LARRODE, Emilio, GALLEGO, Jesus y FRAILE, Alberto.** *Optimización de redes de transporte.* Madrid: Fundación General CSIC, 2011. ISSN: 2171-6463.
3. **ALARCON, J., JIMENEZ, M. y BENITEZ, R.** *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso.* Colombia: Revista Ingeniería de Construcción RIC, 2020. ISSN 0718-5073.
4. **PEREZ, Gabriel.** *Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial.* Chile: CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2020. ISSN: 1564-4227.
5. **VASQUEZ, Arturo y BENDEZU, Luis.** *Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú.* Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES), 2008. ISBN 978-9972-804-83-0.
6. **ESCOBAL, Javier y PONCE, Javier.** *El beneficio de los caminos rurales: ampliando oportunidades de ingreso para los pobres.* Lima: GRADE, 2002. ISBN: 9972-615-20-0.
7. **CONDORI, Daniel, y otros.** *Organización espacial de la red de carreteras de la Región Puno mediante la teoría de grafos.* Puno: Revista Ceprosimad, 2021. ISSN 2310-3485.
8. **PARI, Ivar.** *Estudio definitivo mejoramiento y rehabilitación de la infraestructura vial en el Jr. Lambayeque de la ciudad de Juliaca, Provincia de San Roman - Puno.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
9. **ZAPANA, Franklin.** *Proceso productivo y productividad en la planta industrial de procesamiento de derivados lácteos del Municipio Distrital de Huata, Región Puno: Periodo 2016-2017.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
10. **CARDENAS, Diego.** *Mejoramiento de la Base Granular adicionando estabilizador Químico CON—AID CBR Plus en Carretera Juliaca -Límite Bolivia. Km 210+750 - 263+000.* Departamento de PUNO. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

11. **PACCHA, Cesar.** *Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018.* Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
12. **HERNÁNDEZ, Roberto.** *Metodología de la investigación.* México: McGRAW-HILL, Interamericana Editores, S.A. DE C.V., 2019.
13. **VENTURA, Cairo y ALARCÓN, Adilio.** *Suelos arcillosos mejorados con cemento y aditivo con-aid, para la estabilización de la subrasante camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018.* Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
14. **NESTERENKO, Darko.** *Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú.* Lima: Universidad de Piura, 2018.
15. **JURADO, Carlos y CLAVIJO, Daniel.** *Estabilización de suelos con cemento tipo MH para mejorar las características físicas y mecánicas del material de subsuelo de la zona de talleres y cocheras de la PLMQ, sector Quitumbe.* Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016.
16. **GOLFIN, Kenneth.** *Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas.* Cartago: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2018.
17. **RODRIGUEZ, Veronika.** *Estabilización de suelos adicionando cemento portland tipo I más cal hidratada en vías afirmadas, para el Centro Poblado Alto Trujillo, El Porvenir - La Libertad.* Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2019.
18. **VILLALOBOS, Jaime y GUEVARA, Junior.** *Análisis de los estabilizadores químicos consolid, proes y con-aid en resistencia y economía empleados en suelos arcillosos como propuesta para la mejora de la subrasante en las vías de acceso Asoc. Maria Magdalena, Lurigancho - Chosica.* Lima: Universidad Peruana Unión, 2020.
19. **PONGSIVASATHIT, Supasit, HORPIBULSUK, Suksun y PIYAPHIPAT, Suthee.** *Evaluación de propiedades mecánicas de suelos estabilizados con cemento.* Tailandia: Elsevier, 2019.
20. **KUFRE, Roland, y otros.** *Efecto de micropartículas de polvo de cantera en las propiedades de compactación y resistencia del suelo laterítico estabilizado con cemento.* Nigeria: Elsevier, 2021.

21. **RUHMAN, Inayat, y otros.** *Caracterización de las propiedades de ingeniería de suelos de subrasantes débiles con diferentes aditivos puzolánicos y cementosos.* Pakistan: Elsevier, 2021.
22. **PARRA, Manuel.** *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante.* Colombia: Universidad Católica de Colombia, 2018.
23. **CHACON, Carlos, ORDOÑEZ, Carlos y VARON, Luis.** *Clasificación de la fracción fina de materiales provenientes de cantera aledañas a Bogotá, a partir de su valor de azul de metileno y su relación con la clasificación por el sistema unificado y sistema AASHTO.* Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2016.
24. **OSORIO, Douglas.** *Estudios comparativos del análisis físico, mecánico, químico, y petrográfico del agregado fino natural (del río Villalobos) y del agregado fino de trituración (de la roca zona 18) en morteros de mampostería de acuerdo a la norma ASTM C-270 "Standard spe.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009.
25. **BRIONES, María.** *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho Alto - Sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca.* Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2015.
26. **GARCIA, Ricardo, FLOREZ, Eder y MEDINA, Yurley.** *Caracterización física de las arcillas utilizadas en la fabricación de productos de mampostería para la construcción en Ocaña Norte de Santander (Colombia).* Colombia: Revista Espacios, 2016. 0798-1015.
27. **DENG, Y., LIU, Q y CUY, Y.** *Revisiting Relationships among Specific Surface Area, Soil Consistency Limits, and Group Index of Clays.* 2018. págs. 1-15. 0090-3973.
28. **TALUKDAR, D.** *A Study of Correlation Between California Bearing Ratio (CBR) Value With Other Properties of Soil.* Nagaon: s.n., 2014. ISSN 2250-2459.
29. **CHAVARRY, Carlos, FIGUEROA, Rosario y REYNAGA, Rossy.** *Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas.* Lima: Polo del conocimiento, 2020. 2550-682X.
30. **OCÓN, Infante.** *Influencia del índice plástico en el contenido óptimo de humedad en suelos arcillosos.* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2013.

31. **JUNCO, Juan y TEJEDA, Eduardo.** *Consideraciones acerca de la actividad de las arcillas en la estabilización de suelos con sales cuaternarias de amonio.* Cuba: Revista de Arquitectura e Ingeniería, 2013. 1990-8830.
32. **DAS, BRAJA M.** *SOIL MECHANICS LABORATORY MANUAL.* New York: s.n., 2002.
33. **CARO, Waldir.** *Capacidad portante de los suelos de fundación con fines de cimentación mediante ensayos de corte directo y DPL en la ciudad de Llacanora - Cajamarca.* Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018.
34. **BUDHU, Muniram.** *Soil Mechanics and Foundations.* Florida: General & Introductory Civil Engineering & Construction, 2010. 978-0-470-55684-9.
35. **CAMACHO, Javier, MOLINA, Fausto y REYES, Oscar.** *Preparación de especímenes de arena para ensayos triaxiales mediante un método controlado de compactación.* Bogotá: Revista Científica General Jose Maria Córdova, 2014. 1900-6586.
36. **CHIRINOS, Juan.** *Efecto de la energía de compactación en la densidad seca máxima y contenido óptimo de humedad del suelo granular de la cantera el Gavilan, 2015.* Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016.
37. **REVOLORIO, Fernando.** *Incidencia de resultados del ensayo proctor por la influencia de clima, humedad, equipo y superficie de base de compactación durante su desarrollo.* Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2013.
38. **VALENTINE, Katte, MFOYET, Souleyman y ARMAND, Ludovic.** *Correlation of California Bearing Ratio (CBR) Value with Soil Properties of Road Subgrade Soil.* 2019.
39. **PAUDEL, Khatri., PRASAD, Acharya y BAHADUR, Dhaka.** *Correlation of California Bearing Ratio with Index Properties of Sub-Grade Soil: A Case Study On Thankot Chitlang Road Section.* Nepal: s.n., 2019. págs. 85-89. ISSN: 2350-8914.
40. **MOHOD, Milind V. y KADAM, K.** *A Comparative Study on Rigid and Flexible Pavement: A Review.* Amravati: s.n., 2016. págs. 84-88. 2320-334X.
41. **CHAVARRY, Carlos, FIGUEROA, Rosario y REYNAGA, Rossy.** *Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas.* Lima: Polo del Conocimiento, 2020. 2550-682X.
42. **CUADROS, Claudia.** *Mejoramiento de las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la*

estabilización química con óxido de calcio - 2016. Huancayo: Universidad Peruana los Andes, 2017.

43. **MAINAK, Majumder y PRIYANKA, Gosh.** *Screening of Train-Induced Vibration with Open trench – A*. Gandhinagar: s.n., 2019.

44. **GHORBANI, Behnam, y otros.** *Development of genetic-based models for predicting the resilient modulus of cohesive pavement subgrade soils*. Mississauga: s.n., 2020. págs. 1-15.

45. **SANJUAN, Miguel y CHINCHON, Servando.** *Introducción a la fabricación y normalización del cemento portland*. Alicante: Universidad de Alicante, 2016. 978-84-9717-305-6.

46. **RUIZ, Alhexis.** *Influencia de la incorporación de estabilizante iónico en la capacidad portante de un suelo arcilloso*. Lima: Universidad Privada del Norte, 2019.

47. **LIM, S. M., y otros.** *Critical Review of Innovative Soil Road Stabilization Techniques*. 2014. págs. 204-211. 2249 – 8958.

48. **MURTHY, K, KAVYA, A y KRISHNA, B.** *CHEMICAL STABILIZATION OF SUB-GRADE SOIL WITH GYPSUM AND NACL*. 2016. págs. 569-581. ISSN: 22311963.

49. **HIGUERA, C., GÓMEZ, J. y PARDO, Ó.** *Caracterización de un suelo arcilloso tratado con hidróxido de calcio*. págs. 21-40. ISSN 2357-5328.

50. **VENTURA, Cairo y ALARCON, Adilio.** *Suelos arcillosos mejorados con cemento y aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018*. Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

51. **ARIAS, Fidias.** *El proyecto de investigación*. Lima: Caracas, 2012.

52. **DOMÍNGUEZ, Julio.** *Manual de Metodología de la Investigación Científica*. Chimbote: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, 2015. 978-612-4308-01-7.

53. **GARCIA, Zeferino.** *Metodología de investigación cuantitativa*. Lima: Texas, 2016.

54. **CARRASCO, Sergio.** *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos E.I.R.L., 2017.

55. **White, H. y Sabarwal, S.** *Diseño y métodos cuasiexperimentales*. Florencia: UNICEF, 2014.

56. *El protocolo de investigación III: la población de estudio*. **ARIAS, Jesus, VILLASIS, Miguel y MIRANDA, Maria**. 2, Neico: Revista Alergia México, 2016, Vol. 63. ISSN: 0002-5151.
57. **LÓPEZ, Pedro**. *Población, muestra y muestreo*. Cochabamba: Punto cero, 2004. ISSN 1815-0276.
58. **VENTURA-LEÓN, José**. *¿Población o muestra?: una diferencia necesaria*. La Habana: s.n., 2017. págs. 648-649. ISSN: 0864-3466.
59. **CORRAL, Yadira, CORRAL, Itzama y FRANCO, Angi**. *Procedimientos de muestreo*. Caracas: Revista Ciencias de la educación, 2015. ISSN: 316-5917.
60. **TAMAYO, Gonzalo**. *Diseños muestrales en la investigación*. 2014.
61. **BENITO, Silvia**. *Nivel de autoestima en el proceso de aprendizaje de los niños de la sección celeste cinco años de I.E.I. "Jose G. Otero " de Tarma*, 2016. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.
62. **ARIAS, Jose**. *Métodos de investigación*. Arequipa: Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú, 2020. 978-612-00-5506-9.
63. **RODRIGUEZ, Gregorio, GIL, Javier y GARCÍA, Eduardo**. *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Málaga: Aljibe, 1996.
64. **LOPEZ, Raul**. *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas*. Ecuador: Revista cubana de medicina militar, 2019.
65. **SANDIN, Paz**. *Criterios de validez en la investigación cualitativa*. Barcelona: Revista de Investigación Educativa, 2000.
66. **PEERSMAN, Greet**. *Sinópsis: Métodos de recolección y análisis de datos en la evaluación de impacto*. Italia: Centro de Investigaciones Innocenti de UNICEF, 2014.

ANEXOS

Anexo 1. Fichas y formatos de validación de instrumentos

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista **Ing. Alex Luis Gomez Calla – Cip: 209176**

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como **JUEZ EXPERTO** para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021



David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790



Jhonnathan Condori Sonco
DNI: 46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Alex Luis Gomez Calla
Cargo e institución donde labora	LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
Instrumento a validar	Ficha de observación de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
Autor(es) del instrumento	

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 a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			3	7	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D+R+B}{30} = \boxed{}$$


 Ing. Alex Luis Gomez Calla
 C.I.P. N° 209176
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS

Ing. Alex Luis Gomez Calla

Cip: 209176

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista **Ing. Alex Luis Gomez Calla – Cip: 209176**

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

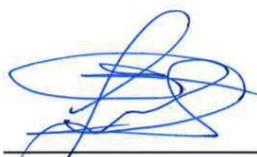
Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021



David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790



Jhonnathan Condori Sonco
DNI: 46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

IV. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Alex Luis Gomez Calla
Cargo e institución donde labora	LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
Instrumento a validar	Ficha de observación de capacidad de soporte
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de capacidad de soporte
Autor(es) del instrumento	

V. Criterios de validación del instrumento

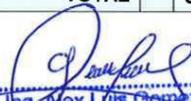
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

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 a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			3	7	

VI. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \boxed{}$$


Ing. Alex Luis Gomez Calla
 C.I.P. N° 209176
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

Ing. Alex Luis Gomez Calla

Cip: 209176

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista Ing. Alex Luis Gomez Calla – Cip: 209176

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE MAXIMA DENSIDAD SECA Y OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

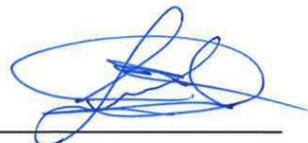
Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021



David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790



Jhonnathan Condori Sonco
DNI: 46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Alex Luis Gomez Calla
Cargo e institución donde labora	LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES
Instrumento a validar	Ficha de observación de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad
Objetivo del instrumento	Obtener los valores máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad
Autor(es) del instrumento	

VIII. 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 a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			3	7	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \square$$


Ing. Alex Luis Gomez Calla
 C.I.P. N° 209176
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS

Ing. Alex Luis Gomez Calla

Cip: 209176

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita CIP 29393

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021



David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790



Jhonnathan Condori Sonco
DNI:46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita CIP 29393
Cargo e institución donde labora	JEFE DE INSPECCION MTC- PROVIAS NACIONAL - PUNO
Instrumento a validar	Ficha de observación de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
Autor(es) del instrumento	

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 a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			2	8	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \boxed{}$$


 Ing. Eduardo Flores Ccarita
 ING. - C.I.P. N° 29393
 JEFE DE INSPECCIÓN
 MTC - PROVIAS NACIONAL - PUNO

Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita
 CIP 29393

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita CIP 29393

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021

David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790

Jhonnathan Condori Sonco
DNI: 46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

IV. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita CIP 29393
Cargo e institución donde labora	JEFE DE INSPECCION MTC- PROVIAS NACIONAL - PUNO
Instrumento a validar	Ficha de observación de capacidad de soporte
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de capacidad de soporte
Autor(es) del instrumento	

V. 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 a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			2	8	

VI. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \square$$


 Ing. Eduardo Flores Ccarita
 ING. - C.I.P. N° 29393
 JEFE DE INSPECCIÓN
 MTC - PROVIAS NACIONAL - PUNO

Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita
 CIP 29393

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita CIP 29393

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE MAXIMA DENSIDAD SECA Y OPTIMO CONTENIDO DE
HUMEDAD

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021

David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790

Jhonnathan Condori Sonco
DNI:46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita CIP 29393
Cargo e institución donde labora	JEFE DE INSPECCION MTC- PROVIAS NACIONAL - PUNO
Instrumento a validar	Ficha de observación de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad
Objetivo del instrumento	Obtener los valores máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad
Autor(es) del instrumento	

VIII. 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 a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			2	8	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \boxed{}$$


 Ing. Eduardo Flores Ccarita
 ING. - C.I.P. N° 29393
 JEFE DE INSPECCIÓN
 MTC - PROVIAS NACIONAL - PUNO

Ing. Eduardo Simón Flores Ccarita
 CIP 29393

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO

Estimado Especialista Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal CIP 67447

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021



David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790



Jhonnathan Condori Sonco
DNI:46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal CIP 67447
Cargo e institución donde labora	Ing. Suelos y Pavimentos
Instrumento a validar	Ficha de observación de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
Autor(es) del instrumento	

II. Criterios de validación del instrumento

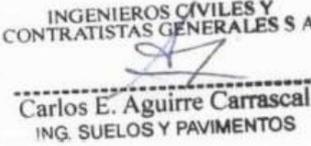
Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

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 a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			3	7	

III. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \boxed{}$$



Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal
 CIP 67447

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal CIP 67447

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

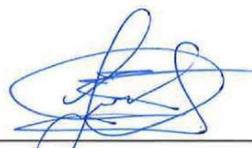
Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021



David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790



Jhonnathan Condori Sonco
DNI: 46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

IV. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal CIP 67447
Cargo e institución donde labora	JEFE DE INSPECCION MTC- PROVIAS NACIONAL - PUNO
Instrumento a validar	Ficha de observación de capacidad de soporte
Objetivo del instrumento	Obtener los valores de capacidad de soporte
Autor(es) del instrumento	

V. 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 a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			3	7	

VI. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \boxed{}$$

INGENIEROS CIVILES Y
CONTRATISTAS GENERALES S A


 Carlos E. Aguirre Carrascal
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal
CIP 67447

**FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
JUICIO DE EXPERTO**

Estimado Especialista Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal CIP 67447

Considerando su actitud académica y trayectoria profesional, permítame nombrarlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento de recolección de datos:

FICHA DE OBSERVACIÓN DE MAXIMA DENSIDAD SECA Y OPTIMO CONTENIDO DE
HUMEDAD

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:	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA – YASIN, PUNO 2021
Línea de investigación:	INFRAESTRUCTURA VIAL

Dicho trabajo tiene como Asesor del proyecto de tesis al Mg. Ing. Jorge Ticlla Rivera

De antemano le agradezco sus aportes.

Lima, 30 de setiembre del 2021



David Robingson Cardeña Justo
DNI: 46738790



Jhonnathan Condori Sonco
DNI:46068285

Formato de Validación de Criterios de Expertos

VII. Datos Generales

Fecha	30 de setiembre del 2021
Validador	Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal CIP 67447
Cargo e institución donde labora	JEFE DE INSPECCION MTC- PROVIAS NACIONAL - PUNO
Instrumento a validar	Ficha de observación de máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad
Objetivo del instrumento	Obtener los valores máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad
Autor(es) del instrumento	

VIII. 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 a la teoría de las dimensiones de la variable.		X		
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a 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			3	7	

IX. Coeficiente de Validez

$$\frac{D + R + B}{30} = \boxed{}$$



 INGENIEROS CIVILES Y
 CONTRATISTAS GENERALES S A
 Carlos E. Aguirre Carrascal
 ING. SUELOS Y PAVIMENTOS

Ing. Carlos E. Aguirre Carrascal
CIP 67447

Anexo 2. Ensayos

Análisis granulométrico (muestra patrón)



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



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

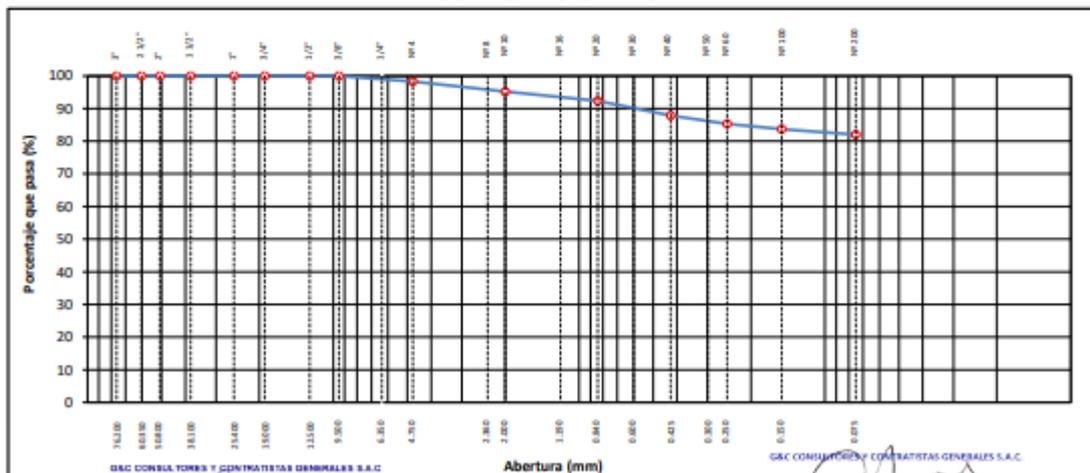
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-02/22-001-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01	COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	ESTE :
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.	NORTE :
	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.	COTA :
	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (23)	

TAMIZ	ASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D4487)
10 in.	254.000						Masa inicial seca : 814.00 gr.
6 in.	152.400						Masa Global : 814.00 gr.
5 in.	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in.	101.600						Contenido de Humedad (%) : 2.60
3 in.	76.200						TAMAÑO MÁXIMO : 1/4 in.
2 1/2 in.	60.350						Límite Líquido (LL): 49.00
2 in.	50.800						Límite Plástico (LP): 22.00
1 1/2 in.	38.100						Índice Plástico (IP): 27.00
1 in.	25.400						Clasificación (SUCS) : CL
3/4 in.	19.000						Clasificación (AASHTO) : A-7-6 (23)
1/2 in.	12.500						Índice de Consistencia : 1.72
3/8 in.	9.500						DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in.	6.350				100.00		Descripción (AASHTO): MALO
Nº 4	4.750	14.16	1.74	1.74	98.26		Descripción (SUCS): Arcilla de baja plasticidad con arena
Nº 8	2.360						Materia Orgánica :
Nº 10	2.000	25.33	3.11	4.85	95.15		Turba : --
Nº 16	1.190						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 20	0.840	23.08	2.84	7.69	92.31		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2" : 0.00
Nº 40	0.425	36.14	4.44	12.13	87.67		Grava 2" - Nº 4 : 1.74
Nº 50	0.300						Arena Nº4 - Nº 200 : 16.25
Nº 60	0.250	21.14	2.60	14.72	85.28		Finos < Nº 200 : 82.01
Nº 100	0.150	12.78	1.57	16.29	83.71		%<3" : 0.0%
Nº 200	0.075	13.79	1.69	17.99	82.01		
< Nº 200	FONDO	667.58	82.01	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.


BACH. C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
DIRECCIÓN: E-080522


ING. ALEX LORA GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CP: 209178

Contenido de humedad natural (muestra patrón)



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



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

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

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_CBC-02/22-001-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE :	BACH. DAVID ROBINSON CARDENA JUSTO
CALICATA	: C - 01		BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	CLASIF. SUELOS :	A-7-6 (23)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 01	CH - 02	CH - 03
Masa Tara	[g]	70.72	72.20	78.94
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	378.35	387.30	422.44
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	371.31	378.89	412.95
Masa Agua	[g]	7.04	8.41	9.49
Masa Suelo Seco	[g]	300.59	306.69	334.01
Contenido de Humedad	[g]	2.34	2.74	2.84
PROMEDIO	(%)	2.6		

Observaciones:

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

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

BACH. DR. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNE: 87863424

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

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209174

Límites de consistencia (muestra patrón)



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

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

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_C&C-02/22-001-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m	CLASIF. SUELOS	: A-7-6 (23)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

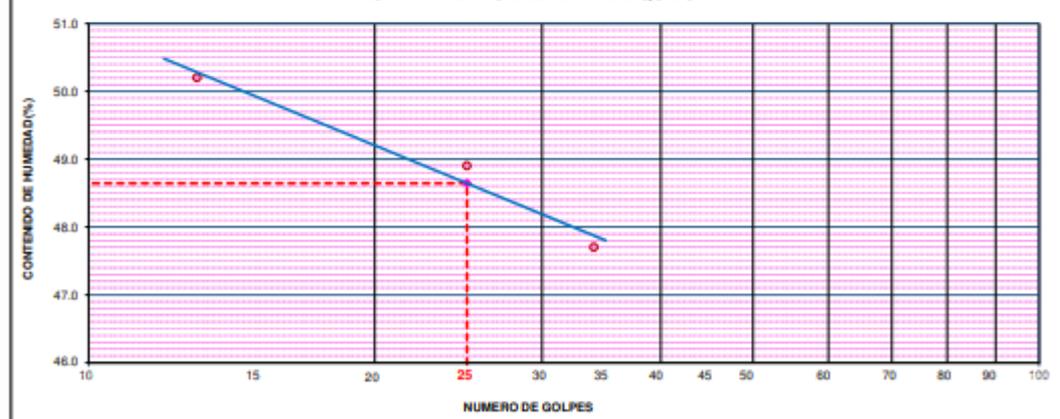
LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. 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]	68.05	61.14	65.48
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.63	56.14	59.16
MASA DE AGUA	[g]	7.42	5.00	6.32
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.79	10.22	13.25
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50.2	48.9	47.7
NUMERO DE GOLPES	n°	13	25	34

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)

Nro. DE TARA		LC - 04	LC - 05
MASA DE LA TARA	[g]	46.94	47.87
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.47	50.96
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.01	50.41
MASA DE AGUA	[g]	0.46	0.55
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.07	2.54
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	22.2	21.7

DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA

LÍMITE LÍQUIDO	49.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27.00

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CACAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
DNI : 01885624

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CP: 200178

Ensayo de Proctor (muestra patrón)



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



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	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°: T_UC_C&C-02/22-001-G&C
		Fecha: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
PROCEDENCIA	: SUELO NATURAL	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
PROFUNDIDAD	: 1.50 m.	CLASIF. SUELOS	: A-7-6 (23)
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

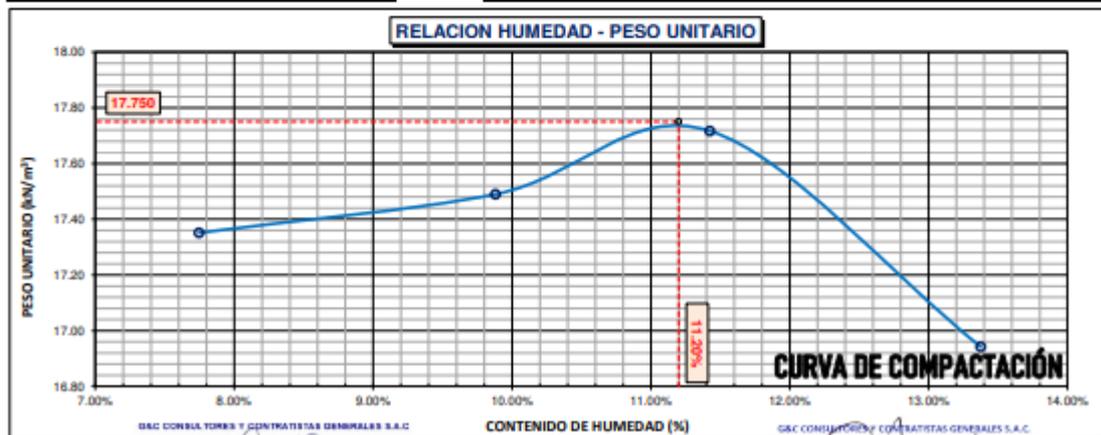
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	% Ret. Tamiz 3/4"	: METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-6 (23)	% Ret. Tamiz 3/8"	: No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena.	% Ret. Tamiz N°4:	: GOLPES POR CAPA 25

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]	5469	5519	5569	5518
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1788	1838	1888	1837
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.906	1.960	2.013	1.959

Capsula No	No	TP-01	TP-02	TP-03	TP-04
Masa de la Capsula	[g]	61.49	57.61	63.84	52.36
Suelo Humedo + Capsula	[g]	381.23	309.36	274.10	278.69
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	358.24	286.72	252.54	251.99
Masa del Agua	[g]	22.99	22.64	21.56	26.70
Masa del Suelo Seco	[g]	296.75	229.11	188.70	199.63
Humedad (%)	%	7.75%	9.88%	11.43%	13.37%
Promedio de Humedad (%)	%	7.75%	9.88%	11.43%	13.37%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.769	1.783	1.807	1.728
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.35	17.49	17.72	16.94

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.810 gr/cc	: 17.750 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 11.20 %	: 11.20 %



OBSERVACIONES

LOS RESULTADOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Calibración de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FARET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
DNI: 81885424

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

Ensayo de CBR (muestra patrón)



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 : INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO COIN-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_CBC-02/23-001-G&C Fecha : 02 de Marzo del 2022
--	--

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDENCIA : SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDENA JUSTO	COORDENADAS	
CALICATA : C - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 m.	ESTE :	
MUESTRA : M - 01	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (23)	NORTE :	
PROFUNDIDAD : 1.50 m.		COTA :	

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL	METODO DE ENSAYO : Método 'A'	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-7-6 (23)	PESO UNITARIO SECO : 17.75 kN/m ³	TIPO DE MARTILLO : Manual	
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Arcilla de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA : 11.20 %	MET. DE PREPARACIÓN : Húmedo	

HOLDE No	COD.	A-1	N-1	Q-1			
NÚMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Massa Suelo Húmedo + Molde	[g]	12461	12561	11924	12066	10722	10919
Massa del Molde	[g]	8098	8098	7760	7760	6798	6798
Massa del Suelo Húmedo	[g]	4363	4463	4164	4306	3924	4121
Volumen del Suelo	cm ³	2121	2121	2132	2132	2117	2117
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.057	2.104	1.953	2.020	1.854	1.947
Capasula No	No	PC - 1	PC - 2	PC - 3	PC - 4	PC - 5	PC - 6
Massa de la Capasula	[g]	83.95	83.99	85.17	84.75	83.54	81.81
Suelo Húmedo + Capasula	[g]	455.87	571.99	546.43	465.28	489.90	543.70
Massa del Suelo Seco + Capasula	[g]	418.41	515.89	500.01	415.36	448.87	477.33
Massa del Agua	[g]	37.46	56.10	46.42	49.92	41.03	66.37
Massa del Suelo Seco	[g]	334.46	431.90	414.84	330.61	365.33	395.52
% de Humedad	%	11.20%	12.99%	11.19%	15.10%	11.23%	16.78%
Promedio de Humedad	%	11.20%	12.99%	11.19%	15.10%	11.23%	16.78%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.850	1.862	1.757	1.755	1.666	1.667
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.141	18.263	17.226	17.208	16.342	16.347

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	175.50	0.00	0.00	368.50	0.00	0.00	306.00	0.00	0.00
		24:00:00	182.00	0.17	0.13	378.60	0.26	0.20	319.80	0.35	0.28
		48:00:00	188.30	0.33	0.26	389.10	0.52	0.41	329.10	0.59	0.46
		72:00:00	192.50	0.43	0.34	401.60	0.84	0.66	342.10	0.92	0.72
		96:00:00	198.50	0.58	0.46	407.00	0.98	0.77	349.80	1.11	0.88

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² / Mpa	HOLDE No A-1				HOLDE No N-1				HOLDE 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		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	70.31 / 6.9 105.46 / 10.35	19.9	1.03	0.10	15.5	0.80	0.08	11.0	0.57	0.06			
1.27	0.050	01:00		42.9	2.22	0.22	36.3	1.87	0.18	27.1	1.40	0.14			
1.90	0.075	01:30		58.2	3.01	0.29	51.1	2.64	0.26	44.3	2.29	0.22			
2.54	0.100	02:00		80.4	4.16	0.41	59.4	3.58	0.35	50.7	3.11	0.30	4.64		
3.17	0.125	02:30		95.2	4.92	0.48	84.2	4.35	0.43	72.2	3.73	0.37			
3.81	0.150	03:00		110.0	5.68	0.56	96.7	5.00	0.49	83.9	4.34	0.43			
5.08	0.200	04:00		136.9	7.07	0.69	114.8	5.93	0.58	50.0	5.12	0.50	4.93		
6.35	0.250	05:00		160.0	8.27	0.81	135.0	6.98	0.68	107.4	5.55	0.54			
7.62	0.300	06:00		182.1	9.41	0.92	149.0	7.70	0.75	118.4	6.12	0.60			
8.89	0.350	07:00		195.8	10.12	0.99	164.4	8.50	0.83	124.8	6.45	0.63			
10.16	0.400	08:00	210.6	10.88	1.07	172.8	8.93	0.88	135.5	7.00	0.69				
11.43	0.450	09:00	222.0	11.47	1.13	190.8	9.86	0.97	141.8	7.33	0.72				
12.70	0.500	10:00	238.0	12.30	1.21	198.0	10.23	1.00	148.0	7.97	0.75				

OBSERVACIONES :
 1. Los resultados de los datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.
 2. El ensayo de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
 3. Se utilizó el método de ensayo de laboratorio.


ING. ALEX LUZ GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209178


BACH. J.C. BARTOLOMÉ FAYET CAMARA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 DNI: 01894624

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

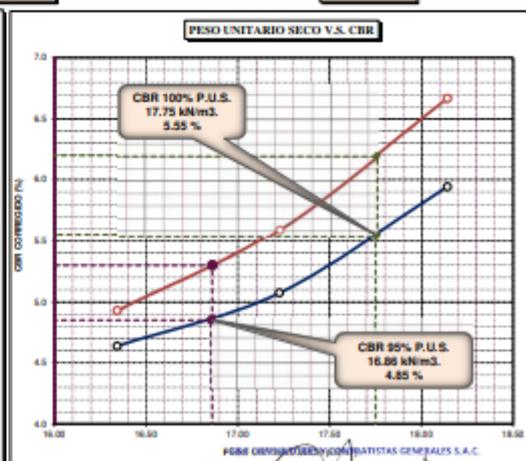
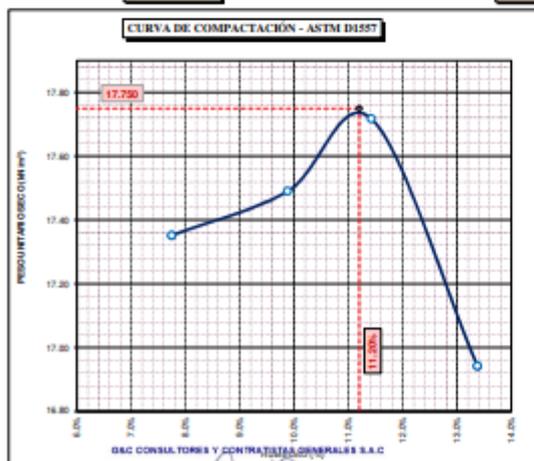
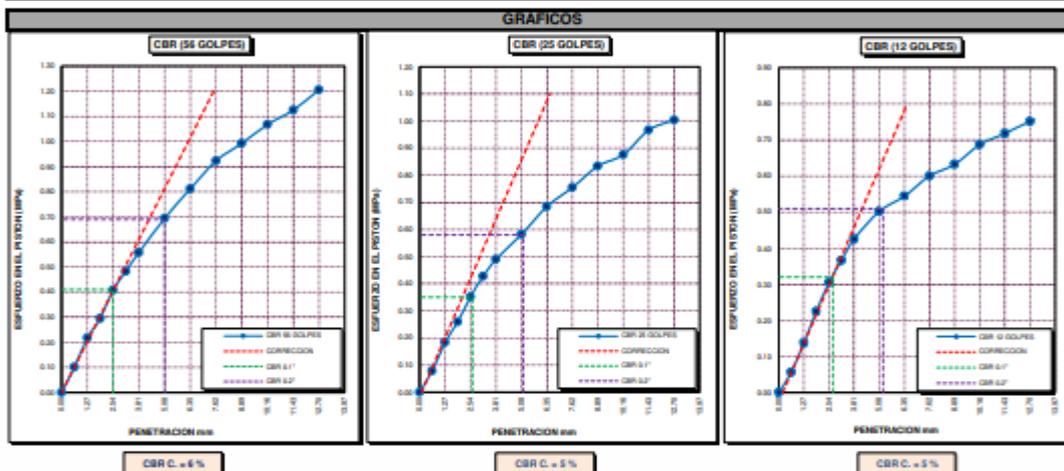
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESTIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-02/22-001-G&C	Fecha : 02 de Marzo del 2022
---------------	--	--------------------------------------	------------------------------

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
PROCEDECENCIA : SUELO NATURAL	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINGSON CARDEÑA JUSTO	COORDENADAS	
CALICATA : C - 01	SOLICITANTE : BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO	ESTE :	
MUESTRA : M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.	NORTE :	
PROFUNDIDAD : 1.50 m	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (23)	COTA :	

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL	NORMA : ASTM D-1557-12w1
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-7-6 (23)	METODO DE ENSAYO : Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS) : arcilla de baja plasticidad con arena	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)
	PESO UNITARIO SECO : 17.75 kN/m ³
	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 16.86 kN/m ³
	HUMEDAD ÓPTIMA : 11.20 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	5.55 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	6.20 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	4.85 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	5.30 %



OBSERVACIONES : LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Caso de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI : 01865424

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 208176

Límites de consistencia (dosificación 2%C. A + 1% CEM)



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



LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

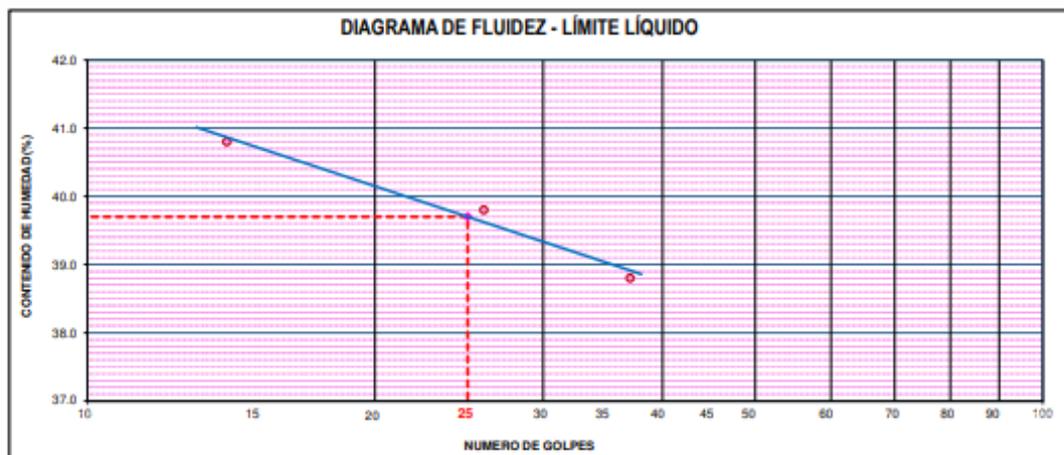
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_C&C-12/21-002-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 2% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS	: A-6 (17)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. 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]	61.22	63.24	62.60	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	57.05	58.32	57.11	
MASA DE AGUA	[g]	4.17	4.92	5.49	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.22	12.37	14.16	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	40.8	39.8	38.8	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	26	37	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 09	LC - 10		
MASA DE LA TARA	[g]	46.39	49.02		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.84	51.83		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.31	51.39		
MASA DE AGUA	[g]	0.53	0.44		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.92	2.37		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	18.2	18.6		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	40.00
LÍMITE PLÁSTICO	18.00
INDICE DE PLASTICIDAD	22.00

BACH. U.C. BARTOLOMÉ FAVRE CCAÑA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 DNE - 01686624

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUEON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP - 209178

Ensayo de Proctor (dosificación 2%C. A + 1% CEM)



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



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°: T_UC_C&C-12/21-002-G&C
		Fecha: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE:	BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01	TAMANO MÁXIMO:	1/4 in.
MUESTRA	: M - 01	CLASIF. SUELOS:	A-6 (17)
DOSIFICACION:	: 2% C.A + 1%CEM	COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

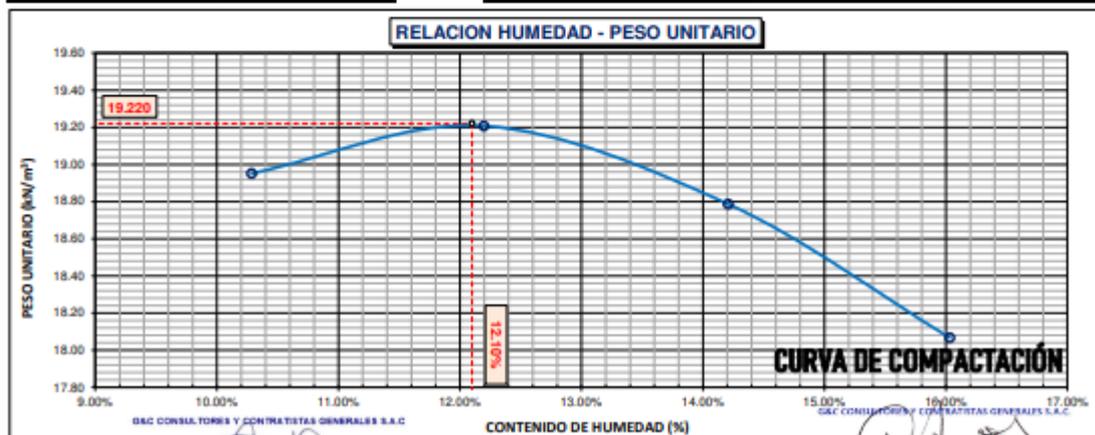
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	% Ret. Tamiz 3/4"	: METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-6 (17)	% Ret. Tamiz 3/8"	: No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 1.74 %
		GOLPES POR CAPA	: 25

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]	5680	5742	5733	5686
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1999	2061	2052	2005
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.131	2.198	2.188	2.138

Capsula No	No	TP-05	TP-06	TP-07	TP-08
Masa de la Capsula	[g]	46.06	45.10	48.94	47.43
Suelo Humedo + Capsula	[g]	307.97	257.41	280.12	238.22
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	283.54	234.33	251.36	211.86
Masa del Agua	[g]	24.43	23.08	28.76	26.36
Masa del Suelo Seco	[g]	237.48	189.23	202.42	164.43
Humedad (%)	%	10.29%	12.20%	14.21%	16.03%
Promedio de Humedad (%)	%	10.29%	12.20%	14.21%	16.03%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.933	1.959	1.916	1.842
Peso Unitario Seco	kN/m ²	18.95	19.21	18.79	18.07

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.960 gr/cc	: 19.220 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 12.10 %	: 12.10 %



OBSERVACIONES
 LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
 Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021
 BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 UNI - 0186364
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CAJLA
 DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CP - 209178

Ensayo de CBR (dosificación 2%C. A + 1% CEM)



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



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	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_CBC-12/21-002-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROSENSON CARDENA JUSTO
CALICATA	: C - 01		: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
HUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 2% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS	: A-6 (17)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		CORDA	:

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	METODO DE ENSAYO	: Método 'A'
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-6 (17)	PESO UNITARIO SECO	: 19.22 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 12.10 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Mómado

MOLDE No	COD.	A-7	N-8	Q-15
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Humedo + Molde	[g]	12241	12357	12189	12341	10990	11205
Masa del Molde	[g]	7496	7496	7698	7698	6755	6755
Masa del Suelo Humedo	[g]	4745	4861	4491	4643	4241	4450
Volumen del Suelo	cm ³	2127	2127	2116	2116	2124	2124
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.231	2.285	2.123	2.195	1.997	2.095
Capsula No	No	PC - 7	PC - 8	PC - 9	PC - 10	PC - 11	PC - 12
Masa de la Capsula	[g]	56.45	49.16	57.32	48.97	57.74	44.46
Suelo Humedo + Capsula	[g]	356.41	268.25	331.70	265.15	380.59	258.02
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	325.28	243.44	302.93	236.55	346.87	226.52
Masa del Agua	[g]	31.13	24.81	28.77	28.60	33.72	31.50
Masa del Suelo Seco	[g]	268.83	194.28	245.61	187.58	289.13	182.06
% de Humedad	%	11.58%	12.77%	11.71%	15.25%	11.66%	17.30%
Promedio de Humedad	%	11.58%	12.77%	11.71%	15.25%	11.66%	17.30%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.999	2.027	1.900	1.904	1.788	1.786
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.607	19.874	18.634	18.674	17.537	17.517

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	777.10	0.00	0.00	379.90	0.00	0.00	401.00	0.00	0.00
		24:00:00	778.00	0.02	0.02	385.50	0.14	0.11	410.60	0.24	0.19
		48:00:00	779.30	0.06	0.04	391.50	0.29	0.23	420.30	0.49	0.39
		72:00:00	780.70	0.09	0.07	402.00	0.56	0.44	432.10	0.79	0.62
		96:00:00	782.50	0.14	0.11	404.00	0.61	0.48	444.40	1.10	0.87

PENETRACIÓN														
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-f/cm ² / Mpa	MOLDE No A-7			MOLDE No N-8			MOLDE No Q-15				
mm	Pulg.	Tiempo		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
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30	70.31 / 6.9	272.2	14.07	1.38	23.9	1.24	0.12		20.9	1.08	0.11	
1.27	0.050	01:00		438.0	22.64	2.22	64.1	3.31	0.32		39.4	2.04	0.20	
1.90	0.075	01:30		551.7	28.51	2.80	116.8	6.04	0.59		53.6	2.77	0.27	
2.54	0.100	02:00		626.5	32.38	3.18	39.13	167.8	8.67	0.85	15.22	66.6	3.44	0.34
3.17	0.125	02:30		679.8	35.13	3.45		217.7	11.25	1.10		79.5	4.11	0.40
3.81	0.150	03:00		718.4	37.13	3.64		257.3	13.30	1.30		89.8	4.64	0.46
5.08	0.200	04:00		767.4	39.66	3.89	37.68	305.1	15.77	1.55	15.46	110.4	5.71	0.56
6.35	0.250	05:00		808.2	41.77	4.10		331.3	17.12	1.68		122.6	6.34	0.62
7.62	0.300	06:00		849.8	43.92	4.31		356.7	18.43	1.81		131.0	6.77	0.66
8.89	0.350	07:00		900.2	46.52	4.56		379.5	19.61	1.92		140.2	7.25	0.71
10.16	0.400	08:00		939.8	48.57	4.76		396.6	20.50	2.01		148.6	7.68	0.75
11.43	0.450	09:00		983.5	50.83	4.98		418.2	21.61	2.12		158.9	8.21	0.81
12.70	0.500	10:00		1028.2	53.14	5.21		439.9	22.73	2.23		169.0	8.74	0.85

OBSERVACIONES: Los datos fueron proporcionados por el responsable del estudio.
Se usó un indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".
Fecha de Emisión: 02/03/2022

BACH. J.L. BARTOLOME FAYET CAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES

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

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

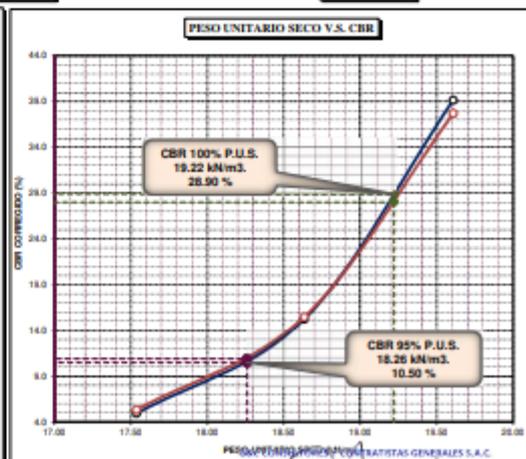
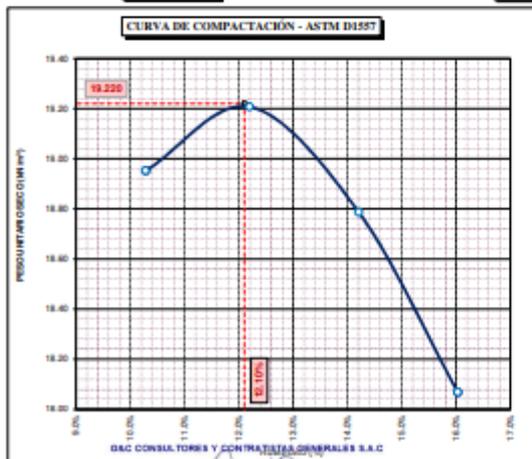
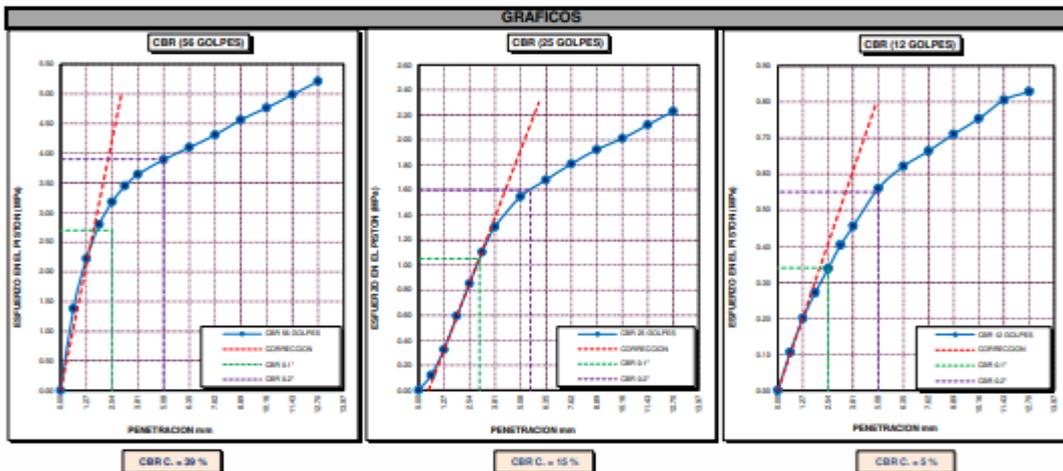
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021
Registro N°	: T_UC_C&C-12/21-002-G&C
Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM. : SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO	COORDENADAS
CALICATA : C - 01	SOLICITANTE : BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO	ESTE :
MUESTRA : M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.	NORTE :
DOSIFICACIÓN : 2% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS : A-6 (17)	COTA :

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL	NORMA : ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (17)	METODO DE ENSAYO : Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS) : silta de baja plasticidad con ar	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)
	PESO UNITARIO SECO : 19.22 kN/m ³
	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 18.26 kN/m ³
	HUMEDAD ÓPTIMA : 12.10 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	28.90 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	28.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	10.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	10.90 %



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
EN EL CASO DE CALIBRACIÓN N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
CIP : 01846024

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

Límites de consistencia (dosificación 2%C. A + 3% CEM)



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

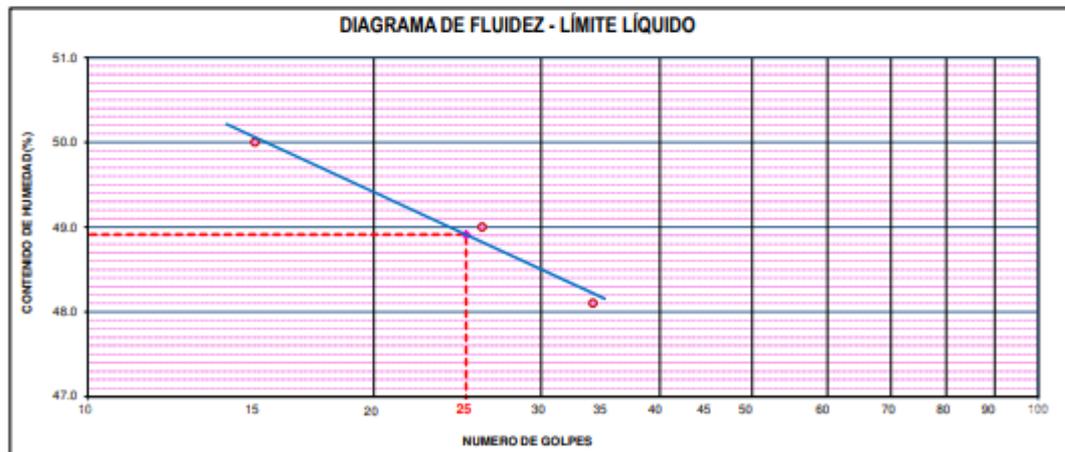
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-003-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
MEJORAM.	SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDERA JUSTO
CALICATA	C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.
DOSIFICACION:	2% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (21)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. 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]	62.33	70.41	50.00	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	56.82	63.07	44.95	
MASA DE AGUA	[g]	5.51	7.34	5.05	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.03	14.99	10.5	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	50.0	49.0	48.1	
NUMERO DE GOLPES	n°	15	26	34	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 14	LC - 15		
MASA DE LA TARA	[g]	45.56	46.74		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.30	50.25		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.56	49.56		
MASA DE AGUA	[g]	0.74	0.69		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	3.00	2.82		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	24.7	24.5		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	49.00
LÍMITE PLÁSTICO	25.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	24.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

BACH. J.C. BARTOLOME FAXTE OCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI: 87885424

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
DNI: 87885424
CIP: 109178

Ensayo de Proctor (dosificación 2%C. A + 3% CEM)



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-003-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE :	BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		COORDENADAS
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
DOSIFICACION:	: 2% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS :	A-7-6 (21)
		ESTE :	
		NORTE :	
		COTA :	

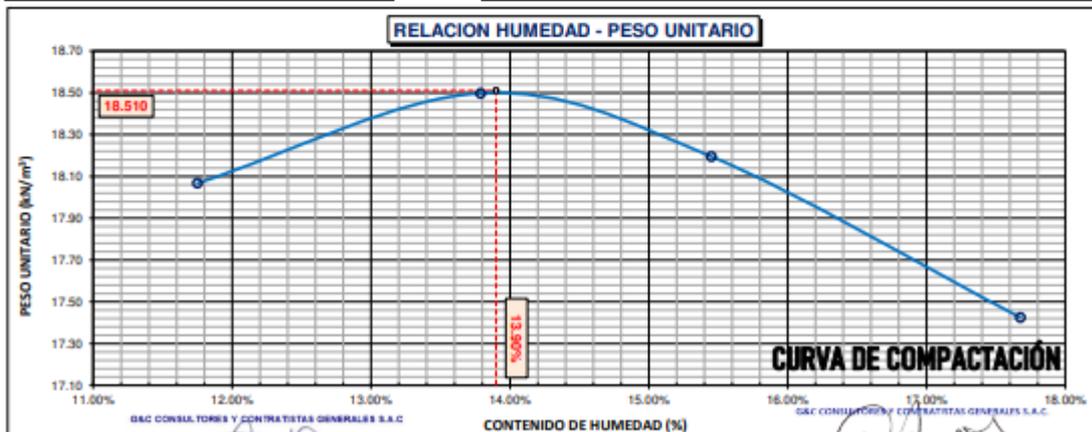
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) :	CL	% Ret. Tamiz 3/4" :	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO) :	A-7-6 (21)	% Ret. Tamiz 3/8" :	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS) :	Arcilla de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4 :	GOLPES POR CAPA 25

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]	5612	5694	5690	5642
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1931	2013	2009	1961
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.059	2.146	2.142	2.091

Capsula No	No	TP-09	TP-10	TP-11	TP-12
Masa de la Capsula	[g]	45.88	46.75	46.02	39.52
Suelo Humedo + Capsula	[g]	338.15	291.75	238.13	231.51
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	307.42	262.06	212.42	202.67
Masa del Agua	[g]	30.73	29.69	25.71	28.84
Masa del Suelo Seco	[g]	261.54	215.31	166.40	163.15
Humedad (%)	%	11.75%	13.79%	15.45%	17.68%
Promedio de Humedad (%)	%	11.75%	13.79%	15.45%	17.68%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.842	1.886	1.855	1.777
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.07	18.50	18.20	17.42

PROCTOR MODIFICADO :	ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.887 gr/cc	18.510 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN :	Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	13.90 %	13.90 %



OBSERVACIONES

LOS RESULTADOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI - 0181604

ING. JERONIMO GONZALEZ GALLO
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CP: 200178

Ensayo de CBR (dosificación 2%C. A + 3% CEM)



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	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_CAC-12/21-003-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROSENBERGSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSIFICACIÓN:	: 2% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS:	: A-7-6 (21)
		COORDENADAS	ESTE : NORTE : COTA :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	METODO DE ENSAYO	: Método 'A'
CLASIFICACIÓN (AASHITO)	: A-7-6 (21)	PESO UNITARIO SECO	: 18.51 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 13.00 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

HOLDE No	COD.	K-4	K-5	K-9
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	[g]	12810	12938	11752	11952	10895	11099
Masa del Molde	[g]	8100	8100	7552	7552	8231	8231
Masa del Suelo Húmedo	[g]	4710	4838	4200	4400	2664	2868
Volumen del Suelo	cm ³	2128	2128	2113	2113	2119	2119
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.213	2.273	1.987	2.101	1.257	1.354
Capasula No	No	PC - 13	PC - 14	PC - 15	PC - 16	PC - 17	PC - 18
Masa de la Capasula	[g]	61.48	48.44	59.99	47.72	58.47	47.38
Suelo Húmedo + Capasula	[g]	370.59	270.93	322.26	295.61	350.60	345.13
Masa del Suelo Seco + Capasula	[g]	333.56	240.55	290.17	257.44	315.02	290.98
Masa del Agua	[g]	37.03	30.38	32.09	38.17	35.58	54.15
Masa del Suelo Seco	[g]	272.08	192.11	230.18	209.72	256.55	243.60
% de Humedad	%	13.61%	15.81%	13.94%	18.20%	13.87%	22.23%
Promedio de Humedad	%	13.61%	15.81%	13.94%	18.20%	13.87%	22.23%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.948	1.963	1.744	1.777	1.104	1.108
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.104	19.250	17.105	17.431	10.830	10.862

EXPANSIÓN													
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión			Dial	Expansión			Dial	Expansión	
				mm	%	%		mm	%	mm		%	
		0:00:00	589.90	0.00	0.00		466.30	0.00	0.00		550.00	0.00	0.00
		24:00:00	590.00	0.00	0.00		467.90	0.04	0.03		551.20	0.03	0.02
		48:00:00	591.30	0.04	0.03		468.80	0.06	0.05		552.90	0.07	0.06
		72:00:00	592.40	0.06	0.05		469.40	0.08	0.06		554.20	0.11	0.08
		96:00:00	593.50	0.09	0.07		470.90	0.12	0.09		555.80	0.15	0.12

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-f/cm ² / Mpa	HOLDE No K-4				HOLDE No K-5				HOLDE No K-9			
mm	Pulg.			LECTURA %g	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA %g	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA %g	σ Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	
0.63	0.025	00:30		415.2	21.46	2.10	136.2	7.04	0.69	98.9	5.11	0.50			
1.27	0.050	01:00		650.0	33.59	3.29	336.4	17.39	1.70	157.4	8.13	0.80			
1.90	0.075	01:30		850.0	43.93	4.31	458.3	23.68	2.32	199.5	10.31	1.01			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	1028.1	53.13	5.21	75.51	543.8	28.10	2.76	40.58	239.3	12.37	1.21	
3.17	0.125	02:30		1123.7	58.07	5.70		615.4	31.80	3.12		273.3	14.12	1.39	
3.81	0.150	03:00		1219.1	63.00	6.18		656.2	33.91	3.33		301.5	15.58	1.53	
5.08	0.200	04:00		1405.6	72.64	7.12	68.79	704.8	36.42	3.57	34.78	354.9	18.34	1.80	
6.35	0.250	05:00	105.46 / 10.35	1602.8	82.83	8.12		736.6	38.07	3.73		396.8	20.51	2.01	
7.62	0.300	06:00		1722.7	89.03	8.73		776.0	40.10	3.93		433.4	22.40	2.20	
8.89	0.350	07:00		1769.6	91.45	8.97		811.0	41.91	4.11		464.6	24.01	2.35	
10.16	0.400	08:00		1792.2	92.62	9.08		855.4	44.21	4.34		490.2	25.33	2.48	
11.43	0.450	09:00		1817.5	93.93	9.21		890.7	46.03	4.51		511.6	26.44	2.59	
12.70	0.500	10:00		1817.8	93.94	9.21		922.5	47.67	4.68		534.9	27.50	2.70	

ING. CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 El valor de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO D".
 Fecha de Emisión: 03/03/2022
 Fecha de Validación: 03/03/2022

BACH. J. BARTOLOME FAYET CCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 DNI : 61885624

ING. ALEX LUIS GOMEZ CAILLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209134

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

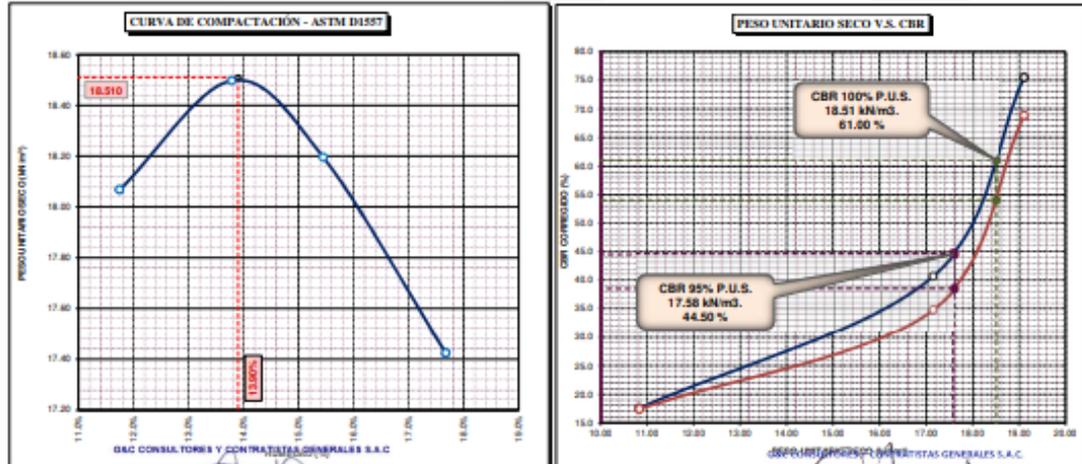
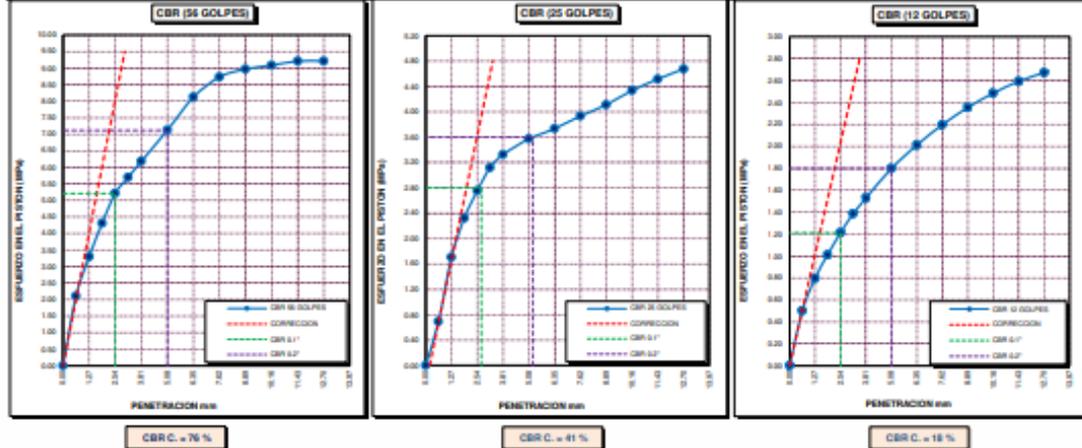
TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-003-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO			
MEJORAM. : SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO	COORDENADAS	
CALICATA : C - 01	SOLICITANTE : BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO	ESTE :	
MUESTRA : M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.	NORTE :	
DOSIFICACIÓN : 2% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (21)	COTA :	

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO		
CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL	NORMA : ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO : 18.51 kN/m3	
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-7-6 (21)	METODO DE ENSAYO : Método "A"	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 17.58 kN/m3	
DESCRIPCIÓN (SUCS) : :silla de baja plasticidad con ar	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 13.90 %	

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	61.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	54.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	44.50 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	38.50 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. Se realizó el cálculo de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI - 01865624
ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP- 208178

Límites de consistencia (dosificación 2%C. A + 5% CEM)



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

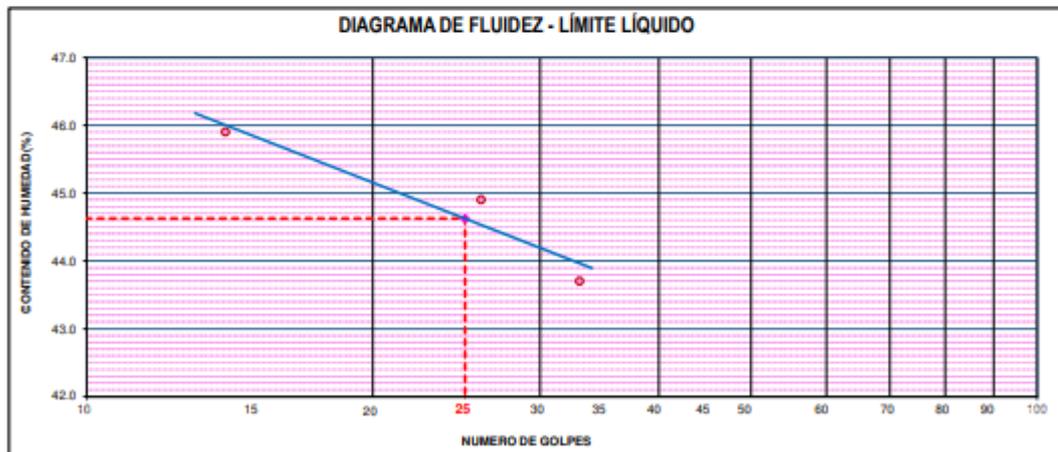
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTES	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-004-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 2% C.A + 5%CEM	CLASIF. SUELOS : A-7-5 (14)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. 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]	61.70	66.52	60.53	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	56.82	60.20	55.96	
MASA DE AGUA	[g]	4.88	6.32	4.57	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.64	14.09	10.46	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	45.9	44.9	43.7	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	26	33	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 19	LC - 20		
MASA DE LA TARA	[g]	45.66	45.47		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.15	48.23		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.34	47.59		
MASA DE AGUA	[g]	0.81	0.64		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.68	2.12		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	30.2	30.2		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	45.00
LÍMITE PLÁSTICO	30.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.00

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNI - 01865624

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS SON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

ING. ALEX LUIS GOMEZ CAILLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP - 209174

Ensayo de Proctor (dosificación 2%C. A + 5% CEM)



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



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-004-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01	SOLICITANTE	: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 2% C.A + 5%CEM	CLASIF. SUELOS	: A-7-5 (14)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

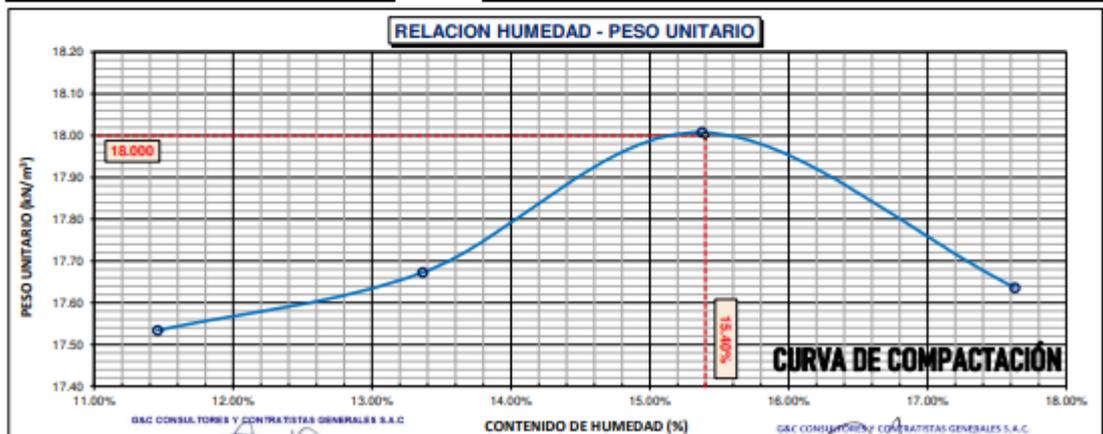
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4"	: METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-5 (14)	% Ret. Tamiz 3/8"	: No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4:	: 1.74 %
		GOLPES POR CAPA	: 25

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]	5550	5597	5668	5665
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1869	1916	1987	1984
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.993	2.043	2.119	2.115

Capsula No	No	TP-13	TP-14	TP-15	TP-16
Masa de la Capsula	[g]	45.85	47.37	47.47	51.29
Suelo Humedo + Capsula	[g]	320.29	325.26	272.95	260.41
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	292.08	292.50	242.90	229.07
Masa del Agua	[g]	28.21	32.76	30.05	31.34
Masa del Suelo Seco	[g]	246.23	245.13	195.43	177.78
Humedad (%)	%	11.46%	13.36%	15.38%	17.63%
Promedio de Humedad (%)	%	11.46%	13.36%	15.38%	17.63%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.788	1.802	1.836	1.798
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.53	17.67	18.01	17.64

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	: 1.835 gr/cc	: 18.000 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	: 15.40 %	: 15.40 %



OBSERVACIONES

LOS RESULTADOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI : 01883624

ING. ALEX LUIS GOMEZ GALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 200178

Ensayo de CBR (dosificación 2%C. A + 5% CEM)



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	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_CBC-12/21-094-GBC
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM. CALICATA	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
MUESTRA	: C - 01		: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
DOSIFICACION:	: 2% C.A + 5%CEM	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
		CLASIF. SUELOS	: A-7-5 (14)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	METODO DE ENSAYO	: Método 'A'
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-5 (14)	PESO UNITARIO SECO	: 18.00 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 15.40 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Dias (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	MOD.	A-14	A-15	A-17
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CON.	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
				SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	[g]	12762	12834	11850	11988	11251	11441
Masa del Molde	[g]	7063	7063	7184	7184	7613	7613
Masa del Suelo Húmedo	[g]	5699	5771	4666	4804	3638	3828
Volumen del Suelo	cm ³	2110	2110	2132	2132	2113	2113
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.701	2.735	2.189	2.253	1.722	1.811
Capcula No	No	PC - 19	PC - 20	PC - 21	PC - 22	PC - 23	PC - 24
Masa de la Capcula	[g]	52.35	48.30	63.81	39.55	54.71	43.25
Suelo Húmedo + Capcula	[g]	352.59	339.02	305.66	359.50	331.17	272.19
Masa del Suelo Seco + Capcula	[g]	313.02	299.30	273.90	308.31	294.87	230.07
Masa del Agua	[g]	39.57	39.72	31.76	51.19	36.30	42.12
Masa del Suelo Seco	[g]	260.67	251.00	210.09	268.76	240.16	186.82
% de Humedad	%	15.18%	15.82%	15.12%	19.05%	15.11%	22.55%
Promedio de Humedad	%	15.18%	15.82%	15.12%	19.05%	15.11%	22.55%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	2.345	2.361	1.901	1.893	1.495	1.478
Peso Unitario Seco	kN/m ³	22.994	23.155	18.645	18.563	14.666	14.496

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	272.70	0.00	0.00	529.00	0.00	0.00	419.90	0.00	0.00
		24:00:00	272.90	0.01	0.00	530.10	0.03	0.02	420.00	0.00	0.00
		48:00:00	272.80	0.00	0.00	531.20	0.06	0.04	421.80	0.05	0.04
		72:00:00	273.20	0.01	0.01	532.30	0.08	0.07	423.90	0.10	0.08
		96:00:00	274.30	0.04	0.03	532.80	0.10	0.08	426.20	0.16	0.13

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estandar Kg-F/cm² / Mpa	MOLDE No A-14			MOLDE No A-15			MOLDE No A-17			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm²
0.00	0	00:00	70.31 / 6.9	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00
0.63	0.025	00:30		530.2	27.40	2.69	283.7	14.66	1.44	102.4	5.29	0.52	
1.27	0.050	01:00		1129.5	58.37	5.72	546.7	28.25	2.77	205.0	10.59	1.04	
1.90	0.075	01:30		1522.6	78.69	7.72	704.0	36.38	3.57	270.5	13.98	1.37	
2.54	0.100	02:00		1786.9	92.35	9.06	131.30	40.89	4.01	58.12	16.46	1.61	23.33
3.17	0.125	02:30		1958.5	101.21	9.93	865.2	44.71	4.39	355.4	18.37	1.80	
3.81	0.150	03:00		2023.2	104.56	10.25	921.7	47.63	4.67	384.1	19.85	1.95	
5.08	0.200	04:00		2055.6	106.23	10.42	100.68	909.8	50.12	4.92	47.54	22.12	2.17
6.35	0.250	05:00		2088.4	107.93	10.58	986.7	50.99	5.00	459.3	23.74	2.33	
7.62	0.300	06:00		2145.2	110.88	10.87	995.6	51.45	5.05	485.8	25.11	2.46	
8.89	0.350	07:00		2209.2	114.17	11.20	1029.6	53.21	5.22	514.4	26.58	2.61	
10.16	0.400	08:00		2275.3	117.59	11.53	1073.9	55.50	5.44	529.4	27.36	2.68	
11.43	0.450	09:00		2355.1	121.71	11.94	1130.4	58.42	5.73	553.2	28.59	2.80	
12.70	0.500	10:00		2490.1	128.69	12.62	1176.3	60.79	5.96	594.8	30.23	2.93	

OBSERVACIONES: EL CONTROL DE LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 (Verificación de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S")
 Fecha: 02/03/2022
 Ing. Alex Lur, Gomez Calla

ING. ALEX LUR, GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 208178

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 DNI: 0186624



ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

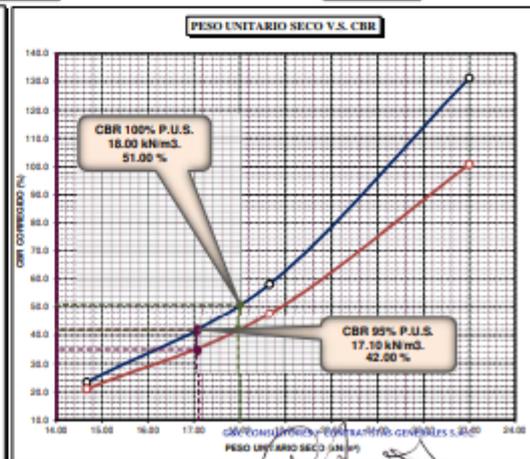
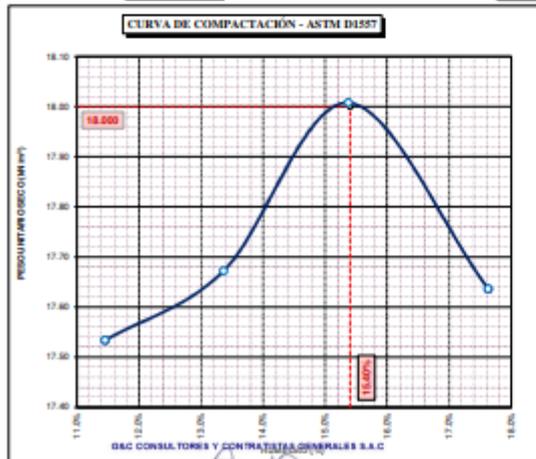
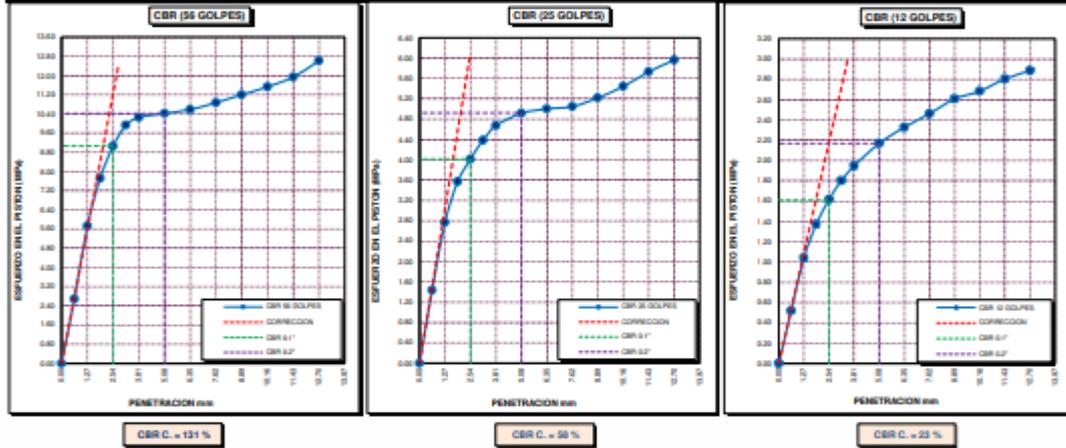
TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_C&C-12/21-004-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSEIFICACIÓN	: 2% C.A + 5%CEM	CLASIF. SUELOS	: A-7-5 (14)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	NORMA	: ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-5 (14)	METODO DE ENSAYO	: Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: mo de baja plasticidad con arc.	TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	: 18.00 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	: 17.10 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	: 15.40 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	51.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	42.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	42.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	35.00 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES
LOS RESULTADOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Caso de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

BACH. C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI : 01893624

Límites de consistencia (dosificación 3%C. A + 1% CEM)



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



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

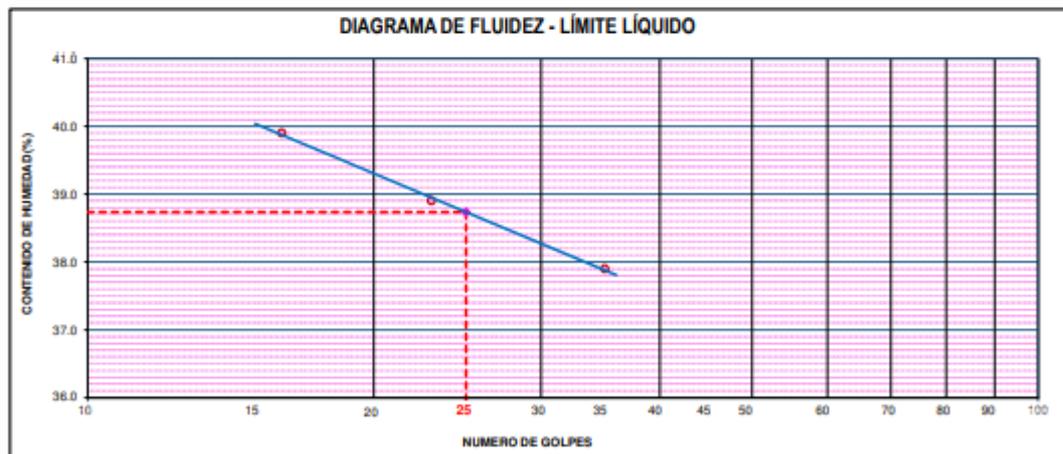
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C8C-12/21-005-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE :	BACH. DAVID ROBINGSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
DOSIFICACION:	: 3% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS :	A-6 (16)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

LÍMITE 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]	65.84	58.59	62.50	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.56	54.24	58.56	
MASA DE AGUA	[g]	5.28	4.35	3.94	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.22	11.17	10.39	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.9	38.9	37.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	16	23	35	

LÍMITE 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]	48.39	45.52		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	47.97	45.02		
MASA DE AGUA	[g]	0.42	0.50		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.17	2.63		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	19.4	19.0		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	39.00
LÍMITE PLASTICO	19.00
INDICE DE PLASTICIDAD	20.00

BACH. L. BARTOLOME FAYET CCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
ONG - EBOSSASA

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP - 208178

Ensayo de Proctor (dosificación 3%C. A + 1% CEM)



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



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	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°: T_UC_C&C-12/21-005-G&C
		Fecha: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	SUBRASANTE	SOLICITANTE:	BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	C - 01	SOLICITANTE:	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO:	1/4 in.
DOSIFICACION:	3% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS:	A-6 (16)
		COORDENADAS	
		ESTE:	
		NORTE:	
		COTA:	

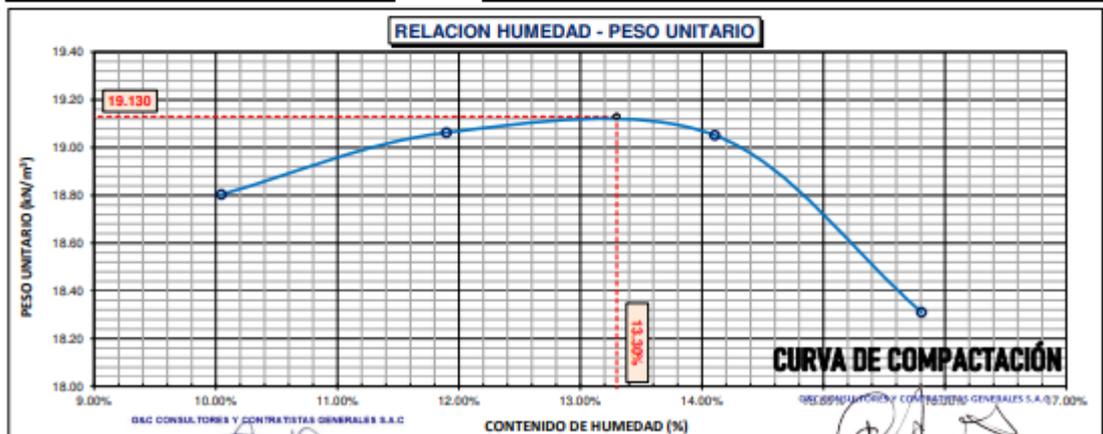
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	% Ret. Tamiz 3/4":	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-6 (16)	% Ret. Tamiz 3/8":	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arcilla de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4: 1.74 %	GOLPES POR CAPA 25

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]	5660	5721	5760	5709
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1979	2040	2079	2028
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.110	2.175	2.217	2.162

Capsula No	No	TP-17	TP-18	TP-19	TP-20
Masa de la Capsula	[g]	46.27	43.21	49.55	48.46
Suelo Humedo + Capsula	[g]	290.78	337.05	254.23	247.82
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	268.46	305.81	228.93	220.61
Masa del Agua	[g]	22.32	31.24	25.30	27.21
Masa del Suelo Seco	[g]	222.19	262.60	179.38	172.15
Humedad (%)	%	10.05%	11.90%	14.11%	15.81%
Promedio de Humedad (%)	%	10.05%	11.90%	14.11%	15.81%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.917	1.944	1.943	1.867
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.80	19.06	19.05	18.31

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.951 gr/cc	19.130 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	13.30 %	13.30 %



OBSERVACIONES

LOS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI : 01884624

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
DNI : 01884624
CIP : 209178

Ensayo de CBR (dosificación 3%C. A + 1% CEM)



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 1983 - 16)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AED SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASINI, PUNO - 2021	Registro N°	T_UC_CBC-12/21-005-GBC
		Fecha	02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	SUBRASANTE	SOLICITANTE	BACH. DAVID ROBINSON CARDENA JUSTO
CALCATA	C - 01		BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO	1/4 in.
DOSIFICACIÓN:	3% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS:	A-6 (16)
		COORDENADAS	ESTE : NORTE : COTA :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	METODO DE ENSAYO	Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-6 (16)	PESO UNITARIO SECO	19.13 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arcilla de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	13.30 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

HOLDE No	MOD.	3-01	3-02	3-03
NÚMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1

CONDICIONES DE LA MUESTRA							
CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	[g]	12999	13056	12130	12278	11369	11618
Masa del Molde	[g]	8220	8220	7705	7705	7210	7210
Masa del Suelo Húmedo	[g]	4779	4846	4424	4572	4159	4408
Volumen del Suelo	cm ³	2135	2135	2116	2116	2109	2109
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.238	2.269	2.091	2.161	1.972	2.090

Capítulo No	No	PC - 25	PC - 26	PC - 27	PC - 28	PC - 29	PC - 30
Masa de la Capsula	[g]	47.00	46.04	49.47	48.40	45.00	47.49
Suelo Húmedo + Capsula	[g]	355.47	352.38	373.28	375.19	355.32	364.19
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	319.36	312.76	335.31	345.27	319.05	333.73
Masa del Agua	[g]	36.11	39.62	37.97	29.92	36.27	30.46
Masa del Suelo Seco	[g]	271.67	266.12	285.84	296.79	273.17	286.24
% de Humedad	%	13.29%	14.89%	13.28%	15.20%	13.28%	16.36%
Promedio de Humedad	%	13.29%	14.89%	13.28%	15.20%	13.28%	16.36%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.975	1.975	1.846	1.875	1.741	1.796
Peso Unitario Seco	kN/m ³	19.371	19.371	18.098	18.391	17.072	17.615

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	86.50	0.00	0.00	746.50	0.00	0.00	610.00	0.00	0.00
		24:00:00	86.90	0.01	0.01	746.80	0.01	0.01	611.00	0.03	0.02
		48:00:00	87.00	0.01	0.01	747.20	0.02	0.01	612.00	0.05	0.04
		72:00:00	87.10	0.02	0.01	748.00	0.04	0.03	613.00	0.08	0.06
		96:00:00	87.20	0.02	0.01	748.90	0.06	0.05	614.00	0.10	0.08

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg-F/cm ² Mpa	HOLDE No 3-01				HOLDE No 3-02				HOLDE No 3-03			
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		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		119.5	6.18	0.61	51.0	2.64	0.26	27.9	1.44	0.14			
1.27	0.050	01:00		292.2	15.10	1.48	142.5	7.36	0.72	68.5	3.54	0.35			
1.90	0.075	01:30		379.4	19.61	1.92	235.1	12.15	1.19	100.2	5.18	0.51			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	442.0	22.84	2.24	34.06	302.4	15.63	1.53	23.91	128.1	6.62	0.65	
3.17	0.125	02:30		490.6	25.35	2.49	345.9	17.88	1.75	150.0	7.75	0.76			
3.81	0.150	03:00		533.6	27.58	2.70	375.0	19.38	1.90	172.4	8.91	0.87			
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	609.8	31.51	3.09	30.43	406.0	20.98	2.06	20.29	193.4	9.99	0.98	
6.35	0.250	05:00		678.0	35.04	3.44	428.5	22.14	2.17	207.6	10.73	1.05			
7.62	0.300	06:00		738.3	38.16	3.74	446.7	23.09	2.26	218.8	11.31	1.11			
8.89	0.350	07:00		786.2	40.63	3.98	451.3	23.32	2.29	229.1	11.84	1.16			
10.16	0.400	08:00		842.1	43.52	4.27	462.7	23.91	2.35	240.4	12.42	1.22			
11.43	0.450	09:00		886.9	45.83	4.50	476.9	24.65	2.42	248.9	12.86	1.26			
12.70	0.500	10:00		931.0	48.11	4.72	495.5	25.61	2.51	256.1	13.23	1.30			

DES CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. - LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

OBSERVACIONES: Se utilizó un indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S".

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
DNI : 01865624

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
DNI DE LOS INGENIEROS EN MATERIALES Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

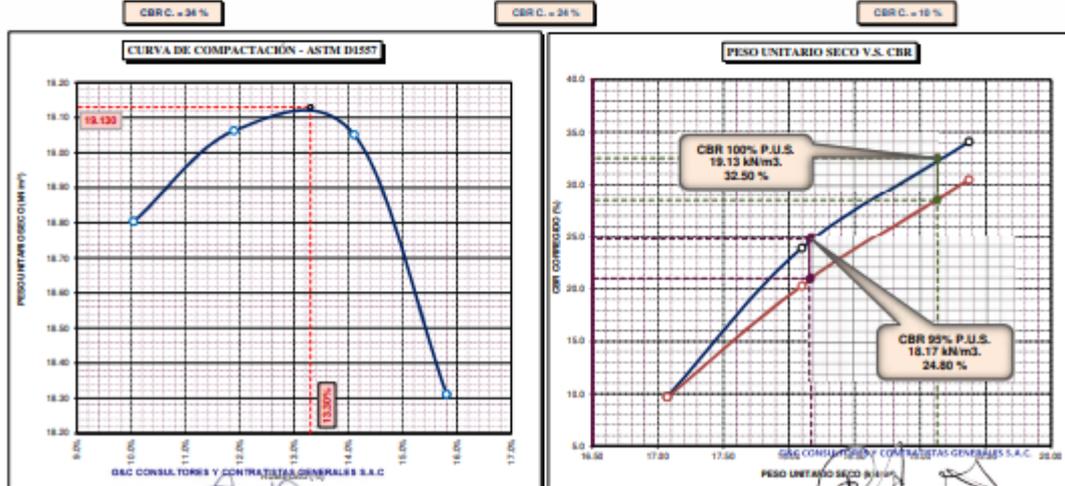
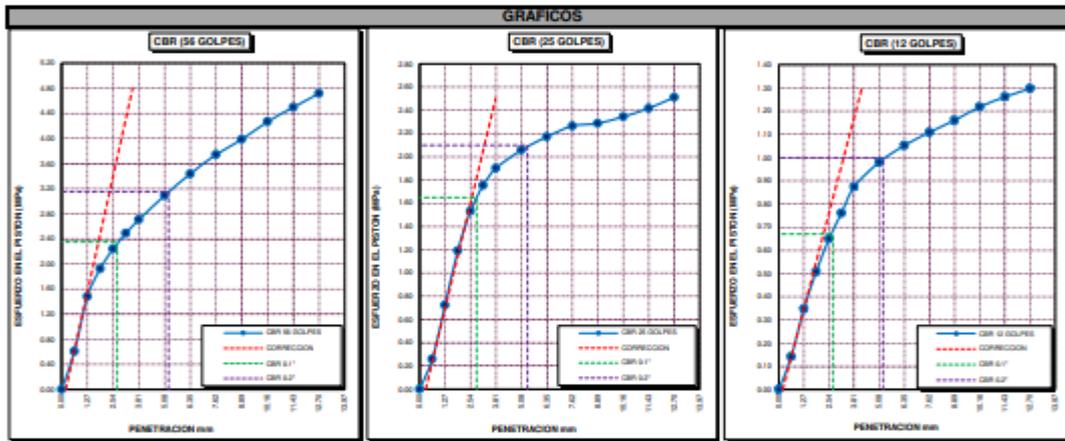
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-005-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
MEJORAM.	SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.
DOSIFICACION	3% C.A. + 1%CEM	CLASIF. SUELOS : A-6 (16)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	NORMA	ASTM D-1557-12a1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-6 (16)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Slota de baja plasticidad con ar	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	19.13 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	18.17 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	13.30 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	32.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	28.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	24.80 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	21.00 %



OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

Se realizó el ensayo de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y ANCAMENTOS
 DNI : 01855624

ING. JHONNATAN CONDORI SONCO
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209178

Límites de consistencia (dosificación 3%C. A + 3% CEM)



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

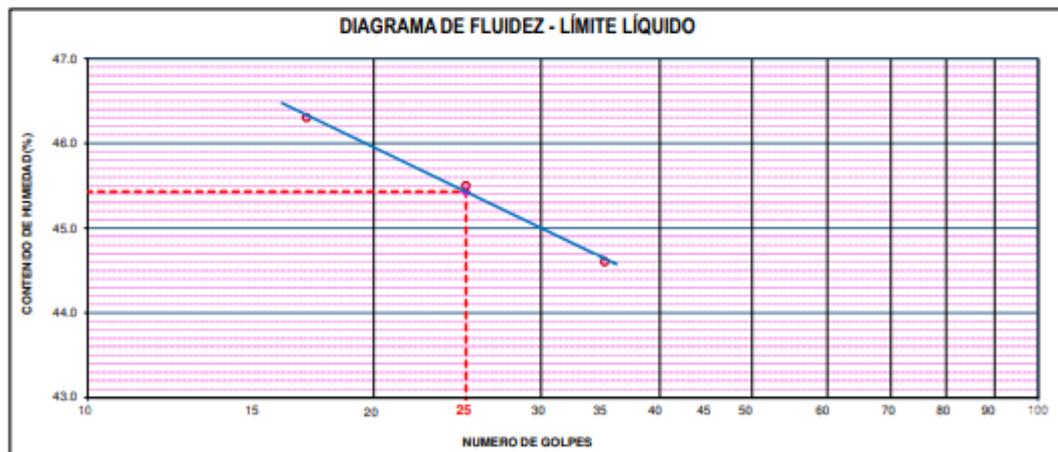
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-006-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 3% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (17)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. 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]	69.63	64.32	68.13	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	62.99	58.62	61.44	
MASA DE AGUA	[g]	6.64	5.70	6.69	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.33	12.53	14.99	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	46.3	45.5	44.6	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	25	35	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 29	LC - 30		
MASA DE LA TARA	[g]	46.52	46.61		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.61	50.24		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.97	49.50		
MASA DE AGUA	[g]	0.64	0.74		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.45	2.89		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	26.1	25.6		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	45.00
LÍMITE PLÁSTICO	20.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	19.00

BACH. JC. BARTOLOME FAXET CCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI: 81865424

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

Ensayo de Proctor (dosificación 3%C. A + 3% CEM)



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

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°: T_UC_C&C-12/21-006-G&C
		Fecha: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	SUBRASANTE	SOLICITANTE: BACH. DAVID ROBINSON CARDERA JUSTO	COORDENADAS
CALICATA	C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO	ESTE:
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO: 1/4 in.	NORTE:
DOSIFICACION:	3% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS: A-7-6 (17)	COTA:

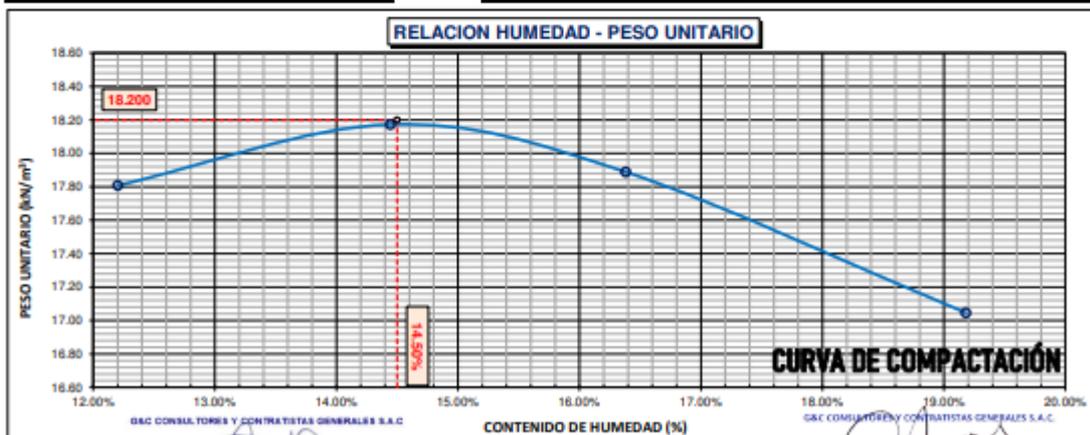
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	% Ret. Tamiz 3/4":	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-7-6 (17)	% Ret. Tamiz 3/8":	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arcilla de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4: 1.74 %	GOLPES POR CAPA 25

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	5670	5672	5624
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1911	1989	1991	1943
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	2.038	2.121	2.123	2.072

Capsula No	No	TP-21	TP-22	TP-23	TP-24
Masa de la Capsula	[g]	43.18	49.58	48.47	47.35
Suelo Humedo + Capsula	[g]	288.14	259.70	230.82	243.08
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	261.50	233.18	205.15	211.58
Masa del Agua	[g]	26.64	26.52	25.67	31.50
Masa del Suelo Seco	[g]	218.32	183.60	156.68	164.23
Humedad (%)	%	12.20%	14.44%	16.38%	19.18%
Promedio de Humedad (%)	%	12.20%	14.44%	16.38%	19.18%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.816	1.853	1.824	1.738
Peso Unitario Seco	kN/m ²	17.81	18.17	17.89	17.05

PROCTOR MODIFICADO	ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.856 gr/cc	18.200 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	14.50 %	14.50 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI - 07883624

ING. ALEXANDER GOMEZ CAJAL
DNI DE IDENTIFICACION PROFESIONAL Y ESPECIALIDAD MATERIALES
CIP: 208176

Ensayo de CBR (dosificación 3%C. A + 3% CEM)



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)

TEMA	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	T_UC_CBC-12/21-096-G&C
		Fecha	02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	SUBRASANTE	SOLICITANTE	BACH. DAVID ROBINSON CARDENA JUSTO
CALICATA	C - 01		BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO	1/4 in.
DOSIFICACIÓN:	3% CA + 3%CEM	CLASIF. SUELOS	A-7-6 (17)
		COORDENADAS	ESTE : NORTE : COTA :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	METODO DE ENSAYO	Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-7-6 (17)	PESO UNITARIO SECO	18.20 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arcilla de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	14.50 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	Húmedo

MOLDE No	COD.	J-04	J-05	J-06
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Massa Suelo Húmedo + Molde	[g]	12479	12560	12111	12340	11100	11418
Massa del Molde	[g]	7956	7956	7867	7867	7283	7283
Massa del Suelo Húmedo	[g]	4513	4594	4244	4473	3817	4135
Volumen del Suelo	cm ³	2117	2117	2148	2148	2110	2110
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.132	2.170	1.975	2.082	1.809	1.959
Capcula No	No	PC - 31	PC - 32	PC - 33	PC - 34	PC - 35	PC - 36
Massa de la Capcula	[g]	48.95	45.00	48.48	47.43	47.51	49.48
Suelo Húmedo + Capcula	[g]	366.55	309.82	390.60	353.64	415.99	298.69
Massa del Suelo Seco + Capcula	[g]	325.94	272.62	347.27	306.32	370.94	254.69
Massa del Agua	[g]	40.61	37.20	43.33	47.32	45.95	44.00
Massa del Suelo Seco	[g]	275.99	226.72	298.79	258.89	322.53	205.21
% de Humedad	%	14.66%	16.41%	14.50%	18.28%	14.25%	21.44%
Promedio de Humedad	%	14.66%	16.41%	14.50%	18.28%	14.25%	21.44%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.860	1.864	1.725	1.760	1.583	1.613
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.236	18.284	16.919	17.262	15.525	15.822

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	497.00	0.00	0.00	843.90	0.00	0.00	366.90	0.00	0.00
		24:00:00	497.50	0.01	0.01	845.80	0.05	0.04	367.10	0.01	0.00
		48:00:00	498.10	0.03	0.02	846.30	0.06	0.05	368.30	0.04	0.03
		72:00:00	498.60	0.04	0.03	847.20	0.08	0.07	370.90	0.10	0.08
		96:00:00	499.00	0.05	0.04	848.00	0.10	0.08	372.00	0.13	0.10

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-f/cm ² / Mpa	MOLDE No 3-04				MOLDE No 3-05				MOLDE No 3-06			
mm	Pulg.	Tiempo		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	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	70.31 / 6.9	548.7	28.36	2.78	113.9	5.89	0.58		43.5	2.25	0.22		
1.27	0.050	01:00		1114.6	57.60	5.85	370.3	19.14	1.88		122.1	6.31	0.62		
1.90	0.075	01:30		1408.9	72.81	7.14	489.0	25.27	2.48		156.2	8.07	0.79		
2.54	0.100	02:00		1626.8	84.07	8.24	119.43	578.1	29.88	2.93	44.20	183.2	9.47	0.93	
3.17	0.125	02:30		1783.1	92.15	9.04		623.7	32.23	3.16		210.9	10.90	1.07	
3.81	0.150	03:00		1814.6	93.78	9.20		658.0	34.01	3.33		231.3	11.95	1.17	
5.08	0.200	04:00		1827.5	94.44	9.26	89.47	711.6	36.78	3.61	35.27	266.6	13.78	1.35	
6.35	0.250	05:00		1869.4	96.61	9.47		758.6	39.72	3.90		295.0	15.25	1.50	
7.62	0.300	06:00		1887.8	97.56	9.57		832.6	43.03	4.22		325.2	16.81	1.65	
8.89	0.350	07:00		1968.4	101.73	9.98		872.5	45.09	4.42		356.4	18.42	1.81	
10.16	0.400	08:00		2066.1	106.78	10.47		917.7	47.43	4.65		388.0	20.25	1.97	
11.43	0.450	09:00		2152.0	111.21	10.91		954.0	49.30	4.84		417.6	21.58	2.12	
12.70	0.500	10:00		2195.6	113.47	11.13		994.7	51.41	5.04		455.6	23.44	2.30	

OBSERVACIONES:
 1. LUGAR DE MUESTREO: DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 2. TIPO DE CBR: con indicador de lectura digital y transmisor de fuerza "CEBORA TIPO S".
 3. TIEMPO DE INMERSIÓN: 96 HORAS.
 4. HUMEDAD: 14.50%
 5. DENSIDAD: 1.860 g/cm³
 6. PESO UNITARIO: 18.236 kN/m³
 7. CLASIFICACIÓN: A-7-6 (17)
 8. DESCRIPCIÓN: Arcilla de baja plasticidad con arena
 9. MÉTODO DE ENSAYO: Método "A"
 10. TIPO DE MARTILLO: Manual
 11. MÉTODO DE PREPARACIÓN: Húmedo
 12. TEMPERATURA: 20 ± 2 °C
 13. HUMEDAD DE EQUILIBRIO: 14.50%
 14. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DE LA MUESTRA: 14.66%
 15. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL MOLDE: 14.50%
 16. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO: 14.50%
 17. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 18. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 19. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 20. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 21. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 22. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 23. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 24. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 25. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 26. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 27. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 28. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 29. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 30. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 31. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 32. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 33. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 34. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 35. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 36. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 37. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 38. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 39. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 40. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 41. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 42. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 43. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 44. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 45. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 46. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 47. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 48. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 49. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 50. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 51. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 52. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 53. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 54. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 55. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 56. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 57. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 58. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 59. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 60. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 61. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 62. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 63. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 64. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 65. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 66. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 67. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 68. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 69. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 70. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 71. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 72. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 73. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 74. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 75. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 76. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 77. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 78. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 79. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 80. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 81. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 82. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 83. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 84. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 85. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 86. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 87. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 88. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 89. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 90. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 91. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 92. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 93. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 94. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 95. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 96. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 97. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 98. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 99. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 100. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 101. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 102. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 103. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 104. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 105. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 106. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 107. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 108. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 109. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 110. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 111. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 112. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 113. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 114. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 115. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 116. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 117. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 118. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 119. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 120. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 121. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 122. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 123. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 124. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 125. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 126. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 127. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 128. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 129. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 130. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 131. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 132. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 133. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 134. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 135. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 136. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 137. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 138. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 139. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 140. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 141. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 142. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 143. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 144. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 145. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 146. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 147. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 148. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 149. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 150. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 151. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 152. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 153. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 154. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 155. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 156. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 157. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 158. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 159. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 160. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 161. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 162. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 163. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 164. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 165. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 166. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 167. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 168. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 169. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 170. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 171. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 172. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 173. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 174. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 175. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 176. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 177. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 178. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 179. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 180. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 181. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 182. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 183. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 184. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 185. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 186. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 187. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 188. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 189. HUMEDAD DE EQUILIBRIO DEL SUELO SECO: 14.50%
 190. HUMEDAD

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

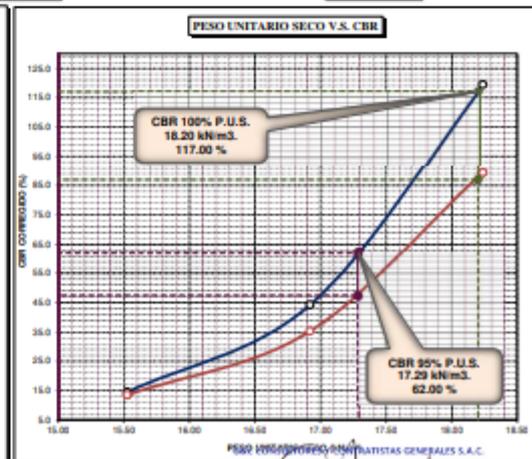
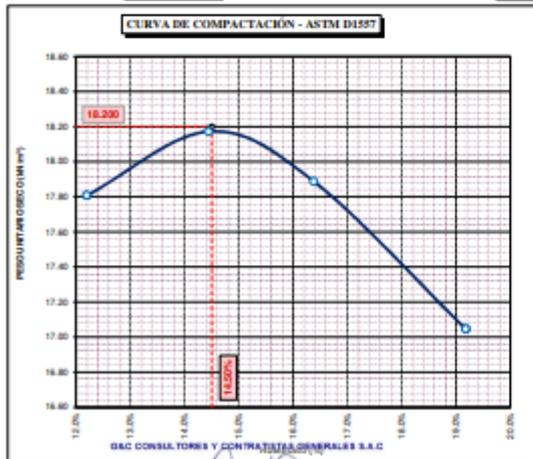
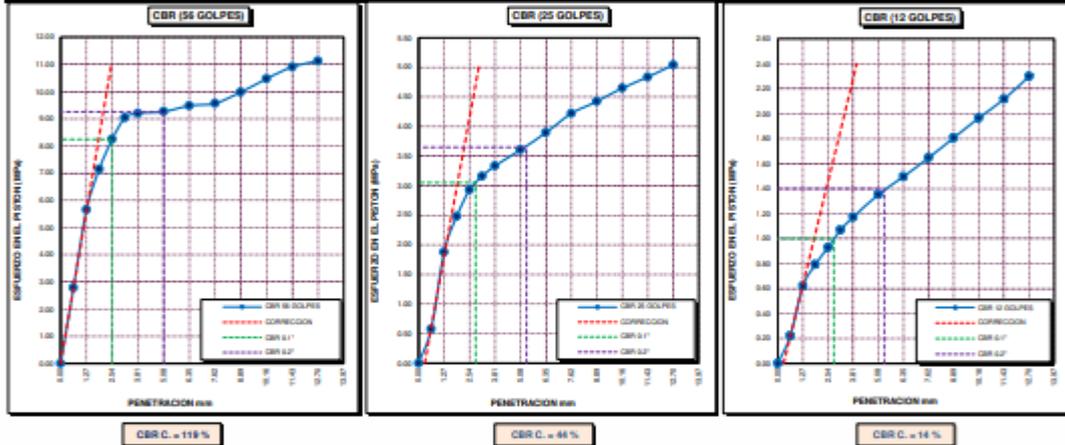
TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-006-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
MEJORAM.	SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINGSÓN CÁRDENA JUSTO
CALICATA	C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.
DOSEIFICACION	3% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (17)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	NORMA	ASTM D-1557-12e1
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-7-6 (17)	METODO DE ENSAYO	Método "A"
DESCRIPCIÓN (SUCS)	olla de baja plasticidad con ar	TIEMPO DE INMERSIÓN	4 Días (96 Horas)
		PESO UNITARIO SECO	18.20 kN/m ³
		PESO UNITARIO SECO AL 95%	17.29 kN/m ³
		HUMEDAD ÓPTIMA	14.50 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	117.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	87.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	62.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	47.50 %

GRAFICOS



OBSERVACIONES : LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
Se realizó la calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
CPI : 0185624

ING. ALEX URB. GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI : 209176

Límites de consistencia (dosificación 4%C. A + 1% CEM)



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

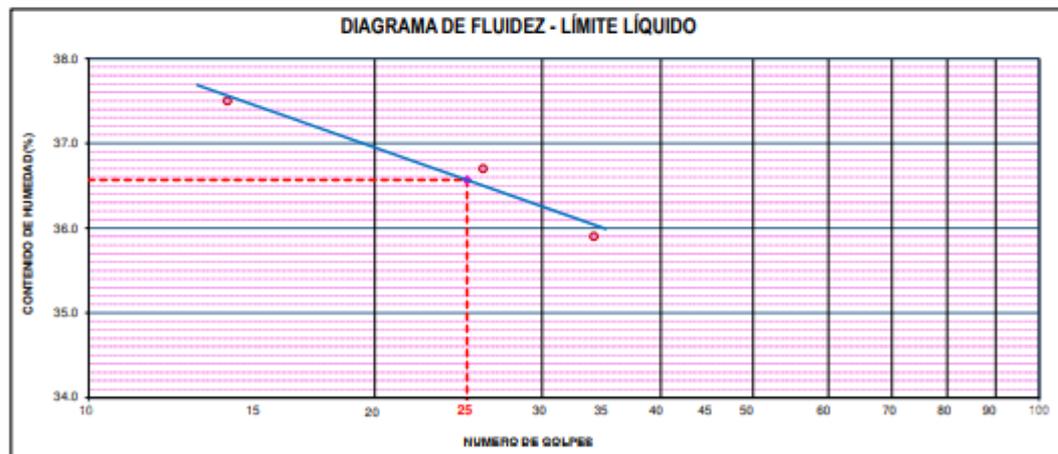
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_C&C-12/21-008-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 4% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS	: A-6 (15)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. 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]	65.34	67.09	61.38	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.12	61.57	57.53	
MASA DE AGUA	[g]	5.22	5.52	3.85	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.92	15.03	10.72	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	37.5	36.7	35.9	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	26	34	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 39	LC - 40		
MASA DE LA TARA	[g]	48.61	48.58		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	51.40	50.98		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	50.97	50.61		
MASA DE AGUA	[g]	0.43	0.37		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.36	2.03		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	18.2	18.2		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	37.00
LÍMITE PLÁSTICO	18.00
INDICE DE PLASTICIDAD	19.00

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI - 01865424

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS SON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

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

Ensayo de Proctor (dosificación 4%C. A + 1% CEM)



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



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	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°: T_UC_C&C-12/21-008-G&C
		Fecha: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	SUBRASANTE	SOLICITANTE:	BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	C - 01		BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	M - 01	TAMANO MÁXIMO:	1/4 in.
DOSIFICACION:	4% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS:	A-6 (15)
		COORDENADAS	
		ESTE:	
		NORTE:	
		COTA:	

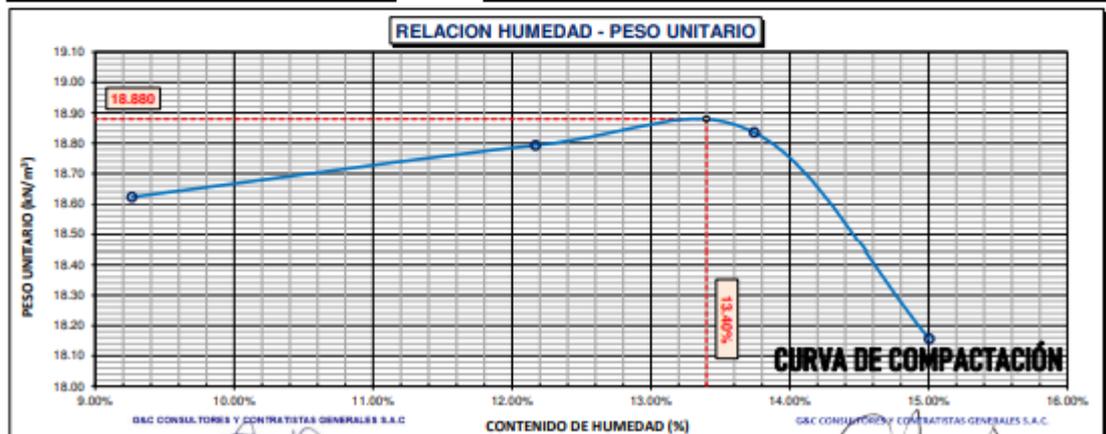
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	CL	% Ret. Tamiz 3/4"	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	A-6 (15)	% Ret. Tamiz 3/8"	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	Arcilla de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4:	1.74 %
		GOLPES POR CAPA	25

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]	5627	5697	5730	5678
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1946	2016	2049	1997
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	3.075	3.150	3.185	3.129

Capsula No	No	TP-29	TP-30	TP-31	TP-32
Masa de la Capsula	[g]	47.69	46.74	49.61	43.18
Suelo Humedo + Capsula	[g]	318.86	281.14	246.58	305.47
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	295.87	255.71	222.78	271.25
Masa del Agua	[g]	22.99	25.43	23.80	34.22
Masa del Suelo Seco	[g]	248.18	208.97	173.17	228.07
Humedad (%)	%	9.26%	12.17%	13.74%	15.00%
Promedio de Humedad (%)	%	9.26%	12.17%	13.74%	15.00%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.899	1.916	1.921	1.851
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.62	18.79	18.84	18.16

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.925 gr/cc	18.880 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	13.40 %	13.40 %



OBSERVACIONES

ASÍ MISMO LOS DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI : 01836624

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

Ensayo de CBR (dosificación 4%C. A + 1% CEM)



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	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_C&C-12/21-008-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORA	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 4% CA + 1%CEM	CLASIF. SUELOS	: A-6 (15)
		COORDENADAS	ESTE : NORTE : COTA :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	METODO DE ENSAYO	: Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-6 (15)	PESO UNITARIO SECO	: 18.88 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 13.40 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Dias (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	CDG.	A-1	B-2	C-3			
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12			
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1			
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1			
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Masa Suelo Húmedo + Molde	[g]	12807	12867	12822	12950	12757	12984
Masa del Molde	[g]	8098	8098	8350	8350	8552	8552
Masa del Suelo Húmedo	[g]	4709	4769	4472	4600	4205	4432
Volumen del Suelo	cm ³	2127	2127	2108	2108	2119	2119
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.214	2.242	2.121	2.182	1.985	2.092
Capítulo No	No	PC - 43	PC - 44	PC - 45	PC - 46	PC - 47	PC - 48
Masa de la Capsula	[g]	47.46	45.44	45.50	51.34	46.68	45.55
Suelo Húmedo + Capsula	[g]	275.33	313.30	339.28	327.57	236.24	312.21
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	246.58	277.21	302.60	288.05	212.47	270.41
Masa del Agua	[g]	28.75	36.09	36.68	39.52	23.77	41.80
Masa del Suelo Seco	[g]	199.12	231.77	257.10	236.71	165.79	224.86
% de Humedad	%	14.44%	15.57%	14.27%	16.70%	14.34%	18.59%
Promedio de Humedad	%	14.44%	15.57%	14.27%	16.70%	14.34%	18.59%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.934	1.940	1.856	1.870	1.736	1.764
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.970	19.023	18.204	18.335	17.023	17.298

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	865.00	0.00	0.00	99.00	0.00	0.00	694.20	0.00	0.00
		24:00:00	866.00	0.03	0.02	102.00	0.08	0.06	696.20	0.05	0.04
		48:00:00	866.90	0.05	0.04	104.00	0.13	0.10	698.20	0.10	0.08
		72:00:00	867.50	0.06	0.05	104.50	0.14	0.11	700.30	0.15	0.12
		96:00:00	868.00	0.06	0.06	105.00	0.15	0.12	702.40	0.21	0.16

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg/cm ² / Mpa	MOLDE No A-1				MOLDE No B-2				MOLDE No C-3			
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		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00			
0.63	0.025	00:30		159.2	8.23	0.81	59.9	3.10	0.30	50.4	2.60	0.26			
1.27	0.050	01:00		313.2	16.19	1.59	162.7	8.41	0.82	121.8	6.29	0.62			
1.90	0.075	01:30		390.2	20.17	1.98	268.5	13.88	1.36	170.5	8.81	0.86			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	456.0	23.57	2.31	333.3	17.90	1.76	275.4	10.24	1.00	14.49		
3.17	0.125	02:30		496.9	25.68	2.52	413.1	21.35	2.09	212.5	10.98	1.08			
3.81	0.150	03:00		533.6	27.58	2.70	439.8	22.73	2.23	221.6	11.45	1.12			
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	600.7	31.04	3.04	28.99	485.4	25.09	2.46	24.15	238.7	12.34	1.21	11.79
6.35	0.250	05:00		646.1	33.39	3.27	527.8	27.28	2.68	251.6	13.00	1.28			
7.62	0.300	06:00		701.3	36.24	3.55	543.5	28.09	2.75	260.8	13.48	1.32			
8.89	0.350	07:00		739.3	38.21	3.75	572.4	29.58	2.90	271.9	14.05	1.38			
10.16	0.400	08:00		790.1	40.83	4.00	616.7	31.87	3.13	284.1	14.68	1.44			
11.43	0.450	09:00		832.9	43.04	4.22	632.8	32.70	3.21	287.6	14.86	1.46			
12.70	0.500	10:00		880.5	45.50	4.46	665.5	34.39	3.37	300.4	15.53	1.53			

OBSERVACIONES: LOS RESULTADOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Se usó un CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDAS TIPO S".
Fecha: 02/03/2022
Ingeniero: [Firma]

ING. ALEX LUIZ GÓMEZ CALLA
JEFE DEL LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209174

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
DNI : 0186504

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

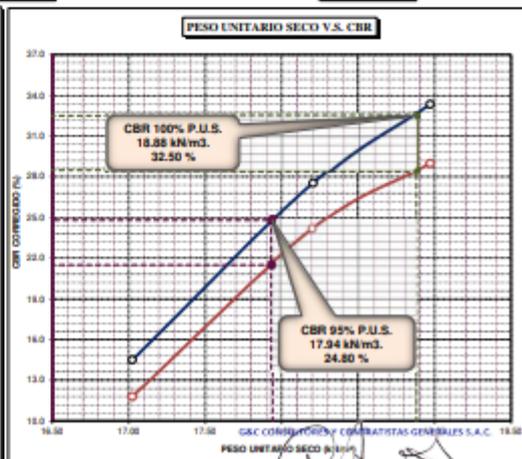
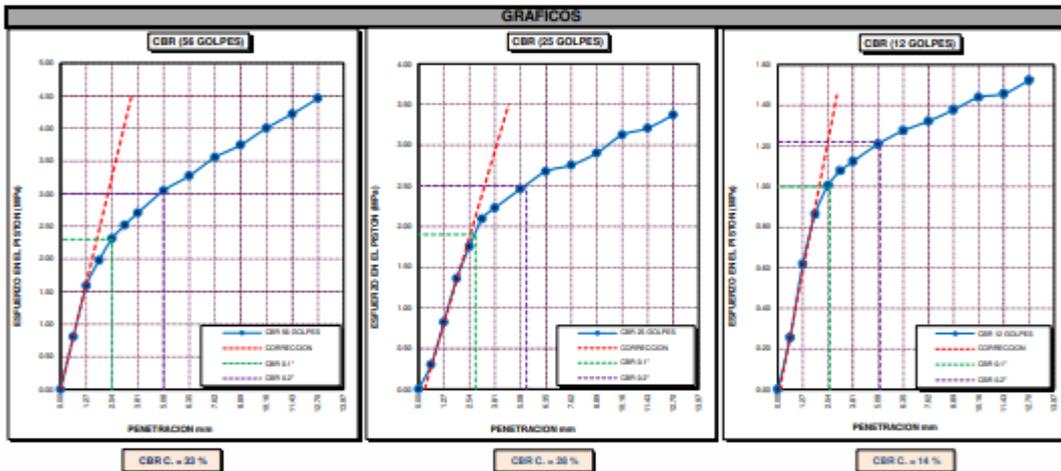
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-008-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM. : SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINGSON CARDEÑA JUSTO	COORDENADAS
CALICATA : C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO	ESTE :
MUESTRA : M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.	NORTE :
DOSEIFICACIÓN : 4% C.A + 1%CEM	CLASIF. SUELOS : A-6 (15)	COTA :

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL	NORMA : ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO : 18.88 kN/m ³
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-6 (15)	METODO DE ENSAYO : Método "A"	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 17.94 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Silta de baja plasticidad con arcilla	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 13.40 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	32.50 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	28.50 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	24.80 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	21.50 %



OBSERVACIONES

LAS MEDIDAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ENSAYO
Según caso de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI : 01885638

ING. ALEX LOPEZ GONZALEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP : 209178

Límites de consistencia (dosificación 4%C. A + 3% CEM)



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

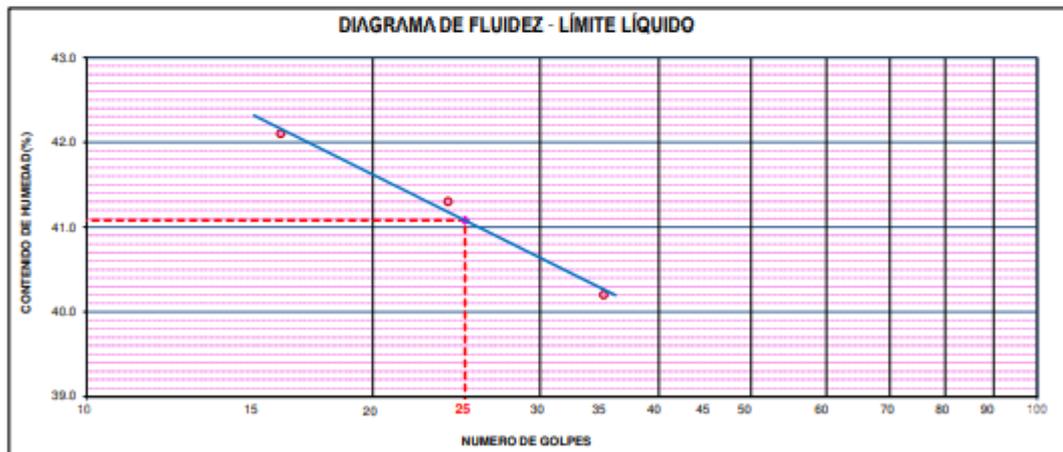
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESTES	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-009-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO	
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 4% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (15)
		COORDENADAS
		ESTE :
		NORTE :
		COTA :

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. 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]	66.83	62.25	63.94	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.87	57.80	58.98	
MASA DE AGUA	[g]	5.96	4.45	4.96	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.16	10.78	12.34	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	42.1	41.3	40.2	
NUMERO DE GOLPES	n°	16	24	35	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 44	LC - 45		
MASA DE LA TARA	[g]	47.04	48.58		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.69	52.13		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	49.19	51.46		
MASA DE AGUA	[g]	0.50	0.67		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.15	2.88		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	23.3	23.3		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	41.00
LÍMITE PLÁSTICO	23.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18.00

BACH. BARTOLOME SARET OCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI: 8785644

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS SON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209134

Ensayo de Proctor (dosificación 4%C. A + 3% CEM)



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

G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°: T_UC_G&C-12/21-009-G&C
		Fecha: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES

UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE:	BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01	SOLICITANTE:	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO:	1/4 in.
DOSIFICACION:	: 4% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS:	A-7-6 (15)
		COORDENADAS	ESTE: : NORTE: : COTA: :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	% Ret. Tamiz 3/4"	METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-6 (15)	% Ret. Tamiz 3/8"	No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4: 1.74 %	GOLPES POR CAPA 25

EQUIPO EMPLEADO

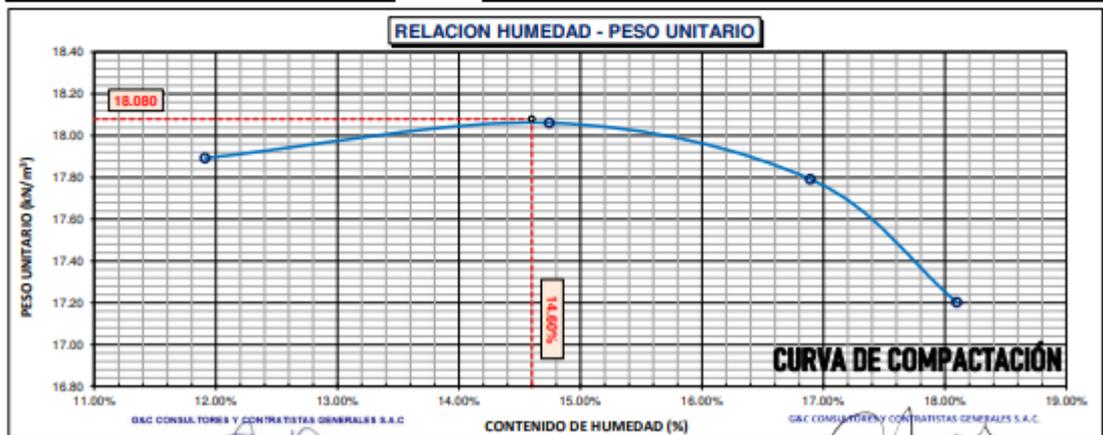
MOLDE No	X - 06	VOLUMEN DEL MOLDE	938 cm ³
MASA DEL MOLDE	3,681 g.	TIPO DE MARTILLO	Manual

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO

	(g)	5596	5663	5670	5624
Masa Suelo Humedo + Molde	(g)	3681	3681	3681	3681
Masa del Molde	g/cm ³	1915	1982	1989	1943
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	2.042	2.113	2.121	2.072

Capsula No	No	TP-33	TP-34	TP-35	TP-36
Masa de la Capsula	(g)	46.27	45.44	48.49	45.49
Suelo Humedo + Capsula	(g)	326.34	282.04	281.42	268.73
Masa del Suelo Seco + Capsula	(g)	296.53	251.64	247.76	234.52
Masa del Agua	(g)	29.81	30.40	33.66	34.21
Masa del Suelo Seco	(g)	250.26	206.20	199.27	189.03
Humedad (%)	%	11.91%	14.74%	16.89%	18.10%
Promedio de Humedad (%)	%	11.91%	14.74%	16.89%	18.10%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.825	1.842	1.814	1.754
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.89	18.06	17.79	17.20

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.844 gr/cc	18.080 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	14.60 %	14.60 %



OBSERVACIONES

LOS RESULTADOS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI : 01865624

ING. ALEX DUR. GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209176

Ensayo de CBR (dosificación 4%C. A + 3% CEM)



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



DE LAS ROCAS INGS S.A.C.

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)

TESTES	: INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-ASD SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_CBC-12/21-009-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM. CALICATA	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBINSON CARDENA JUSTO
MUESTRA	: C - 01		: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
DOSIFICACIÓN:	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
	: 4% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS	: A-7-6 (15)
		COORDENADAS	: ESTE : NORTE : COTA :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: CL	METODO DE ENSAYO	: Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-6 (15)	PESO UNITARIO SECO	: 18.08 kN/m3
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Arcilla de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 14.60 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

MOLDE No	COD.	D-4	E-5	F-6
NÚMERO DE CAPAS	n°	5	5	5
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1
N° SOBRECARGA ANGULAR	n°	1	1	1
CONDICIONES DE LA MUESTRA	CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR
		SUMERGIDO	SUMERGIDO	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Massa Suelo Húmedo + Molde	[g]	12648	12733	11710	11857	12025	12321
Massa del Molde	[g]	8131	8131	7488	7488	8189	8189
Massa del Suelo Húmedo	[g]	4517	4602	4222	4369	3836	4132
Volumen del Suelo	cm³	2117	2117	2113	2113	2150	2150
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm³	2.134	2.174	1.998	2.067	1.785	1.922
Capeta No	No	PC - 49	PC - 50	PC - 51	PC - 52	PC - 53	PC - 54
Massa de la Capeta	[g]	45.44	58.47	51.29	61.47	49.33	57.30
Suelo Húmedo + Capeta	[g]	266.25	386.37	246.86	332.38	221.86	353.36
Massa del Suelo Seco + Capeta	[g]	237.95	340.92	222.06	276.99	200.04	304.91
Massa del Agua	[g]	28.30	45.45	24.80	35.39	21.82	48.45
Massa del Suelo Seco	[g]	192.51	282.45	170.77	215.52	150.71	247.61
% de Humedad	%	14.70%	16.09%	14.52%	16.42%	14.48%	19.57%
Promedio de Humedad	%	14.70%	16.09%	14.52%	16.42%	14.48%	19.57%
Densidad del Suelo Seco	g/cm³	1.860	1.873	1.745	1.776	1.559	1.608
Peso Unitario Seco	kN/m³	18.245	18.365	17.108	17.415	15.287	15.766

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	865.00	0.00	0.00	99.00	0.00	0.00	694.20	0.00	0.00
		24:00:00	866.00	0.03	0.02	102.00	0.08	0.06	696.20	0.05	0.04
		48:00:00	866.90	0.05	0.04	104.00	0.13	0.10	698.20	0.10	0.08
		72:00:00	867.50	0.06	0.05	104.50	0.14	0.11	700.30	0.15	0.12
		96:00:00	868.00	0.08	0.06	105.00	0.15	0.12	702.40	0.21	0.16

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN		Tiempo	Carga Estándar Kg/cm² / Mpa	MOLDE No D-4				MOLDE No E-5				MOLDE No F-6			
mm	Pulg.			LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA "Kg"	σ Kg/cm2	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00		0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30		293.0	15.14	1.48	235.8	12.19	1.20	190.0	9.82	0.96			
1.27	0.050	01:00		733.2	37.89	3.72	576.8	29.81	2.92	316.9	16.38	1.61			
1.90	0.075	01:30		1154.2	59.65	5.85	721.9	37.31	3.66	371.8	19.21	1.88			
2.54	0.100	02:00	70.31 / 6.9	1605.4	82.97	8.14	124.64	808.2	41.77	4.10	60.87	418.1	21.61	2.12	
3.17	0.125	02:30		1783.5	92.17	9.04	857.9	44.34	4.35	439.7	22.72	2.23			
3.81	0.150	03:00		1865.0	96.38	9.45	894.1	45.69	4.48	455.9	23.56	2.31			
5.08	0.200	04:00	105.46 / 10.35	2028.5	104.83	10.28	108.48	956.5	49.43	4.85	47.34	475.2	24.56	2.41	
6.35	0.250	05:00		2149.2	111.07	10.89	984.8	50.89	4.99	496.8	25.67	2.52			
7.62	0.300	06:00		2197.0	113.54	11.13	1022.2	52.83	5.18	501.7	25.93	2.54			
8.89	0.350	07:00		2214.4	114.44	11.22	1047.4	54.13	5.31	514.8	26.60	2.61			
10.16	0.400	08:00		2234.6	115.48	11.33	1079.7	55.80	5.47	530.3	27.41	2.69			
11.43	0.450	09:00		2261.5	116.87	11.46	1119.8	57.87	5.68	540.7	27.78	2.74			
12.70	0.500	10:00		2284.3	118.05	11.58	1182.6	61.12	5.99	558.5	28.91	2.84			

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 Nota de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S"
 Ing. Alex Urb. Gómez Calla
 INGENIERO EN INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 209126

BACH. C. BARTOLOME PAYET CAMA
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDACIONES
 DNI: 01865624

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

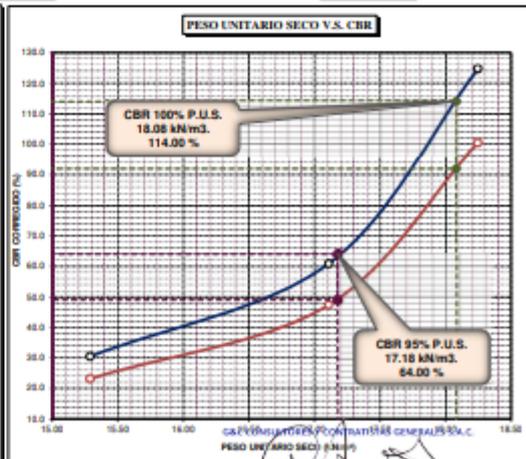
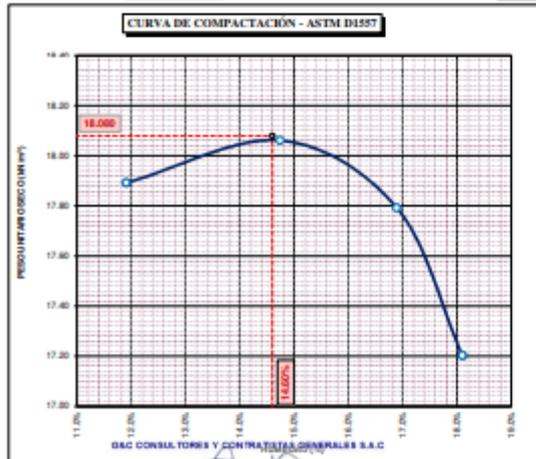
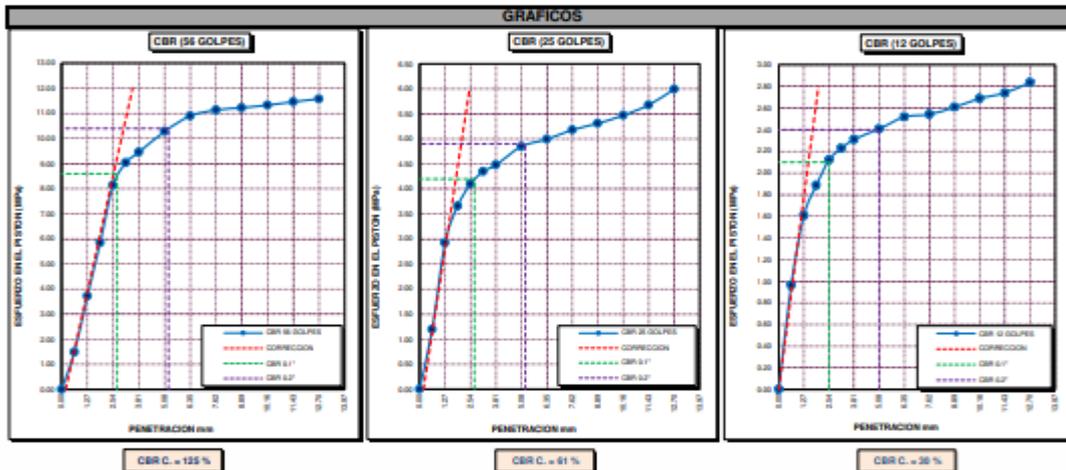
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-009-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM. : SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO	COORDENADAS
CALICATA : C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO	ESTE :
MUESTRA : M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.	NORTE :
DESIFICACIÓN : 4% C.A + 3%CEM	CLASIF. SUELOS : A-7-6 (15)	COTA :

DATOS DE LA MUESTRA	NORMA	DATOS PARA EL ENSAYO
CLASIFICACIÓN (SUCS) : CL	ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO : 18.08 kN/m ³
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-7-6 (15)	METODO DE ENSAYO : Método "A"	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 17.18 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS) : Silta de baja plasticidad con arcilla	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 14.60 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1" %	114.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2" %	92.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1" %	64.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2" %	49.00 %



OBSERVACIONES

LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO
Prueba de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y FUNDAMENTOS
DNI : 01885624

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
CPI : 209176

Límites de consistencia (dosificación 4%C. A + 5% CEM)



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

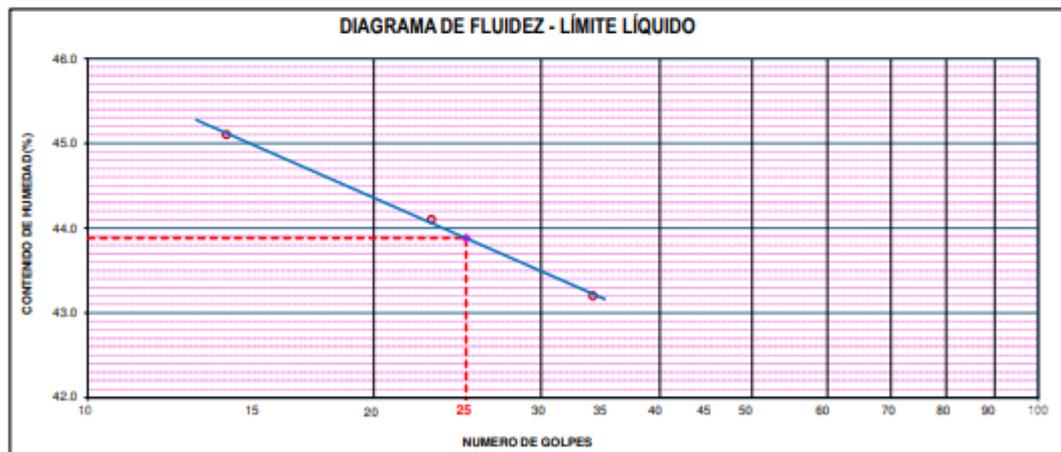
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N° : T_UC_C&C-12/21-010-G&C
		Fecha : 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE :	BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO :	1/4 in.
DOSIFICACION:	: 4% C.A + 5%CEM	CLASIF. SUELOS :	A-7-5 (12)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

LÍMITE LÍQUIDO (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]	65.62	63.49	65.04	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	59.77	58.33	59.51	
MASA DE AGUA	[g]	5.85	5.16	5.53	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	12.98	11.71	12.81	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	45.1	44.1	43.2	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	23	34	

LÍMITE PLÁSTICO (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]	52.18	49.50		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	51.35	48.85		
MASA DE AGUA	[g]	0.83	0.65		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.68	2.14		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	31.0	30.4		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	44.00
LÍMITE PLÁSTICO	31.00
INDICE DE PLASTICIDAD	13.00

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI : 8188624

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP: 209178

Ensayo de Proctor (dosificación 4%C. A + 5% CEM)



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

LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY COMPACTION CHARACTERISTICS OF SOIL USING MODIFIED EFFORT (56,000 ft-lbf/ft³ (2 700 KN-m/m³)) (ASTM D 1557-12e1)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°: T_UC_C&C-12/21-010-G&C
		Fecha: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE:	BACH. DAVID ROBINSON CARDEÑA JUSTO
CALICATA	: C - 01		BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 4% C.A + 5%CEM	CLASIF. SUELOS:	A-7-5 (12)
		COORDENADAS	
		ESTE	:
		NORTE	:
		COTA	:

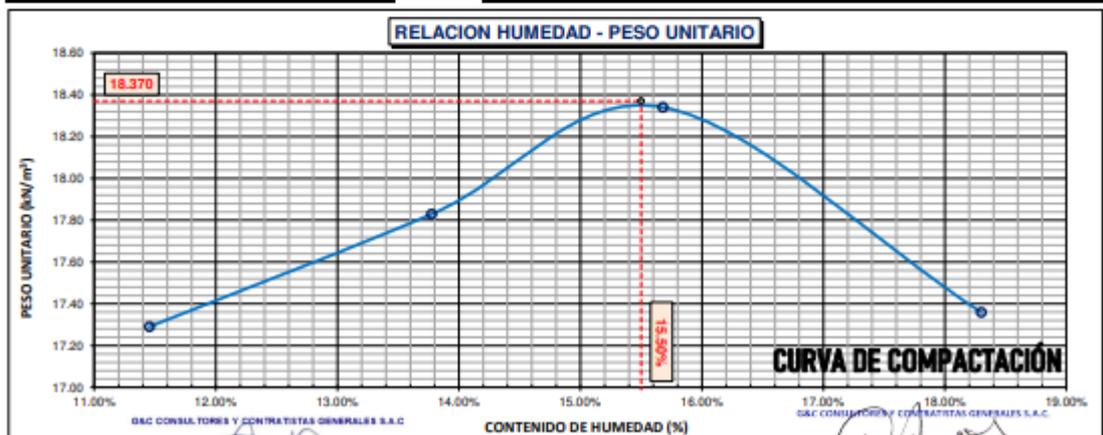
DATOS DE LA MUESTRA		DATOS DEL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	% Ret. Tamiz 3/4"	: METODO DE ENSAYO Método "A"
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-5 (12)	% Ret. Tamiz 3/8"	: No DE CAPAS 05
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad con arena	% Ret. Tamiz N°4:	1.74 %
		GOLPES POR CAPA	25

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]	5524	5621	5710	5645
Masa del Molde	[g]	3681	3681	3681	3681
Masa del Suelo Humedo	g/cm ³	1843	1940	2029	1964
Densidad del Suelo Humedo	g/cm ³	1.965	2.068	2.163	2.094

Capsula No	No	TP-37	TP-38	TP-39	TP-40
Masa de la Capsula	[g]	48.28	48.27	47.33	46.68
Suelo Humedo + Capsula	[g]	292.90	309.82	259.43	258.13
Masa del Suelo Seco + Capsula	[g]	267.76	278.15	230.68	225.42
Masa del Agua	[g]	25.14	31.67	28.75	32.71
Masa del Suelo Seco	[g]	219.48	229.88	183.35	178.74
Humedad (%)	%	11.45%	13.78%	15.68%	18.30%
Promedio de Humedad (%)	%	11.45%	13.78%	15.68%	18.30%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.763	1.818	1.870	1.770
Peso Unitario Seco	kN/m ³	17.29	17.83	18.34	17.36

PROCTOR MODIFICADO	: ASTM D-1557-12e1	PESO UNITARIO SECO	1.873 gr/cc	18.370 kN/m ³
MET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo	HUMEDAD OPTIMA	15.50 %	15.50 %



OBSERVACIONES LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Certificado de calibración N° LT-145-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAVET CCAMA
TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DIR - 01865624

ING. JUAN RAMON GONZALEZ GALLO
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP - 209178

Ensayo de CBR (dosificación 4%C. A + 5% CEM)



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	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021	Registro N°	: T_UC_CBC-12/25-010-G&C
		Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM.	: SUBRASANTE	SOLICITANTE	: BACH. DAVID ROBENSON CARDENA JUSTO
CALICATA	: C - 01	SOLICITANTE	: BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO
MUESTRA	: M - 01	TAMANO MÁXIMO	: 1/4 in.
DOSIFICACION:	: 4% CA + 5%CEM	CLASIF. SUELOS	: A-7-5 (12)
		COORDENADAS	ESTE : NORTE : COTA :

DATOS DE LA MUESTRA		DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS)	: ML	METODO DE ENSAYO	: Método 'A'
CLASIFICACIÓN (AASHTO)	: A-7-5 (12)	PESO UNITARIO SECO	: 18.37 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS)	: Limo de baja plasticidad con arena	HUMEDAD ÓPTIMA	: 15.50 %
		TIEMPO DE INMERSIÓN	: 4 Días (96 Horas)
		TIPO DE MARTILLO	: Manual
		NET. DE PREPARACIÓN	: Húmedo

HOLDE No	COD.	G-7	H-8	I-9				
NUMERO DE CAPAS	n°	5	5	5				
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	n°	56	25	12				
N° SOBRECARGA CIRCULAR	n°	1	1	1				
N° SOBRECARGA ANULAR	n°	1	1	1				
CONDICIONES DE LA MUESTRA		CBR	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO	SIN SUMERGIR	SUMERGIDO

REGISTROS Y CALCULOS DEL ENSAYO							
Massa Suelo Húmedo + Molde	[g]	13085	13610	10876	11065	11223	11892
Massa del Molde	[g]	8458	8458	6847	6847	7809	7809
Massa del Suelo Húmedo	[g]	4627	5152	4029	4218	3414	4083
Volumen del Suelo	cm ³	2122	2122	2108	2108	2137	2137
Densidad del Suelo Húmedo	g/cm ³	2.180	2.427	1.913	2.003	1.597	1.910
Capcula No	No	PC - 55	PC - 56	PC - 57	PC - 58	PC - 59	PC - 60
Massa de la Capcula	[g]	46.04	57.61	45.86	52.31	45.10	54.67
Suelo Húmedo + Capcula	[g]	227.54	413.83	270.76	298.30	259.04	275.80
Massa del Suelo Seco + Capcula	[g]	203.08	364.42	240.58	261.64	230.07	239.13
Massa del Agua	[g]	24.46	49.41	30.18	36.66	28.97	36.67
Massa del Suelo Seco	[g]	157.04	306.81	194.72	209.33	184.97	184.46
% de Humedad	%	15.58%	16.10%	15.50%	17.51%	15.66%	19.88%
Promedio de Humedad	%	15.58%	16.10%	15.50%	17.51%	15.66%	19.88%
Densidad del Suelo Seco	g/cm ³	1.886	2.091	1.656	1.704	1.381	1.593
Peso Unitario Seco	kN/m ³	18.498	20.503	16.244	16.714	13.543	15.627

EXPANSIÓN											
Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
		0:00:00	665.50	0.00	0.00	460.00	0.00	0.00	264.70	0.00	0.00
		24:00:00	665.70	0.01	0.00	460.50	0.01	0.01	265.60	0.02	0.02
		48:00:00	665.90	0.01	0.01	461.00	0.03	0.02	266.00	0.03	0.03
		72:00:00	666.00	0.01	0.01	461.30	0.03	0.03	266.30	0.04	0.03
		96:00:00	666.00	0.01	0.01	462.00	0.05	0.04	267.00	0.06	0.05

PENETRACIÓN															
PENETRACIÓN			Carga Estandar Kg-f/cm ² / Mpa	HOLDE No G-7				HOLDE No H-8				HOLDE No I-9			
mm	Pulg.	Tiempo		LECTURA Kg	Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA Kg	Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)	LECTURA Kg	Kg/cm ²	σ Mpa	CBR Corr. (%)
0.00	0	00:00	0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		0.0	0.00	0.00		
0.63	0.025	00:30	70.31 / 6.9	201.7	10.42	1.02	478.1	24.71	2.42		140.8	7.28	0.71		
1.27	0.050	01:00		689.2	35.62	3.49	734.1	37.94	3.72		225.8	11.67	1.14		
1.90	0.075	01:30		1028.3	53.14	5.21	861.0	44.50	4.36		277.9	14.36	1.41		
2.54	0.100	02:00		1233.7	63.78	6.25	104.35	95.5	49.12	4.82	71.01	306.8	15.86	1.55	22.46
3.17	0.125	02:30		1485.1	76.75	7.53	1027.6	53.11	5.21		336.8	17.41	1.71		
3.81	0.150	03:00		1595.2	82.44	8.08	1085.7	56.11	5.50		349.8	18.06	1.77		
5.08	0.200	04:00		1876.0	96.95	9.51	96.62	1169.4	60.43	5.93	57.29	387.0	20.00	1.96	19.13
6.35	0.250	05:00		2147.3	110.97	10.88	1231.4	63.64	6.24		421.7	21.79	2.14		
7.62	0.300	06:00		2319.3	119.86	11.75	1317.4	68.08	6.68		457.2	23.63	2.32		
8.89	0.350	07:00		2410.1	124.55	12.21	1328.6	68.66	6.73		490.8	25.36	2.49		
10.16	0.400	08:00		2572.7	132.96	13.04	1402.5	72.48	7.11		519.1	26.83	2.63		
11.43	0.450	09:00		2660.1	137.47	13.48	1448.9	74.88	7.34		547.4	28.29	2.77		
12.70	0.500	10:00		2820.7	145.77	14.30	1472.6	76.10	7.46		562.9	30.64	3.00		

OBSERVACIONES: LOS RESULTADOS Y CÁLCULOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
 (Firma de CBR con indicador de lectura digital y transductor de fuerza "CELDA TIPO S")
 BACH. J.C. BARTOLOME FAYET OCAMA
 TECNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
 DNI : 01865624
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA
 JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES
 CIP: 109178

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR)

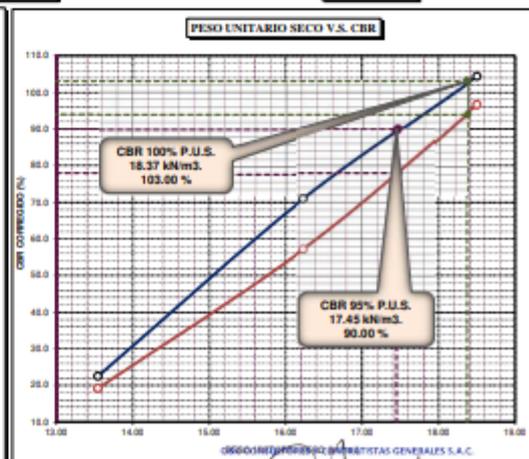
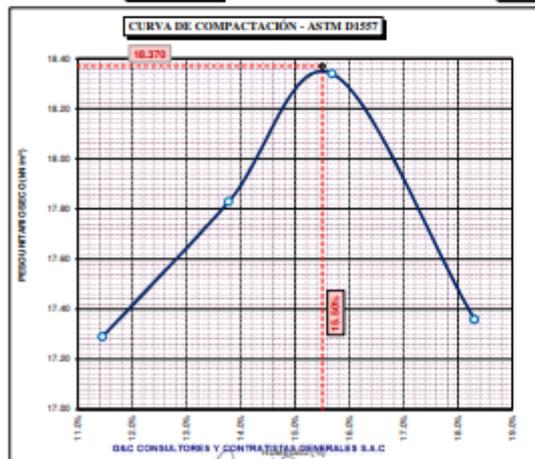
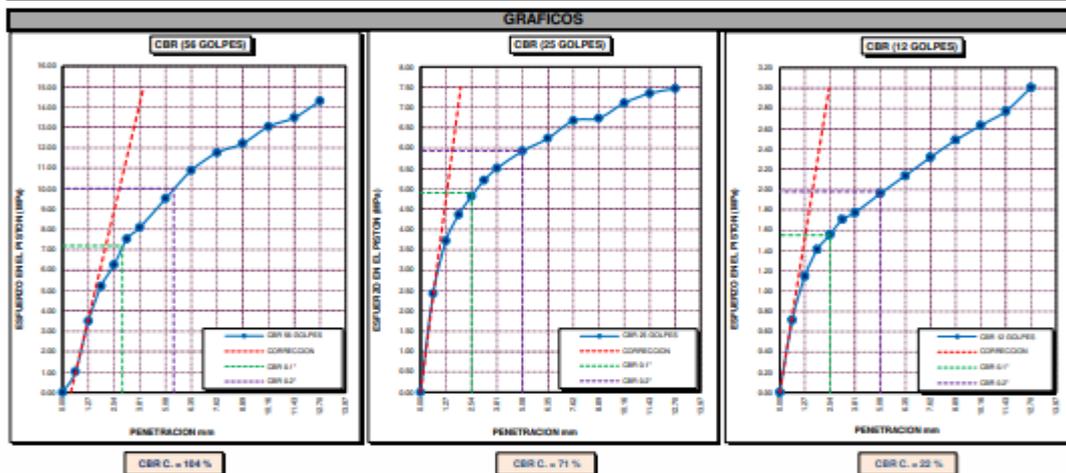
STANDARD TEST METHOD FOR CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) OF LABORATORY - COMPACTED SOILS (ASTM D 1883 - 16)

TESIS	INFLUENCIA DEL CEMENTO Y EL ADITIVO CON-AID SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE EN LA CARRETERA HUATA - YASIN, PUNO - 2021
Registro N°	: T_UC_C&C-12/21-010-G&C
Fecha	: 02 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
UBICACIÓN : DISTRITO DE SAN ROMAN - HUATA - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO		
MEJORAM. : SUBRASANTE	SOLICITANTE : BACH. DAVID ROBINGSON CARDEÑA JUSTO	COORDENADAS
CALICATA : C - 01	BACH. JHONNATAN CONDORI SONCO	ESTE :
MUESTRA : M - 01	TAMANO MÁXIMO : 1/4 in.	NORTE :
DOSIFICACION : 4% C.A. + 5%CEM	CLASIF. SUELOS : A-7-5 (12)	COTA :

DATOS DE LA MUESTRA	DATOS PARA EL ENSAYO	
CLASIFICACIÓN (SUCS) : ML	NORMA : ASTM D-1557-12a1	PESO UNITARIO SECO : 18.37 kN/m ³
CLASIFICACIÓN (AASHTO) : A-7-5 (12)	METODO DE ENSAYO : Método "A"	PESO UNITARIO SECO AL 95% : 17.45 kN/m ³
DESCRIPCIÓN (SUCS) : mo de baja plasticidad con arcilla	TIEMPO DE INMERSIÓN : 4 Días (96 Horas)	HUMEDAD ÓPTIMA : 15.50 %

CBR (100% DE M.D.S.) 0.1"	%	103.00 %	CBR (100% DE M.D.S.) 0.2"	%	94.00 %
CBR (95% DE M.D.S.) 0.1"	%	90.00 %	CBR (95% DE M.D.S.) 0.2"	%	78.00 %



OBSERVACIONES

LAS PRUEBAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
Se realizó de calibración N° LF-122-2021 con fecha 21/12/2021

BACH. J.C. BARTOLOME FAYET CCAMA
TÉCNICO ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS
DNI - 01865624

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA
JEFE DE LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y ENSAYO DE MATERIALES
CIP- 209178

Anexo 3. Certificados de calibración



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-122-2021

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 20302
Solicitante **G & C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**
Dirección AV. SIMÓN BOLÍVAR NRO. 2740, PUNO – PUNO – PUNO
Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión
Prensa Manual Multiusos CBR y Comprensión 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. SIMÓN BOLÍVAR 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

Jefe del laboratorio de calibración



2021-12-28

CEM INDUSTRIAL

JESÚS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
Mz. A, Lote 18, Urb. El Pacífico 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	q(%)	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 CALIBRACIÓN

LL-243-2021

Laboratorio de Longitud

Pág. 1 de 2

Expediente	20302	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.
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	
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

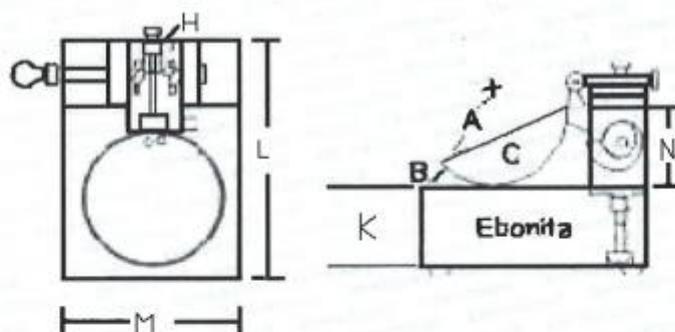
2021-12-28

Jefe del laboratorio de calibración

CEM INDUSTRIAL

JESUS QUINTO C.
JEFE DE LABORATORIO

Centro Especializado en Metrología Industrial
Mz. A, 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



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

Número **LM-262-2021**
 Expediente **20302**
 Página **2-3**

INSPECCIÓN VISUAL

SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBE	TIENE	AJUSTE DE CERO	TIENE	CURSOR	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	0,0008	0,000
2	10,001	0,0010	0,001	19,999	0,0005	-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	0,0005	-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	0,0005	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	1	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	0,0009	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 10e

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



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	61 %	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



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

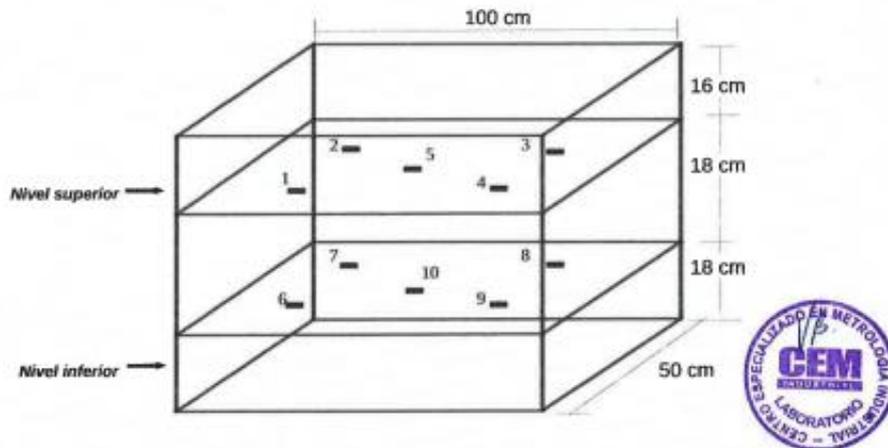
	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	13,4 °C	12,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	52 %	54 %

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 parrillas.
 Los termopares del 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.
 Los termopares del 6 al 10 están ubicados a 2 cm por debajo de la parrilla 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 parrillas.



Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C:

Periodo = 2 minutos

Tiempo (min)	T Ind. (°C) (Termómetro o sonda)	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	108,1	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	106,8	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	102,8	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	110,8	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
F. 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		



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.

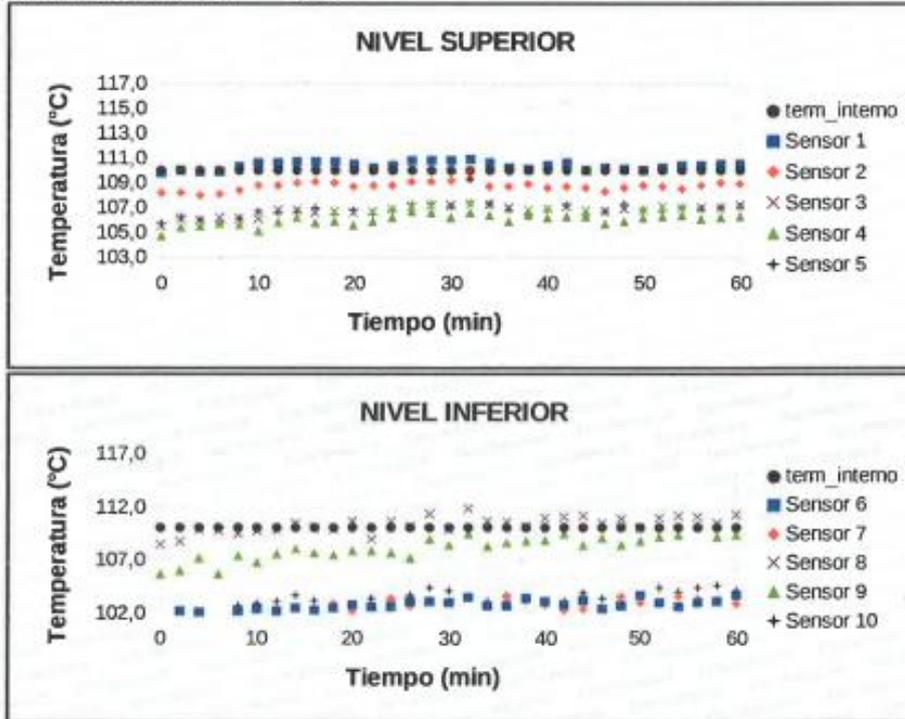
Durante la calibración y bajo las condiciones en que esta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

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 isotermo.



Fin del documento.

Anexo 4. Análisis de costos por mantenimiento

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: MANTENIMIENTO PERIODICO HUATA - YASIN
SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
CLIENTE:
UBICACION: - HUATA - PUNO - PUNO
FECHA BASE: 10-06-2022 **MONEDA:** SOLES

1.1 EXCAVACION PARA SUBRASANTE C/MAQUINARIA						
Rendimiento: 360.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 7.81 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	1.00	0.0222	16.33	0.36	
PEON	HH	3.00	0.0667	14.72	0.98	
					Mano de obra: 1.34	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.34	0.04	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	1.00	0.0222	289.79	6.43	
					Equipos: 6.47	

1.2 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=5 Km						
Rendimiento: 320.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.54 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PEON	HH	2.00	0.0500	14.72	0.74	
					Mano de obra: 0.74	
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	HM		0.0250	132.95	3.32	
					Materiales: 3.32	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.74	0.02	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1.00	0.0250	178.36	4.46	
					Equipos: 4.48	

2.1 PERFILADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE						
Rendimiento: 2,420.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 1.49 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PEON	HH	3.00	0.0099	14.72	0.15	
					Mano de obra: 0.15	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0300	5.00	0.15	
					Materiales: 0.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.15	0.00	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	HM	1.00	0.0033	153.65	0.51	
MOTONIVELADORA 125 HP	HM	1.00	0.0033	165.95	0.55	
CAMION CISTERNA AGUA 4X2 178-210 HP 3000 GAL	HM	0.25	0.0008	168.69	0.13	
					Equipos: 1.19	

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: MANTENIMIENTO PERIODICO HUATA - YASIN
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE:
 UBICACION: - HUATA - PUNO - PUNO
 FECHA BASE: 10-06-2022 MONEDA: SOLES

2.2 EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO

Rendimiento: 450.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 11.00 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PEON	HH	1.00	0.0178	14.72	0.26	
CONTROLADOR OFICIAL	HH	1.00	0.0178	17.19	0.31	
					Mano de obra: 0.57	
EXTRACCION DE MATERIAL PRESTAMO	M3		1.0500	5.00	5.25	
					Materiales: 5.25	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.57	0.02	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	1.00	0.0178	289.79	5.16	
					Equipos: 5.18	

2.3 CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO

Rendimiento: 660.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.82 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
CONTROLADOR OFICIAL	HH	1.00	0.0121	17.19	0.21	
					Mano de obra: 0.21	
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	HM		0.0485	132.95	6.45	
					Materiales: 6.45	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1.00	0.0121	178.36	2.16	
					Equipos: 2.16	

2.4 CONFORMACION DE LA SUB RASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO E=0.30 M

Rendimiento: 1,900.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 3.10 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PEON	HH	4.00	0.0168	14.72	0.25	
					Mano de obra: 0.25	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.1560	5.00	0.78	
					Materiales: 0.78	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.25	0.01	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	HM	1.00	0.0042	153.65	0.65	
MOTONIVELADORA 125 HP	HM	1.00	0.0042	165.95	0.70	
CAMION CISTERNA AGUA 4X2 178-210 HP 3000 GAL	HM	1.00	0.0042	168.69	0.71	
					Equipos: 2.07	

PRESUPUESTO

PROYECTO: **MANTENIMIENTO PERIODICO HUATA - YASIN**

SUBPRESUPUESTO: **CARRETERA**

CLIENTE:

UBICACION: **- HUATA - PUNO - PUNO**

FECHA BASE: **10-06-2022**

MONEDA: **SOLES**

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				67,213.85
1.1	EXCAVACION PARA SUBRASANTE C/MAQUINARIA	M3	3,636.13	7.81	28,398.18
1.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=5 Km	M3	4,545.16	8.54	38,815.67
2	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE				65,770.22
2.1	PERFILADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE	M2	5,470.13	1.49	8,150.49
2.2	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO	M3	2,051.51	11.00	22,566.61
2.3	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO	M3	2,051.51	8.82	18,094.32
2.4	CONFORMACION DE LA SUB RASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO E=0.30 M	M2	5,470.58	3.10	16,958.80
COSTO DIRECTO					132,984.07
GASTOS GENERALES 12%					16,333.50
UTILIDAD 10%					13,298.41
SUB TOTAL					162,615.98
IGV 18%					29,270.88
TOTAL PRESUPUESTO					191,886.86

SON: CIENTO NOVENTA Y UNO MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y SEIS CON 86/100 SOLES

HOJA RESUMEN

PROYECTO: MANTENIMIENTO PERIODICO HUATA - YASIN
CLIENTE:
UBICACION: HUATA PUNO PUNO
FECHA BASE: 10-06-2022 MONEDA: SOLES

PRESUPUESTO BASE

1	CARRETERA	132,984.07
COSTO DIRECTO		132,984.07
GASTOS GENERALES 10%		13,298.41
UTILIDAD 10%		13,298.41
SUB TOTAL		159,580.89
IGV 18%		28,724.56
TOTAL PRESUPUESTO		188,305.45

SON: CIENTO OCHENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS CINCO CON 45/100 SOLES

DESCOMPUESTO DEL COSTOS DIRECTO

MANO DE OBRA	11,975.44
MATERIALES	44,193.27
EQUIPOS	76,815.36
TOTAL DESCOMPUESTO DEL COSTO DIRECTO	132,984.07

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

PROYECTO: MANTENIMIENTO PERIODICO HUATA - YASIN - ADITIVO CON-AID Y CEMENTO IP
 SUBPRESUPUESTO: CARRETERA
 CLIENTE:
 UBICACION: - HUATA - PUNO - PUNO
 FECHA BASE: 10-06-2022 MONEDA: SOLES

1.1 EXCAVACION PARA SUBRASANTE C/MAQUINARIA						
Rendimiento: 360.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 7.81 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OFICIAL	HH	1.00	0.0222	16.33	0.36	
PEON	HH	3.00	0.0667	14.72	0.98	
					Mano de obra: 1.34	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.34	0.04	
TRACTOR SOBRE ORUGAS 190-240 HP	HM	1.00	0.0222	289.79	6.43	
					Equipos: 6.47	

1.2 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=5 Km						
Rendimiento: 320.0000 M3/DIA		Unidad: M3		Costo Unitario: 8.54 x [M3]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PEON	HH	2.00	0.0500	14.72	0.74	
					Mano de obra: 0.74	
CAMION VOLQUETE DE 15 m3	HM		0.0250	132.95	3.32	
					Materiales: 3.32	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.74	0.02	
CARGADOR SOBRE LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	1.00	0.0250	178.36	4.46	
					Equipos: 4.48	

2.1 PERFILADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE						
Rendimiento: 2,420.0000 M2/DIA		Unidad: M2		Costo Unitario: 1.49 x [M2]		
Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
PEON	HH	3.00	0.0099	14.72	0.15	
					Mano de obra: 0.15	
AGUA PARA LA OBRA	M3		0.0300	5.00	0.15	
					Materiales: 0.15	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.15	0.00	
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135 HP 10-12 TN	HM	1.00	0.0033	153.65	0.51	
MOTONIVELADORA 125 HP	HM	1.00	0.0033	165.95	0.55	
CAMION CISTERNA AGUA 4X2 178-210 HP 3000 GAL	HM	0.25	0.0008	168.69	0.13	
					Equipos: 1.19	

PRESUPUESTO

PROYECTO: **MANTENIMIENTO PERIODICO HUATA - YASIN - ADITIVO CON-AID Y CEMENTO IP**
 SUBPRESUPUESTO: **CARRETERA**
 CLIENTE:
 UBICACION: **- HUATA - PUNO - PUNO**
 FECHA BASE: **10-06-2022** MONEDA: **SOLES**

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	PU	PARCIAL
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS				67,213.85
1.1	EXCAVACION PARA SUBRASANTE C/MAQUINARIA	M3	3,636.13	7.81	28,398.18
1.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D=5 Km	M3	4,545.16	8.54	38,815.67
2	MEJORAMIENTO DE SUB RASANTE				83,659.01
2.1	PERFILADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE	M2	5,470.13	1.49	8,150.49
2.2	EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO	M3	2,051.51	11.00	22,566.61
2.3	CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO	M3	2,051.51	8.82	18,094.32
2.4	CONFORMACION DE LA SUB RASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO E=0.30 M	M2	5,470.58	6.37	34,847.59
COSTO DIRECTO					150,872.86
GASTOS GENERALES 12%					18,530.65
UTILIDAD 10%					15,087.29
SUB TOTAL					184,490.80
IGV 18%					33,208.34
TOTAL PRESUPUESTO					217,699.14

SON: DOSCIENTOS DIECISIETE MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE CON 14/100 SOLES

Anexo 5. Panel fotográfico



Fotografía 1. Apertura de la calicata a estudiar



Fotografía 2. Extracción de la muestra a ensayar



Fotografía 3. Cuarteo de la muestra de suelo extraída



Fotografía 4. Recipientes para las diferentes combinaciones de cemento y aditivo



Fotografía 5. Combinaciones de cemento y aditivo con-aid



Fotografía 6. Muestras para el ensayo de Proctor natural



Fotografía 7. Preparación de las muestras para la compactación



Fotografía 8. Ensayo de Proctor para diferentes combinaciones



Fotografía 9. Muestras para el ensayo de CBR natural



Fotografía 10. Ensayo del CBR



Fotografía 11. Preparación de muestras para diferentes combinaciones



Fotografía 12. Ensayo de CBR para diferentes combinaciones