

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Evaluación de las propiedades físico - mecánicas
de entre un suelo estabilizado con cemento y
suelo con polímero 2022**

Anali Villalba Velasque
Maria del Pilar Venegas Vergara

Para optar el Título Profesional de
Ingeniera Civil

Cusco, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



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

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE ENTRE UN SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO Y SUELO CON POLÍMERO 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	docplayer.es Fuente de Internet	2%
3	www.scribd.com Fuente de Internet	2%
4	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
5	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%

9	Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego Trabajo del estudiante	1 %
10	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
11	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
13	edoc.pub Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
18	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
20	repositorio.uns.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

21

repositorio.untrm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

22

Submitted to unsaac

Trabajo del estudiante

<1 %

23

repositorio.unp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

24

dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

25

WALSH PERU S.A. INGENIEROS Y CIENTIFICOS CONSULTORES. "EIA del Proyecto de Explotación de Cantera GNL-2, Cañete - Perú- IGA0000128", R.D. N° 291-2006-MEM/AAE, 2021

Publicación

<1 %

26

Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru

Trabajo del estudiante

<1 %

27

www.dspace.unitru.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

28

repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

29

CONSORCIO RECUPERACION ANDAHUAYLAS. "Plan de Recuperación de Área Degradada

<1 %

por Residuos Sólidos Municipales, como Instrumento de Gestión Ambiental Complementario del Proyecto Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos Cerro San José, Distrito de San Jerónimo, Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac-IGA0020048", R.G. N° 0237-2021-GM-MPA, 2022

Publicación

30

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

SUCAPUCA SANTOS ESTHER ANA. "Plan de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos del Botadero Viscachapampa, Distrito San Pedro de Pillao, Provincia Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco-IGA0013744", R.G.M. N° 326-2020-GM-MPSAC-YHCA, 2021

Publicación

<1 %

32

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

33

kupdf.net

Fuente de Internet

<1 %

34

pdfcoffee.com

Fuente de Internet

<1 %

35

#N/A. "Actualización y Mejora del PAMA para la Infraestructura de Disposición Final de

<1 %

Residuos Sólidos El Zapallal-IGA0016325", R.D.

N° 2261-2016/DSA/DIGESA/SA, 2022

Publicación

36

conosce.osce.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

repositorio.uandina.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

Submitted to Universidad Católica de Santa
María

Trabajo del estudiante

<1 %

40

DQ ASESORIA & CONSULTORIA E.I.R.L..
"Modificación y Actualización del Plan de
Cierre de la Cantera Antigua, Cantera
Ayacucho y Cantera Acumulación Puno-
IGA0020941", R.D. N° 00029-2022-
PRODUCE/DGAAMI, 2022

Publicación

<1 %

41

cybertesis.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

42

repositorio.unu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

43

Submitted to Universidad San Ignacio de
Loyola

Trabajo del estudiante

<1 %

44

www.repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

45

TECNOLOGIA XXI S A. "Modificación del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Fosfatos-IGA0010571", R.D. N° 019-2018-MEM-DGAAM, 2020

Publicación

<1 %

46

Irala Guzman Gustavo Armando. "Criterios de la compactacion de los sueldos granulares", TESIUNAM, 1988

Publicación

<1 %

47

Neri Tlatenchi Alberto Isidro. "Estudio geotécnico del puente vehicular Chimalhuacán, ubicado en el limite del Distrito Federal y el Estado de México", TESIUNAM, 2010

Publicación

<1 %

48

repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

49

"Proceedings of the 6th Brazilian Technology Symposium (BTSym'20)", Springer Science and Business Media LLC, 2021

Publicación

<1 %

50

ECOLOGIA Y TECNOLOGIA AMBIENTAL S.A.C. "PMA del Programa de Adecuación para el Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles Conforme al Decreto Supremo N°

<1 %

014-2010-MINAM, del Lote X-IGA0002128",
R.D. N° 278-2011-MEM/AAE, 2020

Publicación

51

Juan Cosa Martínez. "Utilización de mezclas de residuos para la obtención de cementos de activación alcalina: aplicación en morteros y suelos estabilizados", Universitat Politecnica de Valencia, 2022

Publicación

52

Rivera Carmona Delfino. "Diseño de pavimentos en obras de urbanización", TESIUNAM, 2009

Publicación

53

Almanza Álvarez Isaí. "Estudio del uso de polietileno tereftalato como material de refuerzo de estructuras térreas conformadas por suelos cohesivos", TESIUNAM, 2015

Publicación

54

Frias Castro Mario José, Reyes Luna José Daniel. "Comparacion de indices de resistencia (V.R.S.) en suelos compactados en forma estatica y dinamica", TESIUNAM, 1991

Publicación

55

Miranda Carrión Gabriel Karim. "Scalar field reheating and primordial black hole formation", TESIUNAM, 2020

Publicación

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

<1 %

56

PROYECTOS, ASESORIA, SERVICIOS A LA MINERIA Y ASUNTOS AMBIENTALES SAC - PASMINGA SAC. "Actualización del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Suyckutambo-IGA0001346", R.D. N° 160-2016-MEM/DGAAM, 2020

Publicación

<1 %

57

PUKUNI CONSULTORES Y SERVICIOS GENERALES S.A.C.. "DIA del Proyecto denominado Planta de Incubación ACV-IGA0011984", R.D.G. N° 014-2015-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2020

Publicación

<1 %

58

Ruiz Cortés Noemí Sharon. "Diagnóstico del riesgo de desastre por deslizamientos : la aurora, octubre 1999, Teziutlán Puebla", TESIUNAM, 2016

Publicación

<1 %

59

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

60

#N/A. "Informe de Gestión Ambiental del Proyecto Recuperación de los Servicios de Regulación Hídrica en la Cabecera de la Cuenca del Río Pisco-IGA0020958", R.D.G. N° 186-2019-MINAGRI-DVDIAR-DGAAA, 2022

Publicación

<1 %

61

CHUQUICHAICO SAMANIEGO ELIAS EDILBERTO. "EIA del Proyecto Planta de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Sólidos Añaspampa - Huancayo-IGA0003682", R.D. N° 0126-2010/DIGESA/SA, 2020

Publicación

<1 %

62

IDOM CONSULTING, ENGINEERING, ARCHITECTURE, S.A. SUCURSAL DEL PERU. "Plan de Recuperación de Área Degrada por Residuos Sólidos Municipales, como Instrumento de Gestión Ambiental Complementario del Proyecto de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos El Relleno, Sector El Delfín, Distrito de Pozuzo, Provincia de Oxapampa, Departamento de Pasco-IGA0015385", R.G. N° 008-2021-GRB-M.P.O, 2022

Publicación

<1 %

63

Duarte Lamadrid Jesus Arnoldo. "Manual de practicas para laboratorio de construccion III", TESIUNAM, 1987

Publicación

<1 %

64

FERNANDEZ PASSARO JOSE MANUEL. "EIA del Proyecto de Relleno de Seguridad y Planta de Incineración de Residuos Peligrosos-IGA0005379", R.D. N° 1724-2010/DEPA/DIGESA/SA, 2020

Publicación

<1 %

65

GRUPO LLR E.I.R.L.. "Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos del Botadero El Molino del Distrito de Sicaya, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín-IGA0016207", R.G.S.P. N° 404-2021-MPH/GSP, 2022

Publicación

<1 %

66

IBAÑEZ NAVARRO ISRAEL ESSAU. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Hualmay, Huaura, Santa María, Végueta, Caleta de Carquín y Huacho, Provincia de Huaura, Departamento de Lima-IGA0016378", R.A. N° 323-2018/MPH, 2022

Publicación

<1 %

67

Juan F. Correal, Andrés F. Calvo, David J.A. Trujillo, Juan S. Echeverry. "Inference of mechanical properties and structural grades of bamboo by machine learning methods", Construction and Building Materials, 2022

Publicación

<1 %

68

Leon Ortiz José Jesus. "Geotecnia ambiental", TESIUNAM, 2004

Publicación

<1 %

69

Submitted to Universidad Nacional Autónoma de Chota

<1 %

70

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

71

TECNOLOGIAS Y CONSULTORIAS
ECOLOGICAS S.A.C.. "PAP para el Desmontaje
de Trece (13) Tanques de la Refinería Talara-
IGA0003508", R.D. N° 252-2013-MEM/AE,
2020

Publicación

<1 %

72

CONSULTORES Y AUDITORES AMBIENTALES
ECOEficiencia SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA. "DIA del Camal
Azoguini-IGA0013125", R.D.G. N° 017-12-AG-
DVM-DGAAA, 2021

Publicación

<1 %

73

documentop.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo

Agradecimiento

A mis padres, por su apoyo incondicional en esta etapa que no fue nada fácil, de trabajar y estudiar; sin embargo, el apoyo de mi querida madre me motivó a seguir adelante en cada oportunidad que quise darme por vencida

A todos mis colegas de trabajo y a todas las personas que conocí en cada una de las obras viales donde laboré. Conocí grandiosas personas que confiaron en mí y me brindaron oportunidades para seguir creciendo como profesional; a ustedes que siempre me motivaron para tener este segundo título, mil gracias

Anali

A mis seres queridos y amistades, por su apoyo y aliento para concluir este proyecto

A mis docentes, asesor, dictaminantes y demás profesionales que contribuyeron a que este proyecto de tesis sea un trabajo meritorio

A mí, por el esfuerzo y perseverancia para lograr esta meta trazada

Maria del Pilar

Dedicatoria

A Dios, a mis padres y mi hermanito, por su paciencia y esfuerzo que me permitieron llegar a cumplir mis metas

A toda mi familia por sus palabras de aliento y consejos que hicieron de mí una mejor persona

A todos mis docentes y mis centros de estudios, me permitieron afianzar mis conocimientos para poder ser una profesional de bien.

Anali

A Dios, por permitirme vivir para lograr esta meta.

A Leonardito por ser mi energía cada vez que lo necesité.

A mi querida familia por la paciencia, comprensión y apoyo durante este arduo camino.

Maria del Pilar

Índice de contenido

Agradecimiento	2
Dedicatoria	4
Índice de contenido	6
Índice de tablas	9
Índice de figuras	11
Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Capítulo I: Planteamiento del Estudio	15
1.1 Planteamiento y formulación del problema	15
1.1.1 Problema general	16
1.1.2 Problemas específicos	16
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo general	16
1.2.2 Objetivos específicos	17
1.3 Justificación e importancia	17
1.3.1 Justificación por conveniencia	18
1.3.2 Justificación por relevancia social	18
1.3.3 Justificación práctica	19
1.3.4 Justificación teórica	19
1.3.5 Justificación metodológica	19
1.3.6 Justificación económica	19
1.4 Delimitación del proyecto	20
1.4.1 Delimitación conceptual	20
1.4.2 Delimitación espacial	20
1.4.3 Delimitación temporal	20
1.5 Hipótesis y variables	20

Capítulo II: Marco Teórico	22
2.1 Antecedentes de la investigación	22
2.1.1 Internacional	22
2.1.2 Nacional	23
2.1.3 Local	24
2.2 Bases teóricas	26
2.2.1 Cemento	26
2.2.2 Polímero megasoil	28
2.2.3 Pavimento básico	29
2.2.4 Estabilización de suelos	30
2.2.5 Propiedades físico-mecánicas del suelo	35
2.2.6 Procedimientos de ensayos de laboratorio	38
Capítulo III: Metodología	49
3.1 Método, tipo o alcance de la investigación	49
3.2 Materiales y métodos de recolección de datos	53
3.2.1 Procedimientos de recolección de datos	53
3.2.2 Equipos de medición y de ingeniería	55
3.2.3 Técnicas de análisis de datos	55
Capítulo IV: Resultados Y Discusión	57
4.1 Presentación de resultados	57
4.1.1 Determinación de las propiedades físico – mecánicas del material de cantera Huayacundo	57
4.1.2 Determinación de propiedades físico – mecánicas del material estabilizado con cemento	65
4.1.3 Determinación de propiedades físico – mecánicas del material estabilizado con polímero Megasoil	76
4.2 Análisis de costos de producción del suelo estabilizado con cemento y suelo estabilizado con polímero	88
4.2.1 Hoja de metrados	88

4.2.2	Costo de mano de obra	91
4.2.3	Relación de insumos	91
4.2.4	Análisis de precios unitarios	93
4.2.5	Presupuesto	102
4.3	Discusión de resultados	104
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones		106
5.1	Conclusiones	106
5.2	Recomendaciones	108
Referencias bibliográficas		110
Anexos		114
Anexo 01: Ficha técnica		114
-	Polímero Megasoil	114
-	Cemento	114
Anexo 02: Matriz de consistencia y operacionalización de variables		114
Anexo 03: certificados de laboratorio		114
-	Ensayos de cantera	114
-	Ensayos de estabilizado suelo cemento	114
Anexo 04: Panel fotográfico		114
Anexo 05: Certificados de calibraciones de los equipos de laboratorio		114

Índice de tablas

Tabla 1: Especificaciones técnicas Megasoil	29
Tabla 2: Tamices de la Serie de Suelos	39
Tabla 3: Toma de lecturas de Penetración del ensayo de CBR	47
Tabla 4: Cantidad de muestras tomadas para la investigación del estabilizado con cemento.	51
Tabla 5: Cantidad de muestras tomadas para la investigación del estabilizado con productos químicos:	52
Tabla 6: Cuadro resumen del ensayo Contenido de Humedad de la Cantera Huayacundo	57
Tabla 7: Cuadro resumen del ensayo Limite Liquido, Limite Plástico e Índice de Plasticidad de la Cantera Huayacundo	58
Tabla 8: Resultados promedios del ensayo Granulometría	59
Tabla 9: Cuadro de resumen del ensayo de Granulometría de la Cantera Huayacundo.....	60
Tabla 10: Tabla de resumen del ensayo de Gravedad específica y Absorción de Agregados Gruesos de la Cantera Huayacundo.....	60
Tabla 11: Cuadro resumen del ensayo: Proctor Modificado de la Cantera Huayacundo	61
Tabla 12: Cuadro resumen del ensayo: Proctor Modificado de la Cantera Huayacundo.....	61
Tabla 13: Cuadro de resumen del ensayo Abrasión Los Ángeles de la Cantera Huayacundo	62
Tabla 14: Cuadro de resumen del ensayo Durabilidad al Sulfato de Magnesio de la Cantera Huayacundo.....	62
Tabla 15: Cuadro resumen del material cantera	64
Tabla 16: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras	65
Tabla 17: Granulometría	65
Tabla 18: Límites de Consistencia y Humedad Natural.....	66
Tabla 19: Clasificación SUCS y AASHTO	67
Tabla 20: Abrasión.....	68
Tabla 21: Solidez.....	68
Tabla 22: Composición Química.....	69
Tabla 23: Cuadro resumen del material cantera.....	70
Tabla 24: Análisis de los parámetros de las especificaciones de la EG-2013.....	71
Tabla 25: Relaciones humedad-densidad (suelo-cemento) MTC E1102	72
Tabla 26: Moldeado de probetas en el laboratorio suelo – cemento MTC E1101	73
Tabla 27: Resistencia a la compresión de probetas de suelo – cemento MTC E 1103	73
Tabla 28: Tabla porcentaje cemento	74

Tabla 29: Tabla óptimo contenido de cemento	75
Tabla 30: Ensayo de durabilidad o Humedecimiento y secado de mezclas de suelo-cemento compactadas MTC E 1104-2016.....	75
Tabla 31: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras (EG - 2013)	77
Tabla 32: Granulometría	78
Tabla 33: Límites de Consistencia y Humedad Natural.....	79
Tabla 34: Clasificación SUCS y AASHTO	80
Tabla 35: Proctor Modificado y CBR	81
Tabla 36: Abrasión	81
Tabla 37: Solidez.....	82
Tabla 38: Composición Química.....	82
Tabla 39: Cuadro resumen del material estabilizado con polímero Megasoil	83
Tabla 40: Análisis de los parámetros de las especificaciones de la EG-2013.....	84
Tabla 41: Ensayo de CBR de Suelos en Laboratorio MTC E115, MTC E132	86
Tabla 42: Óptimo cemento.....	87
Tabla 43: Óptimo Megasoil.....	87
Tabla 44: Resumen de metrados estabilizado con cemento	88
Tabla 45: Resumen de metrados de estabilizado con polímero	90
Tabla 46: Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo.....	91
Tabla 47: Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo.....	92
Tabla 48: Análisis de precios unitarios, base estabilizada suelo cemento.....	94
Tabla 49: Análisis de precios unitarios. base estabilizada suelo aditivo	96
Tabla 50: Análisis de precios unitarios de subpartidas, base estabilizada suelo cemento.....	98
Tabla 51: Análisis de precios unitarios de subpartidas, base estabilizada suelo aditivo	100
Tabla 52: Comparativo de presupuesto final.....	103

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación Geográfica de la carretera Km 50+000 al Km 55+000	18
Figura 2: Requisitos Químicos Fuente: (13).....	27
Figura 3: Requisitos Físicos.....	28
Figura 4: Principales procesos y reacciones químicas en los suelos.....	30
Figura 5: Guía de Referencia para la Selección del Tipo de Estabilizador Fuente: (12)	33
Figura 6: Guía Complementaria de Referencia para la Selección del Tipo de Estabilizador Fuente: (12).....	34
Figura 7: Clasificación de suelos según tamaño de partículas Fuente: (12)	35
Figura 8: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad. Fuente: (12)	36
Figura 9: Principales procesos y reacciones químicas en los suelos.....	37
Figura 10: Ensayos y Frecuencias.....	50
Figura 11: Ensayos y Frecuencias.....	52
Figura 12: Procedimiento de recolección de datos y elaboración de ensayos	54
Figura 13: Procedimiento de preparación y ejecución de ensayos en laboratorio	56
Figura 14: Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y parámetros.....	72
Figura 15: Línea de tendencia de los resultados de resistencia.....	74
Figura 16: la línea de tendencia del incremento de pérdida de suelo-cemento	76
Figura 17: Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y parámetros.....	85
Figura 18: CBR alcanzado con los diferentes porcentajes de producto químico usados	87
Figura 19: Costo de hora hombre en obras de edificación.....	91
Figura 20: Reporte Subpartidas.....	98
Figura 21: Reporte Subpartida	100
Figura 22: Presupuesto del suelo estabilizado con cemento	102
Figura 23: Presupuesto del suelo estabilizado con polímero	102
Figura 24: Comparativo de presupuesto final	103
Figura 25: Comparativo entre suelo cemento y suelo aditivo	104

Resumen

Muchas de las canteras ubicadas en las diferentes regiones del Perú no cuentan con buen material para ser una base y/o subbase granular, según lo requerido en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG-2013), puesto que sus propiedades físicas y mecánicas no cumplen con lo exigido; por tal razón se recurre a la estabilización y/o mejoramiento de suelos que permiten mejorar dichas propiedades, este proceso se da a través de aplicaciones de complementos como: emulsión asfáltica, cemento, cal y aditivos químicos (tipo polímeros, aceites sulfonados, enzimas, entre otros) que ofrece el mercado. El trabajo de campo logro establecer la variación de los parámetros físico-mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero Megasoil, además de identificar la diferencia del costo de producción entre un tramo estabilizado con cemento y otro estabilizado con polímero Megasoil, para ello previamente se ejecutó diseños en laboratorio útiles para evaluar las propiedades, así como establecimiento del porcentaje necesario para cada estabilizador. Para la aplicación del estabilizado con cemento se realizó los diseños con ensayos de resistencia a la compresión simple (Norma MTC E 1103), ya que esta garantiza una resistencia mínima de 1,8 MPa (18.35 kg/cm²) a los 7 días de curado, así mismo para el estabilizado con aditivo químico tipo Megasoil se realizó los ensayos de CBR (Norma MTC E132) garantizando un 100(%) de CBR 0.1" y una expansión menor al 5%. Para esta investigación se tomaron muestras de la Cantera Huayacundo Arma ubicada en el Km 51+900 del Tramo 14 para intervenir la plataforma del kilómetro 50+000 al 51+000, se tuvo un ancho promedio de 5.00 m y un espesor de recarga de e=0.20 m, haciendo los cálculos se utilizó un volumen conformado por 4500 m³. Además, se evaluó la viabilidad económica de ambos estabilizadores, hallándose que los costos unitarios por kilómetro estabilizado con cemento y por kilómetro estabilizado con polímero y que el costo por kilómetro con polímero es menor que el costo por km con cemento, la variación se basa en la tasa de diseño producto de los ensayos de laboratorio. De los resultados obtenidos de laboratorio se concluye que ambos estabilizadores polímero Megasoil y cemento mejoran las propiedades mecánicas de resistencia del suelo ya que afecta ligeramente las propiedades físicas del suelo debido a que los porcentajes de uso de aditivos son ínfimos en porcentaje de peso.

Palabras claves:

Estabilización de Suelos, Cemento, Polímero tipo Megasoil

Abstract

Many of the quarries located in the different regions of Peru do not have good material to be a granular base and/or subbase, as required in the General Technical Specifications for Construction (EG-2013), since its physical and mechanical properties do not they comply with what is required; For this reason, soil stabilization and/or improvement is used to improve these properties, this process occurs through applications of complements such as: asphalt emulsion, cement, lime and chemical additives (type polymers, sulfonated oils, enzymes, among others) offered by the market. The field work was able to establish the variation of the physical-mechanical parameters between the stabilization of soils with cement versus Megasoil polymer, in addition to identifying the difference in production cost between a section stabilized with cement and another stabilized with Megasoil polymer, for this previously Useful laboratory designs were executed to evaluate the properties, as well as establishment of the necessary percentage for each stabilizer. For the application of the stabilized with cement, the designs were carried out with simple compression resistance tests (MTC E 1103 Standard), since this guarantees a minimum resistance of 1.8 MPa (18.35 kg/cm²) after 7 days of curing. Likewise, for the stabilized with Megasoil type chemical additive, the CBR tests were carried out (MTC E132 Standard) guaranteeing 100(%) of CBR 0.1" and an expansion of less than 5%. For this investigation, samples were taken from the Huayacundo Quarry. Weapon located at Km 51+900 of Section 14 to intervene on the platform from kilometer 50+000 to 51+000, there was an average width of 5.00 m and a recharge thickness of $e=0.20$ m, making the calculations a volume was used made up of 4500 m³ In addition, the economic viability of both stabilizers was evaluated, finding that the unit costs per kilometer stabilized with cement and per kilometer stabilized with polymer and that the cost per kilometer with polymer is lower than the cost per km with cement, the variation is based on the design rate resulting from laboratory tests. From the results obtained from the laboratory, it is concluded that both Megasoil polymer stabilizers and cement improve the mechanical resistance properties of the soil since it slightly affects the physical properties of the soil due to the fact that the percentages of use of additives are negligible in percentage by weight.

Key words:

Soil Stabilization, Cement, Megasoil type polymer

Introducción

Alrededor del año 2017, el gobierno peruano está llevando a cabo un programa orientado al desarrollo vial, basado en la rehabilitación y construcción de carreteras; ello a nivel de contratos de conservación por niveles de servicio. Este programa se denomina el Proyecto Perú e incluye el uso de estabilizadores como el insumo indispensable para otorgarle mayor vida útil a los suelos, y consecuentemente lograr un considerable ahorro.

Los contratos de conservación por niveles de servicio tienen la finalidad de asegurar el permanente funcionamiento de las carreteras de segunda y tercera clase (carreteras con baja carga vehicular). Asimismo, su objetivo es de asegurar la transitabilidad de la vía durante el periodo de la ejecución del contrato que por lo general es por 5 años, para ello se realiza la intervención de la plataforma a nivel de mejoramiento lo que implica un paquete estructural que comprende un pavimento básico conformado por una base y un tratamiento superficial. Es importante recalcar que la capa que se denominada base, tendrá que cumplir con los requerimientos para poder asegurar la calidad del pavimento y ello implica que debe de ser sometida a una estabilización de suelos que le permita alcanzar propiedades físico-mecánicas necesarias para su calidad.

(1) Alonso Ulate menciona que la utilización de productos o aditivos estabilizadores es una alternativa para el mejorar la transitabilidad de los caminos no pavimentadas en condiciones húmedas y reducir la generación de polvo en condiciones secas. Desde el año 1995 aproximadamente, en Perú se comienza a utilizar los estabilizadores químicos para mejorar las características físico-mecánicas de los suelos para subrasantes de carreteras, esto inicialmente en tramos experimentales evaluados en laboratorio (2).

En el mercado actual existen un sin número de aditivos químicos, los cuales aportan significativamente en el mejoramiento de suelos, sin embargo, muchos de ellos requieren del incremento de cemento más aditivo químico para poder actuar químicamente, como es el caso del aditivo químico Megasoil. En la presente investigación se tuvo como objetivo mejorar las propiedades físico-mecánicas de los suelos para evitar inadecuadas consecuencias, para ello se procuró el uso del aditivo químico Megasoil de acuerdo a las dosificaciones propuestas en su ficha técnica y por otro lado, también el uso de cemento. A partir del trabajo de campo, se realizó una comparación entre ambas estabilizaciones, para determinar cuál de estos obtiene mejores resultados en el tema de calidad y en el tema de costos para la verificación de cómo influye el uso de ambas propuestas.

Capítulo I

Planteamiento del Estudio

1.1 Planteamiento y formulación del problema

El crecimiento social, económico y mundial de un país principalmente se debe a sus vías de comunicación, ya que a través de ellas se logran las conexiones comerciales, sociales, culturales, etc. Las carreteras como vías de comunicación permiten la conexión entre ciudades y el desarrollo de las mismas, pero para que ello sea óptimo se requiere de una pavimentación durable y con más vida útil (3).

Siendo esto así es importante repensar la forma de alargar la vida útil de los pavimentos, así como mejorar la calidad de los mismos, por ello nace la necesidad de conocer bien las características de los materiales para la construcción de un buen pavimento. Para tener un suelo mejorado con propiedades adecuadas para la pavimentación es necesario la estabilización del suelo, este proceso consiste en la alteración de una o más propiedades, ya sea por medio químico o mecánico, es importante aclarar que los suelos pueden tener diferente tipo de estabilización para aumentar su fuerza y durabilidad, lo que les ayuda a evitar el polvo en trochas, así como la erosión. En pocas palabras la estabilización de suelos es el resultado de la creación de un material del suelo que permanecerá en su lugar bajo las condiciones de su diseño (4).

Al respecto Botasso, Fensel, y Ricci, establecen que la estabilización comprende productos con uso definido en los suelos arcillosos. Aclaran que los estabilizantes iónicos fueron utilizados inicialmente en la industria petrolera sudafricana y canadiense y se clasifican en estabilizadores con base polimérica y estabilizantes derivados del petróleo, emulsionados o sulfonados (5).

La estabilización del suelo se define como la mejora de las propiedades físicas del suelo mediante métodos mecánicos y la adición de productos químicos naturales o sintéticos. La estabilización del suelo consiste en la resistencia mecánica y la constancia de tales propiedades en el tiempo. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

El Megasoil se usa en suelos naturales, suelos no plásticos como plásticos, desde gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivos. Este presenta diversos beneficios como: 1. Aumenta la capacidad de soporte del suelo (CBR) 2. Reduce la Plasticidad 3. Reduce la permeabilidad 4. Reduce la expansión por humedad. Si la obra requiere estabilizar con cemento, se puede reemplazar parte del cemento por Megasoil, obteniendo de esta manera beneficios económicos y técnicos.

Un caso práctico del uso del cemento más aditivo Megasoil se realizó en el servicio de Gestión y Conservación por niveles del corredor vial Emp. 3.5 Abra Tocto-Querobamba-Puquio, en este se aprecia que la mezcla del material con el estabilizador se lleva a cabo en el lugar de acopio con una dosificación del 1% de cemento Pórtland o 0,002% de polímero. Una vez mezclado se lleva a la

plataforma de la vía; para la extensión del material se usa una motoniveladora, posteriormente se riega con agua para lograr la humedad óptima de compactación. Después de la compactación (2 a 3 días para cemento, al día siguiente para el polímero) se procede a realizar riego de emulsión diluida para mejorar la adherencia entre la base y el mortero asfáltico que se colocará posteriormente. Finalizado el riego se espera 1 día para colocar el mortero asfáltico. Teniendo como resultados una evaluación de deflectometría correcta con valores por debajo de los máximos permisibles.

La presente investigación estudió la posibilidad de mejorar las propiedades físico-mecánicas del material de cantera mediante la adición de cemento y de cemento más aditivo químico (Megasoil), para finalmente determinar los porcentajes óptimos para cada tipo de estabilizado, con el fin de cumplir con los requerimientos de la norma EG-2013, además de poder comparar ambos tipos de estabilización desde el punto de calidad y costos para poder definir cuál de estos dos obtiene mejores resultados para su uso en plataforma.

1.1.1 Problema general

¿Cuál es la evaluación comparativa de los parámetros físico -mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022?

1.1.2 Problemas específicos

1. ¿Cuáles son los parámetros físicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022?
2. ¿Cuáles son los parámetros mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022?
3. ¿Cuál es la evaluación comparativa en lo que respecta al costo de producción de un sector Km 50+000 al Km 55+000 estabilizado con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022?

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Evaluar los parámetros físico-mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Determinar los parámetros físicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022
2. Establecer los parámetros mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022
3. Estimar el costo de producción del sector Km 50+000 al Km 55+000 estabilizado con cemento y un tramo estabilizado con polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022.

1.3 Justificación e importancia

Límites de la Investigación:

- a. Ubicación:** Se realizó el estudio en la vía que se encuentra ubicada en la Provincia de Huaytara, Región de Huancavelica.
Punto de Inicio: Km 50+000 del distrito de Huayacundo en dirección a la vía Libertadores
Punto Final: Km 55+000 con una altitud aproximada de 3400 m.s.n.m.
- b. Ubicación Política:**
Distrito: Huayacundo Arma
Provincia: Huaytara
Departamento: Huancavelica
- c. Tipo de Carretera:** El Tramo 14: Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Ruta HV-117 que abarca la zona de EMP.PE-28D (DV. SINTO) - EMP.PE-28A (DV. HUAYACUNDO ARMA) es una carretera de bajo volumen de tránsito.
- d. Clasificación según su función:** Carretera de tercer orden con IMD<400 vehículos
- e. Clasificación de acuerdo con sus condiciones geográficas.** Carretera en terreno accidentado con pocas lluvias en época de estiaje e intensas precipitaciones en época de lluvias, así como la presencia de niebla extremadamente densa.
- f. Temporalidad:** La tesis se realizó en dos etapas: la primera permitió la ejecución de trabajos de campo y laboratorio en el mes de Julio y agosto del 2022; y la segunda, de procesamiento de información en gabinete en el periodo de Setiembre, octubre y noviembre del 2022.
- g. Población de estudio:** La población está constituida por la Cantera de Cerro denominada Huayacundo Arma ubicada en el Km 51+900 del Tramo 14, la cantera se encuentra a 3600 m.s.n.m. Y los kilómetros de plataforma evaluados serán del Km 50+000 al Km 55+000, con

un total de 5 km equivalentes a 5000 metros lineales con un ancho promedio de 4.50 m y un espesor de recarga de 0.20 m, conforman un volumen correspondiente a 4500 m³.



Figura 1: Ubicación Geográfica de la carretera Km 50+000 al Km 55+000

Fuente: Google Earth (2022)

1.3.1 Justificación por conveniencia

La realización de esta investigación es conveniente ya que los resultados de los estudios permiten conocer si la aplicación del polímero Megasoil en la estabilización de suelos es óptima; así mismo por la evaluación de costos se distingue si la estabilización con cemento es más rentable que la estabilización con polímero.

1.3.2 Justificación por relevancia social

La realización de esta investigación contribuye en la ejecución de proyectos viales en zonas donde se requiera la estabilización de suelos brindándole mayores opciones al momento de elegir algún tipo de estabilizador, ya que se debe verificar la eficiencia técnica y rentabilidad para su aplicación.

1.3.3 Justificación práctica

La presente investigación nace a raíz del caso práctico del Servicio de gestión, mejoramiento y conservación val por niveles de servicio del corredor vial N°7 - Tramo II: EMP. HV-118 HUAMBO; EMP. PE-1SC (CHAULISMA) - SAUCE (IC-106); EMP. PE-28D (DV. SINTO) - EMP- PE-28A (DV. HUAYACUNDO ARMA), ubicado en la provincia de Huaytara y Castrovirreyna en el departamento de Huancavelica, donde según el Plan de Gestión Vial se ejecutó la conformación de una capa de base de pavimento básico que será estabilizada con suelo cemento; sin embargo en el tramo final, existe una longitud de 5 km que serán estabilizados con suelo cemento más aditivo químico Megasoil, y es a raíz de este pequeño tramo que nace el cuestionamiento de que estabilizado es mejor, en el aspecto de calidad y en el aspecto de costos; ya que ambos cumplirá la misma función.

1.3.4 Justificación teórica

La investigación se justifica en la medida que aporta conocimiento sobre estabilizadores de suelos empleando como aditivo el polímero Megasoil para la estabilización, además que deja establecido que el polímero Megasoil y el cemento trabajan proporcionando información sobre las mejoras en las propiedades mecánicas de los suelos que serán utilizados como base del pavimento básico. Asimismo, permite tener conocimiento respecto de los costos de aplicación de cada uno de ellos.

1.3.5 Justificación metodológica

Metodológicamente se justifica en la medida que se validaron instrumentos para el trabajo de campo elaboradas a partir de las normas proporcionadas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para obras de mantenimiento o conservación, así como el Manual de Ensayos de Laboratorio. Por otro lado, se validó el proceso de evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los suelos, determinadas mediante ensayos de laboratorio de ambos estabilizadores, con esta investigación se contribuirá a la comparación de los beneficios de los estabilizadores evaluados.

1.3.6 Justificación económica

Se justifica en la medida que gracias a los estudios se ha podido establecer que resulta más conveniente económicamente la aplicación del aditivo Megasoil en comparación al cemento, ya que estos se ven afectados por la tasa de diseño a utilizar, así como el costo del aditivo.

1.4 Delimitación del proyecto

1.4.1 Delimitación conceptual

La investigación se enfocó en el estudio de las propiedades físico mecánicas de los suelos del Tramo II con la aplicación del polímero (Megasoil), este estudio se centró en determinar la variación entre parámetros de resistencia confinada (CBR) y no confinada (resistencia a la compresión simple),

1.4.2 Delimitación espacial

La investigación se realizó en el Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Ruta HV-117 que abarca la zona de EMP.PE-28D (DV. SINTO) - EMP.PE-28A (DV. Huayacundo Arma) con progresiva de inicio Km 00+000 y progresiva final Km 55+741, realizándose directamente la evaluación de la Cantera Huayacundo Arma ubicada en el Km 51+900.

1.4.3 Delimitación temporal

La evaluación de la Cantera Huayacundo Arma y los ensayos de dosificación y diseños se realizaron en la temporada de marzo - mayo 2022.

1.5 Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis general

La variación de la estabilización de suelos con la adición de cemento versus la adición de un polímero Megasoil deberá cumplir con la resistencia a la compresión simple de 1.8 Mpa y un valor de CBR superior al 100% de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022.

1.5.2. Hipótesis específica

1. El porcentaje de cemento y polímero (Megasoil) utilizado para la estabilización de suelos no afecta los parámetros físicos, por ser porcentajes ínfimos respecto al peso suelo correspondiente a la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022.
2. El porcentaje de cemento y polímero (Megasoil) utilizado para la estabilización incrementa considerablemente los parámetros mecánicos del material de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022

3. El costo de producción determinado para cada tipo de estabilizado varía de acuerdo con los porcentajes de cemento y polímero (Megasoil) utilizados, siendo de mayor costo el cemento frente al polímero (Megasoil)

Capítulo II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Internacional

(6) Rivera y otros (2020) en el artículo de revisión titulado “Estabilización química de suelos – materiales convencionales y activados alcalinamente”, tuvieron como objetivo presentar una breve descripción de los materiales tradicionalmente utilizados en la estabilización química de los suelos tales como cemento Portland, cal, cenizas volantes (CV), escorias siderúrgicas de alto horno (GBFS) y sales; seguido de la presentación de algunos de los resultados más relevantes de estabilización de suelos utilizando materiales cementantes activados alcalinamente. Adicionalmente, desarrollaron las posibles ventajas y desventajas de la utilización de este material alternativo, sus oportunidades y retos asociados a su aplicación. La metodología usada para la estabilización de suelos fue de estabilización mecánica, física, química y biológica. La conclusión del review en base a los estudios realizados afirma que el cemento Portland es uno de los materiales más utilizados en el sector de la construcción en diferentes aplicaciones, entre estas la estabilización de suelos, debido a su producción se ha íntimamente relacionada con el calentamiento global asociado a las altas temperaturas utilizadas en el proceso de producción, el excesivo consumo energético y de recursos naturales.

El antecedente se relaciona con el tema de investigación en la medida que la aplicación de cementantes activados alcalinamente en el proceso de estabilización de suelos se ha venido incrementando en el tiempo de manera notable, particularmente por la posibilidad de hacer uso como precursores del cementante de algunos residuos o subproductos, minimizando el consumo de recursos naturales y contribuyendo a menores consumos energéticos. Sin embargo, algunos de los residuos no cuentan con la calidad, cantidad y homogeneidad suficiente para su utilización masiva en todos los países, lo cual implica que se deben identificar fuentes de precursores viables locales que, cumpliendo con criterios de calidad, permitan la implementación de la tecnología. Por ejemplo, debe investigarse el uso de residuos cerámicos o de construcción y demolición y de puzolanas volcánicas, materiales que han demostrado ser excelentes precursores de cementantes alcalinos para otros tipos de usos y cuya disponibilidad puede ser factible en numerosas regiones.

(7) Georgees y otros (2016) en su artículo científico titulado “Performance Improvement of the Granular Pavement Materials Using Polyacrylamide Based Additive”, tuvieron como objetivo

investigar los beneficios del aditivo PAM sintético sobre las propiedades básicas y de ingeniería para tres tipos de suelos, para lo cual se llevó a cabo una investigación de laboratorio para evaluar el desempeño de los materiales tratados con poliacrilamida en aplicaciones de subbases de pavimento para carreteras de bajo volumen. Los métodos de prueba que realizaron fueron: una prueba de laboratorio para determinar el comportamiento ingenieril de las muestras; esto incluía compactación proctor modificada, resistencia a la compresión no confinada (UCS), y pruebas de relación de carga de California (CBR) y permeabilidad. En base a los resultados de los estudios realizados concluyeron que el uso del estabilizador PAM ha aumentado la densidad seca máxima de todos los suelos tratados. También se incrementó la resistencia a la compresión no confinada y el nivel de mejora dependió del tipo de suelo. Además, el tiempo de envejecimiento no ha afectado a la resistencia de todos los suelos tratados. El uso de PAM ha aumentado el CBR no empapado para todos los suelos tratados y se encontró que el nivel de mejora varía con el tipo de suelo. Además, PAM ha reducido la permeabilidad de todos los suelos tratados. La tasa de reducción de la permeabilidad fue mayor en suelos con alto contenido de finos y menor en suelos con menor contenido de finos. Las propiedades de ingeniería estándar investigadas incluyen la relación entre la densidad seca y el contenido de humedad, la resistencia a la compresión no confinada (UCS), la relación de carga de California (CBR) y la conductividad hidráulica.

El antecedente se relaciona con el tema de investigación en la medida que las principales características de los polímeros para la estabilización de suelos son poseer excelentes propiedades mecánicas, buena adherencia a las partículas del suelo y alta resistencia al agua, productos químicos y efectos ultravioleta, además de reducir la frecuencia de mantenimiento. La estabilización con polímeros se adopta principalmente cuando se desea aumentar la resistencia y la rigidez, disminuir la susceptibilidad a la humedad y mantener las características de flexibilidad del pavimento.

2.1.2 Nacional

(8) Carranza Ortiz, y otros (2021), autores de la tesis titulada “Aplicación de los aditivos Proes Y Conaid para mejorar la Capacidad de Soporte (CBR) de la subrasante en la vía de acceso al C.P. Barraza, Laredo, La Libertad-2018”, tuvieron como objetivos específicos: determinar compresión Simple no confinada del suelo y las propiedades mecánicas (CBR) con la aplicación de los aditivos iónicos más cemento portland tipo MS con dosificación de 0.30 L/m³ + 50 Kg/m³ para PROES y 0.05 L/m³ + 50 Kg/m³ para CONAID, también evaluar y comparar los aditivos iónicos PROES Y CONAID para la resistencia a la compresión simple no confinada y el aumento de CBR según las dosificaciones establecidas por sus especificaciones técnicas. Como metodología de investigación aplicaron un diseño experimental bifactorial, ya que en el diseño manipularon una o más variables

vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable independiente de interés. Concluyeron que para el ensayo de CBR el aditivo líquido CONAID tiene un aumento del 10% pero el aditivo líquido PROES aumenta a un 13% teniendo mejores resultados en las propiedades mecánicas que CONAID, lo cual mejoró la subrasante inadecuada a buena. Por otra parte, el aditivo sólido PROES aumenta a un 70% y el aditivo sólido CONAID a un 58%, ambos aditivos mejoraron la subrasante inadecuada a excelente. Asimismo, se determinó para el ensayo de compresión simple no confinada, que el aditivo líquido CONAID obtiene 56.03 kPa y el aditivo líquido PROES obtiene mejores resultados en la resistencia a compresión teniendo un 61.42 kPa, ambos aditivos mejoraron el suelo blando a un suelo mediano. Del mismo modo, se determinó para el ensayo de Compresión Simple no Confinada, que el aditivo sólido CONAID que tiene 138.43 kPa, y que el aditivo sólido PROES obtiene mejores resultados en la resistencia a compresión teniendo un 208.16 kPa, así PROES mejoró el suelo blando a un suelo muy firme y CONAID a firme.

(9) Salazar Arribasplata (2019), autor de la tesis de pregrado titulada “Influencia de la adición del Polímero Megasoil en los porcentajes de 2%, 4%, 6%, en el CBR del material de cantera para afirmados”, tuvo como objetivo general determinar la influencia de tres porcentajes del polímero Megasoil en el CBR del material de cantera para afirmados. La metodología empleada en la investigación fue la experimental, en donde la variable independiente fueron los porcentajes (2%, 4% y 6%) y la variable dependiente fue la medición de la capacidad portante del suelo (CBR) y sus propiedades físicas y mecánicas. Concluye contrastando que al agregar a un material de cantera para afirmado un mayor porcentaje del polímero Megasoil incrementa su CBR con respecto a la muestra patrón, al adicionar 2%, 4% y 6% del polímero se incrementa el CBR en un 14%, 26% y 33% respectivamente; con respecto al límite líquido e índice de plasticidad se determinó su variación respecto al 2%,4%,6% de Megasoil los cuales fueron incrementando al aumentar el % de adición del estabilizante Megasoil, de esta manera se obtuvo un límite líquido del material de cantera de 18.40% e índice de plasticidad: NP; adicionando 2% de Megasoil se obtuvo un límite líquido de 20.30% y un IP: NP; al adicionar 4% de polímero se obtuvo un LL de 23.10% y un IP: NP y finalmente adicionando 6% de polímero se obtuvo un LL de 25.60% y un IP: NP. Además, afirma que la densidad seca máxima del material de cantera para afirmados es directamente proporcional con la adición del polímero Megasoil, a medida que se incrementa la dosificación en % de Megasoil la densidad aumenta.

2.1.3 Local

(10) Ñahui Velasque y otros (2021), autores de la tesis de pregrado “Aplicación de aditivo químico cloruro de sodio para la conservación de la carretera departamental HV116 tramo km 59.914 – km 60.914, Huancavelica – 2020” tuvieron como objetivo general determinar la influencia de la

aplicación del aditivo químico cloruro de sodio en la conservación de la carretera departamental HV-116 tramo Km 59.974 - Km 60.374 Huancavelica, 2020 y determinar la influencia de la aplicación del aditivo químico cloruro de sodio en las propiedades físicas y mecánicas de la carretera departamental HV-116 tramo Km 59.974 - Km 60.374 Huancavelica, 2020. La metodología aplicada en la investigación fue de tipo aplicada, este método aplica conocimientos fundados mediante la observación previa del problema para elaborar el experimento tomando un control de este para garantizar la fidelidad de la hipótesis, se siguieron las pautas del tipo aplicada ya que no requirió del desarrollo de previas teorías, no obstante, se respetó las normas vigentes, métodos y teorías previas en investigaciones semejantes. La investigación concluye afirmando en base a los resultados obtenidos al aplicar el cloruro de sodio NaCl en dosificaciones 2%, 4% y 6% en calicatas A, B y C en relación al peso seco de la muestra, se obtuvo las mejores propiedades para la calicata A ya que el índice de plasticidad que se obtuvo disminuyó en 4.86, 4.32 y 3.67% respectivamente, y el índice de plasticidad de la muestra sin tratamiento fue de 5.03%. El CBR al 100% se incrementó con la aplicación del aditivo químico NaCl, en el caso de la calicata A el incremento mayor se obtuvo con la incorporación del 4% de NaCl a 10.80% del CBR, en comparación del suelo natural que fue de 5,34% del CBR. En conclusión, aplicar el aditivo químico cloruro de sodio tiene un efecto favorable en la conservación de la carretera no pavimentada HV-116 tramo km 59.914 – km 60.914, ya que mejora las características físicas y mecánicas de los suelos que alojan a esta carretera evitando el rápido deterioro, al tránsito vehicular, sobre la superficie de rodadura. Es así que se tendrá una disminución en la formación de baches, pérdida de material, encalaminados y erosión prematura.

(11) Urcia García (2019), autor en su tesis de pregrado con título “Estabilización del suelo con la aplicación de Cemento portland tipo I para la mejora de la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca – Quichuas. Región Huancavelica”, tuvo como objetivos específicos determinar de qué manera la estabilización de suelos con la aplicación de cemento Portland tipo I mejora la resistencia al esfuerzo cortante en el mantenimiento vial a nivel de afirmado, determinar de qué manera la estabilización del suelo con la aplicación de cemento portland tipo I mejora la resistencia a la abrasión en la carretera a nivel de afirmado y determinar qué manera la estabilización de suelos con la aplicación del cemento portland tipo I mejora el tipo de suelo en la carretera a nivel de afirmado en el tramo: Izcuchaca-Quichuas, Región Huancavelica. La metodología utilizada fue de tipo aplicada, de nivel descriptivo explicativo, de diseño experimental. La población fue la zona en estudio del proyecto de investigación que se encuentra en la región Huancavelica. La muestra se encuentra en el tramo comprendido entre las localidades de Izcuchaca km. 191+500-Quichuas km. 228+000. De los resultados queda demostrado que la aplicación del cemento portland tipo I mejora la resistencia al esfuerzo cortante en vías afirmadas en un porcentaje de 16.2%, modificando sus propiedades físicas y mecánicas del suelo y alargando de esta manera su tiempo de vida útil. De los ensayos quedó demostrado que la aplicación del cemento portland tipo I mejora la estabilización de suelos a nivel

de afirmado, se concluye que la aplicación del cemento Portland tipo I aplicado como estabilizador de suelos mejoró el comportamiento estructural en el mantenimiento vial, mejoró la resistencia al esfuerzo cortante y la resistencia a la abrasión tramo Izcuchaca-Quichuas, Región Huancavelica en el 2017.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Cemento

El cemento hidráulico es un producto obtenido a partir de la pulverización del Clinker portland con adición de yeso natural en casos eventuales, este se forma tras la calcinación de la caliza y arcilla a temperatura que fluctúan entre 1350° y 1450°C. (7) Acorde la NTP 334.009 el cemento Portland se divide en cinco tipos acorde con sus propiedades:

- Cemento Portland Tipo I: Utilizada para uso en general, no requiere propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- Cemento Portland Tipo II: Utilizada para uso general, y en especial cuando se desea una moderada resistencia a los sulfatos o calor de hidratación moderado.
- Cemento Portland Tipo III: Utilizada cuando se necesita altas resistencias iniciales.
- Cemento Portland Tipo IV: Para utilizarse cuando se desea mínimo calor de hidratación.
- Cemento Portland Tipo V: Para utilizarse cuando se desea buena resistencia a los sulfatos.

(12)

Requisitos químicos del cemento portland: Cada uno de los tipos de cemento Portland definidos deberán cumplir los respectivos requisitos químicos prescritos en la siguiente Figura:

Composición química	Método de ensayo aplicable	Tipos de cemento				
		I	II	III	IV	V
Dióxido de Silicio(SiO ₂), % mín.	334.086	-	20,0 (C,D)	-	-	-
Óxido de aluminio(Al ₂ O ₃) % máx.		-	6,0	-	-	-
Óxido Férrico(Fe ₂ O ₃)% máx.		-	6,0 (C,D)	-	6,5	-
Óxido de Mangnesio(MgO) % máx.		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Trióxido de Azufre(SO ₃)% máx.(A)						
Cuando C ₃ A ≤8%		3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
Cuando C ₃ A >8%		3,5	(B)	4,5	(B)	(B)
Pérdida por ignición,% máx.		3,0	3,0	3,0	2,5	3,0
Residuo insoluble, % máx.	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Silicato Tricálcico (C ₃ S) %(máx) (E)	Véase Anejo C	-	-	-	35(C)	-
Silicato Dicálcico (C ₂ S) %(mín) (E)		-	-	-	40(C)	-
Aluminato Tricálcico (C ₃ A) %(máx) (E)		-	8	15	7(C)	5(D)
Alumino-ferrito tetracálcico más dos veces el Aluminato Tricálcico (C ₄ AF+2(C ₃ A))) ó Solución Sólida (C ₄ AF+C ₂ F) máx.		-	-	-	-	25(D)

Figura 2: Requisitos Químicos Fuente: (13)

(A) Hay casos en los que él (SO₃) óptimo (determinado con el método de ensayo indicado en NTP 334.075) para un cemento particular está muy cerca o excede el límite de esta NTP. En estos casos, cuando las propiedades de un cemento pueden mejorarse con un exceso en el límite de SO₃ dados en esta figura, estos valores pueden permitirse con la condición de que se haya demostrado mediante la NTP 334.093, que este cemento con exceso de SO₃ no desarrollará expansión en agua que sobrepase el 0,020% a los 14 días. Cuando el fabricante suministra cemento bajo esta provisión, facilitará a solicitud del comprador datos sustentatorios. Siendo que deben de entenderse de la siguiente manera:

(B) No aplicable

(C) No aplicable cuando se especifique el límite de calor de hidratación de la figura 2.

(D) No aplicable cuando se especifique la resistencia a los sulfatos límite de la figura 2.

(E) Véase Anejo C para el cálculo

Requisitos físicos del cemento portland: Cada uno de los 5 tipos de cemento Portland deberá cumplir con los requisitos físicos indicados en la figura 3:

Características	Método de ensayo aplicable	Tipo de cemento				
		I	II	III	IV	V
Contenido del aire de mortero (A), % volumen máx. min.	NTP 334.048	12 -	12 -	12 -	12 -	12 -
Finura Superficie Específica, (m²/kg) (Métodos alternativos)(B) Ensayo de Turbidímetro (NTP 334.072), mín.	NTP 334.072	160	-	160	160	160
Ensayo de Permeabilidad (NTP 334.002), mín.	NTP 334.002	280	-	280	280	280
Expansión en autoclave (NTP 334.004), %, máx.	NTP 334.004	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Resistencia (NTP 334.051), no menor que los valores mostrados para las edades indicadas a continuación (C) Resistencia a la Compresión, MPa 1 día 3 días 7 días 28 días	NTP 334.051	- 12,0 19,0 -	- 10,0 17,0 -	12,0 24,0 24,0 -	- - - 17,0	- 8,0 8,0 21,0
Tiempo de fraguado (Métodos alternativos) (D)						
Ensayo de Gilmore (minutos) Fraguado inicial: No menor que, mín. Fraguado final: No mayor que, mín.	NTP 334.056	60 600	60 600	60 600	60 600	60 600
Ensayo de Vicat (NTP334.006) (minutos) (E) Tiempo de fraguado: No menor que, mín. Tiempo de fraguado: No mayor que, mín.	NTP 334.006	45 375	45 375	45 375	45 375	45 375

Figura 3: Requisitos Físicos

Fuente: (12)

2.2.2 Polímero megasoil

Se trata de un producto polimérico de presentación granular, empleado para mejorar las características de resistencia del suelo, de una manera económica y fácil. El Megasoil ayuda en la cohesión de las partículas del suelo confiriéndole una mayor resistencia. Este estabilizador químico, se debe mezclar homogéneamente con el suelo a tratar, de acuerdo a las especificaciones técnicas del polímero. Se usa en suelos naturales, suelos con y sin plasticidad, desde suelos gravosos limpios hasta suelos altamente expansivos de tipo orgánico. Las ventajas que este presenta son:

1. Aumenta el CBR (capacidad de soporte del suelo)
2. Reduce la propiedad de plasticidad
3. Reduce la propiedad de permeabilidad
4. Reduce la expansión por humedad

Para ello este polímero no presenta fecha de vencimiento, se debe mantener herméticamente cerrado, sin exposición directa al sol. Asimismo, se puede usar solo o con cemento en la estabilización de suelos. El porcentaje de cemento a usar, dependerá a qué porcentaje de CBR que se requiere alcanzar.

Tabla 1: Especificaciones técnicas Megasoil

Nombre comercial	Megasoil ®
Distribuidor	Bitúmenes del Perú S.A.C. (Bituper S.A.C.).
Uso	Estabilizador de suelos
Rango de aplicación	De uso en suelos tanto plásticos como no plásticos. Se puede aplicar a suelos naturales, desde gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivos
Descripción general	Polímero en polvo seco soluble en agua, envasado en botellas de plástico con contenido neto de 2 kg.
Propiedades físicas:	
Consistencia	Polvo granulado concentrado.
Color	Verde claro.
Olor	Sin olor u olor leve.
Gravedad específica	de 0,8 a 1.
pH	En solución presenta pH neutro.
Características Medioambientales	No tóxico, químicamente inerte, no inflamable. Producto no peligroso.
Comportamiento	Ligante no-iónico en su estado sólido y iónico en solución con las sales propias del agua de compactación y suelos. Aglomera y cohesiona las partículas del suelo confiriéndole al mismo una mayor resistencia. Se mantiene estable a través de ciclos secos y húmedos. Reduce el deterioro de la plataforma y la base, sub base y sub rasantes de las vías.
Efecto	Aumenta la capacidad del soporte del suelo (CBR), reduce la plasticidad y permeabilidad, incrementa ligeramente la densidad y reduce la expansión por humedad
Rendimiento	Se estabilizan 25 m ³ de material suelto seco con 1 kg de estabilizador (una botella plástica de 2 kg estabiliza 50 m ³ de suelo suelto seco).
Modo de empleo	Consultar información adicional publicada por el distribuidor
Procedimientos de Ensayo en laboratorio	Consultar la publicación “Procedimiento de laboratorio para el uso del estabilizador químico Megasoil®”
Datos de seguridad	Consultar información adicional publicada por el distribuidor.
Vencimiento	No presenta vencimiento si se mantiene herméticamente cerrado y sin exposición directa de los rayos del sol.

Fuente: Bitúmenes del Perú S.A.C.

2.2.3 Pavimento básico

El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para distribuir esfuerzos originados por los vehículos, resistir y mejorar las condiciones de seguridad y

comodidad para el tránsito. Por lo general conformada por una capa estabilizada, que se apoyan sobre la subrasante o el suelo natural, y finalmente tiene una superficie de rodadura conformada por un pavimento básico, en este caso Micropavimento.

- a. **Subrasante:** Es la parte sobre la cual se construye la estructura de pavimento compuesta normalmente por subbase, base y carpeta de hormigón o asfalto; nivel superior del movimiento de tierras cuando éste ha sido terminado de acuerdo a proyecto.
- b. **Base estabilizada:** Capa constituida por un material de uso estructural, de espesor determinado de acuerdo a diseño, la cual se coloca sobre el nivel de subrasante, esta capa deberá cumplir con una función estructural, por lo que generalmente se solicita un CBR = 100% y para ello se estabiliza el material de cantera, para mejorar las propiedades de esta.
- c. **Carpeta de rodado - micropavimento:** Capa superior de un pavimento que recibe directamente la acción del tránsito. Debe ser resistente al deslizamiento, a la abrasión y a la desintegración producida por efectos del tránsito y los agentes ambientales.

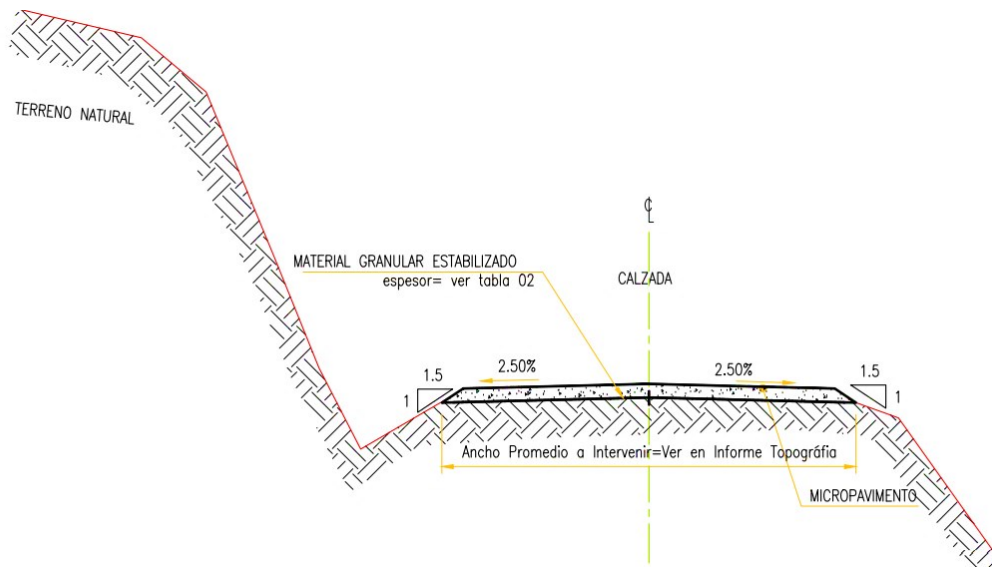


Figura 4: Principales procesos y reacciones químicas en los suelos

2.2.4 Estabilización de suelos

Proceso de mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. Por lo general tales estabilizaciones, se realizan en los suelos de subrasante pobre o inadecuado, en este caso son conocidas como estabilización suelo asfalto, suelo cemento, suelo cal y otros productos diversos. En cambio, cuando se estabiliza una subbase granular o base granular, para obtener un material de mejor

calidad se denomina como subbase o base granular tratada (con cemento o con asfalto o con cal, etc.).

- a. **Estabilización mecánica:** Es el mejoramiento que se realiza de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo. (13)
- b. **Estabilización química:** Es el mejoramiento de las propiedades físicas y/o propiedades mecánicas de un suelo mediante la incorporación de un compuesto químico, es la tecnología basada en la aplicación de un producto químico, genéricamente denominado estabilizador químico, el cual se debe mezclar homogénea e íntimamente con el suelo a tratar y curar de acuerdo a las especificaciones técnicas propias del producto.

El objetivo principal de la aplicación de un estabilizador químico es transferir al suelo tratado; en un espesor definido, ciertas propiedades tendientes a mejorar sus propiedades de comportamiento ya sea en la etapa de construcción y/o en la etapa de servicio.

- c. **Tipos de estabilización de suelos** La estabilización de suelos se dota de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Las técnicas son variadas y van desde la adición de otro suelo, a la incorporación de uno o más agentes estabilizantes. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación. (12)

El manual de ensayo de materiales ilustra diferentes metodologías de estabilización de suelos como: estabilización mecánica de suelos, mejoramiento por sustitución de suelos de la subrasante, mejoramiento por combinación de suelos, suelos estabilizados con cemento, con cal, escorias, emulsión asfáltica, estabilización química del suelo, estabilización con geosintéticos (geotextiles, geomallas u otros). Sin embargo, debe destacarse la significancia que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible. (12)

Antes de establecer su tipología es importante comprender que es producto natural, químico o sintético, que por su acción y/o combinación con el suelo, mejora una o más de sus propiedades de comportamiento. (13)

El proceso de estabilización, así como su técnica dependen del tipo de suelo existente. Los suelos que predominantemente se encuentran en este ámbito son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas.

Los factores considerados para elegir el método más conveniente de estabilización son:

1. El tipo de suelo que se va a estabilizar
2. El uso propuesto del suelo estabilizado
3. El tipo de aditivo estabilizador de suelos
4. Experiencia en el tipo de estabilización que se empleará

5. Disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador
6. Disponibilidad del equipo adecuado
7. Costos comparativos (12)

En seguida, se presentan dos guías de referencia para la elección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo.

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO		RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1 A	SW ó SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Pórtland			
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM ó SP - SM ó SW - SC ó SP - PC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
		(2)	Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM ó SC ó SM-SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2)	Cemento Pórtland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW ó GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW - GM ó GP - GM ó GW - GC ó GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Pórtland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM ó GC ó GM - GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado..
		(2)	Cemento Pórtland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH ó CL ó MH ó ML ó OH ó OL ó ML-CL	(1)	Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
		(2)	Cal	IP no menor de 12		
IP = Índice Plástico (b) $IP = 20 + (50 - \text{porcentaje que pasa la Malla N° 200}) / 4$				Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers	

Figura 5: Guía de Referencia para la Selección del Tipo de Estabilizador Fuente: (12)

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO ⁽¹⁾	DOSIFICACIÓN ⁽³⁾	CURADO (APERTURA AL TRÁNSITO) ⁽⁵⁾	OBSERVACIONES
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C150 AASHTO M85	A-1,A-2,A-3,A-4,A-5,A-6 y A-7 LL < 40% IP ≤ 18% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	2 - 12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo a recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Emulsión	ASTM D2397 ó AASHTO M208	A-1, A-2 y A3 Pasante malla N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO ⁽²⁾ < 1.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.6% Abrasión < 50% Durabilidad SO ₄ Ca ⁽⁴⁾ - AF ≤ 10% - AG ≤ 12% Durabilidad SO ₄ Mg - AF ≤ 15% - AG ≤ 18%	4 - 8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo a resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Cal	EG-CBT-2008 Sección 3078 AASHTO M216 ASTM C977	A-2-6, A-2-7, A-6 y A-7 10% ≤ IP ≤ 50% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	2 - 8%	Mínimo 72 horas	Para IP > 50%, se puede aplicar cal en dos etapas Diseño de mezcla de acuerdo a la Norma ASTM D 6276
Cloruro de Calcio	ASTM D98 ASTM D345 ASTM E449 MTC E 1109	A-1, A-2, y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Sulfatos (SO ₄ ²⁻) < 0.2% Abrasión < 50%	1 a 3% en peso del suelo seco	24 horas	
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008 Sección 309B ASTM E534 MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 8% ≤ IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	07 días	La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 y A-3 IP ≤ 15% CMO ⁽²⁾ < 3.0% pH: mínimo 5 Abrasión < 50%	50 - 80 kg/m ³	48 horas	La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
Enzimas	EG-CBT-2008 Sección 308B MTC E 1109	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7 6% ≤ IP ≤ 15% 4.5 < pH < 8.5 CMO ⁽²⁾ No debe contener Abrasión < 50% % < N° 200: 10 - 35%	1L / 30-33 m ³	De acuerdo a Especificaciones del fabricante	
Aceites sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos CMO ⁽²⁾ < 1.0% Abrasión < 50%		De acuerdo a Especificaciones del fabricante	

Figura 6: Guía Complementaria de Referencia para la Selección del Tipo de Estabilizador Fuente:

2.2.5 Propiedades físico-mecánicas del suelo

Entiéndase por suelo al agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas, este es empleado como material de construcción en diferentes proyectos de ingeniería civil y sirve para soportar las cimentaciones estructurales. Siendo sus propiedades, tales como distribución granulométrica, origen, capacidad para drenar agua, resistencia cortante, compresibilidad, capacidad de carga, y otras más. (14)

- a. **Granulometría:** Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar. El análisis granulométrico de un suelo tiene por finalidad determinar la proporción de sus diferentes elementos constituyentes, clasificados en función de su tamaño. (12) De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
		Arena media: 2.00mm – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Figura 7: Clasificación de suelos según tamaño de partículas Fuente: (12)

- b. **La plasticidad:** es la propiedad de estabilidad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse, la plasticidad de un suelo depende únicamente de sus elementos finos. El análisis granulométrico no permite apreciar esta característica, por lo que es necesario determinar los límites de Atterberg que establecen cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son:
- **Límite Líquido (LL, según ensayo MTC EM 110)**, cuando el suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico y puede moldearse.

- **Límite Plástico (LP, según ensayo MTC EM 111)**, cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.
 - **Límite de Contracción (retracción LC, según ensayo MTC EM 112)**, cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado sólido y deja de contraerse al perder humedad.
- Además del LL y del LP, una característica a obtener es el Índice de plasticidad IP (ensayo MTC EM 111) que se define como la diferencia entre LL y LP:

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar muy bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En tal sentido, el suelo en relación a su índice de plasticidad puede clasificarse según lo siguiente:

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Figura 8: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad. Fuente: (12)

Se debe tener en cuenta que, en un suelo el contenido de arcilla, puede ser un elemento riesgoso en un suelo de subrasante y en una estructura de pavimento, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua. (12)

- c. **Composición química:** Se enfoca en las reacciones de intercambio de iones, solubilidades y transformaciones minerales y bioquímicas. (15) Un análisis químico completo del suelo puede revelar, por una parte, su utilidad para predecir la capacidad del suelo para suministrar nutrientes a las plantas, y también dotar de información relativamente pequeña de la cantidad total de un elemento que está disponible para el crecimiento de las plantas. Por estas razones, la discusión de la química del suelo Estas reacciones se ilustran en la siguiente Figura:

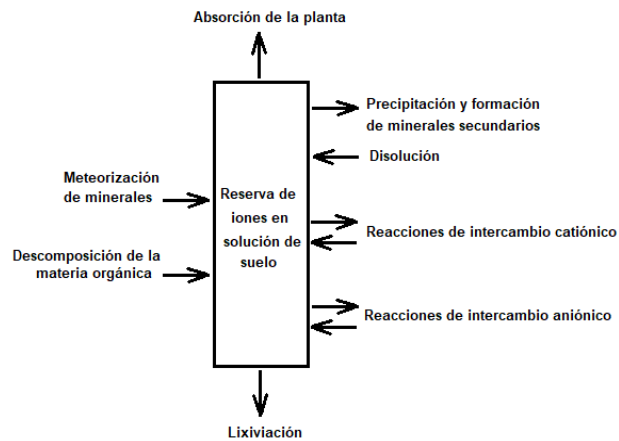


Figura 9: Principales procesos y reacciones químicas en los suelos

La meteorización de los minerales y la descomposición de la materia orgánica suministran iones al conjunto de iones de la solución del suelo. Los iones se pierden de la piscina por absorción y lixiviación de la planta. Algunos iones precipitan y algunos iones forman minerales secundarios, especialmente minerales arcillosos, y están sujetos a disolución. Los iones también se absorben y se repelen de los sitios de intercambio de cationes y aniones.

- **Intercambio iónico:** El intercambio iónico es de gran importancia en los suelos pues implica cationes y aniones que se absorben de la solución en superficies cargadas positiva y negativamente. Dichos iones se reemplazan o intercambian fácilmente por otros iones en la solución del suelo de carga similar, por lo tanto, se describen con el término intercambio iónico. De los dos, el intercambio catiónico es más abundante en los suelos que el intercambio aniónico. (15)
- d. **Sulfatos:** Son sales que incluyen el radical en su estructura como la Anhídrita: y el Yeso (16), la mayoría de los suelos presente en la tierra están conformados por la meteorización de las rocas, son los procesos externos, por medio de los cuales la roca experimenta descomposición química y desintegración física.
- e. **La meteorización química:** Es el proceso de descomposición química de una roca original. Entre los procesos de alteración química se tiene: la hidratación (paso de anhídrita a yeso), disolución (de los sulfatos en el agua), oxidación (de minerales de hierro expuestos a la intemperie), cementación (por agua conteniendo carbonatos), etc. Por ejemplo, la meteorización química de los feldspatos puede producir minerales arcillosos. (17)
- f. **Abrasión:** Es la disgregación y lijado de una superficie rocosa por la fricción y el impacto de las partículas transportadas por el agua, el viento y el hielo. (18) El desgaste por abrasión, según lo define la norma ASTM G 40, se debe a la acción de partículas o protuberancias duras que son forzadas contra una superficie sólida y se mueven a través de ella dejando un surco y removiendo material.

Cuando dos superficies entran en contacto puede producirse desgaste en ambas partes. Sin embargo, generalmente se focaliza la atención en la superficie desgastada que representa la mayor pérdida económica, y se considera a la otra superficie como la abrasiva. La velocidad a la que se produce abrasión depende, entre otras, de características que pueden ser identificadas como: superficiales, microestructurales, geométricas, del abrasivo, carga, velocidad de deslizamiento, de las condiciones del medio, etc.

Las clasificaciones empleadas en la actualidad resultan en modos de desgaste que poseen características comunes, y se dividen en tres grupos:

- **Por situación.** Es una descripción ingenieril de las condiciones macroscópicas que producen abrasión, tales como, geometría de contacto, esfuerzo aplicado, velocidad de contacto o deslizamiento, elementos involucrados, etc.
- **Por la forma de manifestarse.** Son las características observables, tales como la velocidad de desgaste, las transiciones en la velocidad de desgaste, la morfología de las huellas y partículas de desgaste, etc.
- **Por el mecanismo de remoción.** Es el proceso microscópico por el cual se producen el daño o degradación superficial y las partículas de desgaste. (19)

g. Consistencia: Se refiere a la propiedad que define la resistencia del suelo a ser deformado por las fuerzas que se aplican sobre él. La deformación puede manifestarse, según Hillel (1998), como ruptura, fragmentación o flujo de los materiales del suelo y depende, directamente, de los contenidos de humedad y de materia orgánica del suelo, así como de su contenido y tipo de arcilla. Además, como un componente importante de esta resistencia hay que considerar la estabilidad estructural. De acuerdo con el contenido de humedad, el suelo presenta varios estados de consistencia, los cuales le dan ciertas propiedades especiales que definen su comportamiento mecánico; estos estados reflejan la relación en que se encuentran las fuerzas de cohesión (atracción entre partículas o moléculas de la misma sustancia) y de adhesión (atracción entre sustancias o partículas heterogéneas) en el suelo. (16)

2.2.6 Procedimientos de ensayos de laboratorio

A. Análisis granulométrico de suelos por tamizado - MTC E 107

Este tipo de ensayo tiene como objetivo determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Equipos y materiales:

- Dos balanzas. Una con $d=0,01$ g para pesar el material que pase tamiz con apertura de 4,760 mm (N° 4). Otra con $d=0,1\%$ del peso de la muestra, para los materiales retenidos en el tamiz de apertura 4,760 mm (N° 4).
- Estufa. Con la capacidad de mantener temperaturas constantes y uniformes de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Envases. Para el secado manejo de las muestras.
- Brocha y cepillo. Para realizar la limpieza de las mallas de tamices.
- Tamices con malla cuadrada especificados en la norma para la serie de suelos, incluyen los siguientes:

Tabla 2: Tamices de la Serie de Suelos

Tamices	Abertura (Mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Procedimiento:

1. Preparación del material para el ensayo de laboratorio
2. Secado de las muestras y cuarteo
3. Ejecución del ensayo de granulometría por sedimentación

B. Determinación del límite plástico e índice de plasticidad de los suelos – MTC E 111

El objetivo de este tipo de ensayo es determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.), si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo

Equipos y materiales:

- Espátula, de 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y ancho 20 mm (3/4").
- Recipiente de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro para almacenaje.
- Balanza d=0,01 g.
- Estufa con temperatura regulable a 110 ± 5 °C.
- Tamiz, de apertura 426 μm (N° 40).
- Agua destilada.
- Recipientes adecuados para determinación de humedades.
- Superficie de rodadura, que podría ser un vidrio grueso esmerilado.

Procedimiento:

1. Saturación de 24 horas del material
2. Preparación del material para el límite líquido con 20gr de material
3. Amasamiento del material hasta lograr su consistencia
4. Separación del material en piezas de 3.2mm de diámetro
5. Medición del peso de las piezas después de producido el límite plástico para determinar la humedad contenida
6. Continuar con el mismo procedimiento hasta una tercera vez, para determinar el límite plástico definido como el promedio de las tres determinaciones.

C. Relaciones humedad densidad – MTC E 1102

Estos ensayos tienen como objetivo establecer la relación entre la humedad y el peso unitario de mezclas de suelo – cemento, cuando se compactan y sin que ocurra la hidratación del cemento.

Equipos y materiales:

- Molde cilíndrico de paredes sólidas
- Pisón
- Extractor de muestras
- Balanzas
- Estufa Termostáticamente controlada
- Regla metálica
- Tamices de 75 mm; 19,0 mm y 4,75 mm (3 pulg, ¾ pulg, y N° 4).
- Herramientas manuales: cucharas, espátulas, cacerolas o un dispositivo para mezclar las muestras de suelo con diferentes cantidades de agua
- Recipientes. Para absorción de humedad para mezcla de suelo - cemento de 300 mm (12 pulg) de diámetro y 50 mm (2 pulg) de profundidad.

- Recipientes metálicos o latas para humedad con tapa para evitar la pérdida de humedad antes y durante el pesaje.
- Cuchillo navajo de 250 mm (10 pulg) de longitud, para quitar la parte superior del espécimen.

Procedimiento:

1. Por cuarteo se obtiene una muestra representativa, secada a condiciones ambiente
2. Con la muestra ya preparada se esparce agua asegurando una humedad que resulte un poco menor del 10% y en caso de ser un suelo arenoso es adecuado una humedad aún menor.
3. Se revuelve todo el material asegurando que el agua adicionada se distribuya uniformemente.
4. Pesar cada molde cilíndrico y apuntar su peso.
5. La muestra preparada se coloca en el molde en cinco (5) capas, llenándose en cada capa aproximadamente 1/5 de su altura, cada capa se compactará.
6. Se coloca el pistón de compactar con su guía, dentro del molde; se eleva el pistón hasta que alcance la parte superior y se suelta permitiendo que tenga una caída libre de 45.7 cm., se cambia de posición la guía, se levanta y se deja caer nuevamente el pistón. Se repite el procedimiento cambiando de lugar la guía de manera que con 25 o 56 (según el método) golpes se cubra la superficie. Esta operación de compactación se repite en las cinco capas del material.
7. Al terminar la compactación de las cinco capas, se quita la extensión o collarín y con la regla metálica se enraza la muestra al nivel superior del cilindro.
8. Se limpia el cilindro y se pesa con la muestra compactada (peso del material + cilindro).
9. Con un cucharón se toman aproximadamente 100 gr. material tanto de la parte superior e inferior del espécimen, y se pesa con la balanza de 0.01 gr. (Peso húmedo).
10. Deposite el material en el horno a una T° de 100 a 110 °C por 24 horas, a continuación, determinar el peso seco del material.
11. En las otras 3 o 4 muestras se esparce agua en tal que la humedad se encuentre con variaciones del 2% aproximadamente. En caso de ser un suelo arenoso es conveniente ponerle una humedad menor.
12. Repetir los pasos del 2 al 9 para obtener un número de resultados que permitan trazar una curva cuya cúspide corresponderá a la máxima densidad que corresponda a una humedad óptima.

D. Compresión simple MTC E 1101, MTC E 1103

MTC E 1101, norma del procedimiento para moldear y curar las probetas de suelo de cemento, son utilizadas en pruebas de compresión de laboratorio, todo ello bajo condiciones precisas de materiales y de ensayos.

MTC E 1103, determina la resistencia a la compresión de moldes de suelo-cemento

Equipos y materiales:

- Máquina de compresión inconfiada.
- Dos diales de carga a 0.00012 y el deformímetro 0.01mm/división.
- Molde para muestras remoldeadas e intactas
- Balanza
- Equipo para determinar la densidad
- Equipo para determinar la humedad

Procedimiento:

1. Preparar dos muestras de tubo o remoldeadas con relación L/d entre 2 y 3.
2. Colocar las muestras en lugares húmedos para prevenir su desecamiento.
3. Calcular la deformación correspondiente al 20% de deformación unitaria.
4. Calcular las densidades de las muestras, para luego del experimento determinar su humedad a fin de calcular la densidad seca.
5. Alinear cuidadosamente la muestra en la máquina de compresión.
6. Establecer el cero en el deformímetro y equipo de carga.
7. Prender la máquina y tomar lecturas en los deformímetros de carga y deformación como sigue: para un deformímetro de 0.01mm/división las lecturas se toman a 10, 25, 50, 75, 100 y de ahí en adelante cada 50 a 100 divisiones del deformímetro hasta que la carga decrece significativamente o la carga se mantiene constante a lo largo de cuatro lecturas o si sobrepasa la deformación el 20% de la deformación unitaria.

E. Compactación MTC E 117, MTC E 124

Se tiene como objetivo determinar la compactación en laboratorio de un suelo y obtener la relación densidad – humedad para un determinado esfuerzo de compactación.

Equipos y materiales:

- Molde Metálico de 6" cilíndrico con base de apoyo y collarín.
- Pisón de peso de 10 lb. con caída libre de 18 pulgadas.
- Tamices de 2", ¾", 3/8", y N°4.
- Una regla con arista cortante, metálica y de 25 cm de largo.
- Probeta graduada de 500 cm³.
- Una balanza de capacidad 30 Kg de capacidad y d=1.0 gr.
- Una balanza de capacidad 500 gr., de capacidad y d=0.01 gr.
- Un horno con temperatura constante entre 100 – 110° C.

- Bandejas metálicas.
- Probetas graduadas de 500 cm³.
- Taras para el contenido de humedad.

Procedimiento:

1. Se obtiene una muestra representativa por cuarteo, secada previamente al sol.
2. De la muestra preparada se esparce agua hasta que la humedad resulte un tanto menor del 10% y si el material es arenoso es conveniente ponerle una humedad aún menor.
3. Se revuelve todo el material tratando que el agua se distribuya uniformemente.
4. Pese el molde y se apunta su peso.
5. La muestra se coloca en el molde en cinco (5) capas, llenándose en cada capa un aproximado de 1/5 de su altura compactando cada capa.
6. Se coloca el pistón dentro del molde; se eleva el pistón hasta q y se suelta asegurándose de tener una caída libre de 45.7 cm., se cambia de posición la guía y se repite el procedimiento cambiando de posición la guía de manera que con 25 o 56 (acorde el método elegido) golpes se cubra la superficie. Cada capa se compacta con la cantidad de golpes mencionada.
7. Al culminar la compactación de las cinco capas, se quita el collarín y con ayuda de la regla metálica se enraza la muestra al ras del cilindro.
8. Se limpia el cilindro y se pesa con la muestra compactada anotando su peso. (Peso del material + cilindro).
9. Con un cucharón se toman 100 gr. material aproximadamente tanto de la parte superior e inferior del espécimen., y se pesa con ayuda de la balanza de 0.01gr. (Peso húmedo).
10. Ingresar el material en el horno con una temperatura de 100 a 110 °C por un lapso de 24 horas, culminado este período determínese el peso del material seco.
11. En las otras 3 o 4 muestras se adiciona el agua en cantidad tal que la humedad resulte aproximadamente en 2%. Si el suelo es arenoso es necesario una humedad menor.
12. Repita los pasos del 2 al 9 hasta obtener un número de resultados que ayuden a trazar una curva cuya cúspide que corresponde a la máxima densidad que corresponde a la humedad óptima.

F. Abrasión Los Ángeles

Estos ensayos tienen por objetivo determinar el procedimiento para ensayar la fracción gruesa de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½”) y así determinar la resistencia a la degradación con ayuda de la Máquina de Los Ángeles

Equipos y materiales:

- Máquina de abrasión Los Ángeles

- Tamices
- Balanza
- Carga

Procedimiento:

Colocar la muestra preparada y la cantidad de billas en la máquina de Los Ángeles para poder rotarla a una velocidad entre 30 a 33rpm, con una cantidad de 500 revoluciones. Luego retirar el material de la máquina y separar la muestra sobre el tamiz normado de 1,70 mm (Nº 12). Seguidamente se debe separar o tamizar la porción más fina que 1,70 mm conforme al Modo Operativo MTC E 204. Posteriormente se lava el material más grueso que la malla de 1,70 mm y se seca al horno a 110 ± 5 °C, hasta peso constante y determinar la masa con una aproximación a 1g.

G. Durabilidad MTC E 209

Método de ensayo para que tenga por finalidad determinar la resistencia de los agregados a la desintegración con el uso de soluciones saturadas de sulfato de magnesio o sulfato de sodio

Equipos y materiales:

- Tamices
- Envases
- Regulación de la temperatura
- Balanzas
- Horno de secado
- Medida del Peso Específico
- Reactivos
- Solución de sulfato de sodio
- Solución de sulfato de magnesio

Procedimiento:

- 1°. Sumergimiento de las muestras en la solución: Se pondrá a inmersión las muestras en la preparación de sulfato de magnesio o sulfato de sodio, durante al menos 16 h y no más de 18 h, de tal manera que la solución las cubra a una profundidad de 1,5 cm por lo menos. Los envases se tapan para reducir la evaporación y evitar posible adición accidental de extrañas sustancias. Las muestras dentro de la solución se deben mantener a una T° de $21 \pm 1^\circ\text{C}$ durante todo el período de inmersión.
- 2°. Después de la inmersión se procederá al secado de las muestras.

- 3°. Número de ciclos: Se reitera el proceso alternando la inmersión y el secado hasta que se obtenga el número de ciclos solicitados.

H. Sulfatos NTP 339.178

Este método se basa en la precipitación de sulfato de bario que es escasamente soluble; consiste en agregar lentamente una solución diluida de cloruro de bario en una solución caliente de sulfato ligeramente acidificada con ácido nítrico.

El precipitado se filtra, se lava cuidadosamente con agua caliente y se calcina para finalmente pesar el sulfato de bario.

I. CBR

Se tiene como objetivo determinar la capacidad de soporte (CBR) de suelos previamente compactados en laboratorio, las cuales deberán tener una humedad óptima y niveles de compactación variables.

Equipos y accesorios:

- Prensa de compresión, con capacidad y sistema para la medida de carga con 44.5 kN (10,000 lbf) o más y una medida de precisión mínima de 44 N (10 lbf) o menos.
- Molde cilíndrico de metal de 152,4 mm de diámetro interior y altura de 177,8 mm, con un collar metálico de altura de 50.8 mm y una placa de base perforada.
- Disco de metal circular espaciador, de diámetro exterior de 150.8 mm y espesor de 61,37 mm, para utilizarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.
- Pisón de compactación, el mismo que se utiliza para el ensayo de Proctor modificado.
- Aparato para medir la expansión conformado por una placa perforada de metal por cada molde de diámetro 149.2 mm. El cual debería estar provista de un vástago al centro con un tornillo que regule su altura.
- Un trípode que se pueda apoyarse en el borde del molde, que lleve acoplado y bien sujeto en el centro un deformímetro (dial), cuyo vástago coincida con el de la placa, forma tal que se pueda controlar la posición y también medir la expansión con aproximación de 0.025 mm (0.001”).
- Uno o dos pesas de metal anulares que tengan 4,54kg de masa total y pesas ranuradas de metal con 2,27 kg de masa.
- Pistón de penetración metálico de sección transversal circular, de 49.63 mm de diámetro.
- Dos diales. de recorrido mínimo de 25 mm (1”) y divisiones lecturas en 0.025 mm (0.001”).
- Tanque para sumergir los moldes.
- Horno para secado con temperatura constante y graduable.

- Herramientas manuales y otros: pipeta, tamices, espátulas, papel filtro, enrasador.

Muestra:

Se prepara la muestra con el contenido de humedad óptimo, acorde los resultados del ensayo de Proctor modificado. Se calcula la cantidad suficiente para tres moldes.

Procedimientos:**Fase de la compactación:**

1. Se toma 5 kg de suelo por cada molde CBR.
2. Se determina la humedad óptima y la densidad máxima por medio del ensayo de Proctor.
3. Se determina la humedad natural del suelo mediante secado en estufa, según la norma MTC E 108. Conocida la humedad natural del suelo, se le añade la cantidad de agua que le falte para alcanzar la humedad fijada para el ensayo.
4. Se pesa el molde con su base, se coloca el collar y el disco espaciador y sobre este, un disco de papel de filtro grueso del mismo diámetro.
5. Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen utilizando en cada molde la proporción de agua y la energía necesarias para que el suelo quede con la humedad y densidad deseadas.
6. La prueba se efectúa dando 56, 25 y 10 golpes por capa y con contenido de agua correspondiente a la óptima.
7. Para suelos cohesivos, interesa mostrar su comportamiento sobre un intervalo amplio de humedades. Las curvas se desarrollan para 56, 25 y 10 golpes por capa con diferentes humedades para obtener una familia de curvas que muestran la relación entre el peso específico, humedad y relación de capacidad de soporte.
8. Si el espécimen se sumergirá, se toma una porción de material entre 100 y 500 g (según sea fino o tenga grava) antes de la compactación y otra al final, se mezclan y se determina la humedad del suelo. Si la muestra no será sumergida, la porción de material 89 para determinar la humedad se toma del centro de la probeta resultante de compactar el suelo en el molde, después del ensayo de penetración. Para ello, el espécimen se saca del molde y se rompe por la mitad.
9. Terminada la compactación se quita el collar y se enrasa el espécimen por medio de un enrasador. Se desmonta el molde y se vuelve a montar invertido sin disco espaciador, colocando un papel filtro entre el molde y la base. Se pesa.

Inmersión:

1. En el molde invertido se coloca la placa perforada con vástago y sobre esta los anillos necesarios para completar una sobrecarga. En ningún caso, la sobrecarga total será menor de 4,54 kg (10 lb).
2. Se toma la primera lectura para medir el hinchamiento colocando el trípode de medida con sus patas sobre los bordes del molde. A continuación, se sumerge el molde en el tanque con la sobrecarga colocada dejando libre acceso al agua por la parte inferior y superior de la muestra. Se mantiene la probeta en estas condiciones durante 96 horas (cuatro días).
3. Al final del periodo de inmersión se vuelve a leer el deformímetro para medir el hinchamiento.
4. Después del periodo de inmersión se saca el molde del tanque y se vierte el agua retenida en la parte superior del mismo, sosteniendo firmemente la placa y sobrecarga en su posición. Se deja escurrir el molde durante 15 minutos en su posición normal y a continuación se retira la sobrecarga y la placa perforada. Inmediatamente se pesa.

Penetración:

1. Se aplica una sobrecarga que sea suficiente para producir una intensidad de carga igual al peso del pavimento (con ± 2.27 kg de aproximación), pero no menor de 4.54 kg (10 lb).
2. Se monta el dial medidor de manera que se pueda medir la penetración del pistón y se aplica una carga de 50 N (5 kg) para que el pistón asiente. Seguidamente se sitúan en cero las agujas de los diales medidores, el del anillo dinamométrico, u otro dispositivo para medir la carga, y el de control de la penetración.
3. Se aplica la carga sobre el pistón de penetración con una velocidad de penetración uniforme de 1.27 mm (0.05') por minuto (con la ayuda de un deformímetro de penetración y un cronómetro). Se anotan las lecturas de la carga para las siguientes penetraciones:

Tabla 3: Toma de lecturas de Penetración del ensayo de CBR

Milímetros	Pulgadas
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200

7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Estas lecturas se hacen si se desea definir la forma de la curva, pero no son indispensables. Por último, se desmonta el molde y se toma de su parte superior, en la zona próxima donde se hizo la penetración, una muestra para determinar su humedad.

Estas lecturas de referencia corresponden a las lecturas del ensayo de penetración del CBR ya que es de interés conocer cuál es la resistencia del material a diferentes longitudes de penetración del pistón de la prensa del CBR, y finalmente calcular la carga unitaria del suelo para penetraciones o deformaciones de 0,1" (2,54 mm) y 0,2" (5,08 mm)

Agua absorbida:

El cálculo para el agua absorbida puede efectuarse de dos maneras. Una, a partir de los datos de las humedades antes de la inmersión y después de esta, la diferencia entre ambas se toma normalmente como tanto por ciento de agua absorbida. Otra, utilizando la humedad de la muestra total contenida en el molde. Se calcula a partir del peso seco de la muestra (calculado) y el peso húmedo antes y después de la inmersión.

Ambos resultados coincidirán o no, según que la naturaleza del suelo permita la absorción uniforme del agua (suelos granulares), o no (suelos plásticos). En este segundo caso, debe calcularse el agua absorbida por los dos procedimientos.

Expansión:

La expansión se calcula por la diferencia entre las lecturas del deformímetro antes y después de la inmersión. Este valor se refiere en tanto por ciento con respecto a la altura de la muestra en el molde que es de 127 mm (5").

Cálculo del índice CBR

Valor de la relación de soporte (índice resistente CBR). Se llama valor de la relación de soporte (índice CBR), al tanto por ciento de la presión ejercida por el pistón sobre el suelo para una penetración determinada, en relación con la presión correspondiente a la misma penetración en una muestra patrón.

Capítulo III

Metodología

3.1 Método, tipo o alcance de la investigación

3.1.1 Método de la investigación

El método general es el científico, debido a que el estudio que se realiza genera un producto en base a los conocimientos de la Ingeniería Vial y aportará significativamente en la toma de decisiones de estabilización de suelos.

Según su enfoque es cuantitativo, por lo que se realizan cuantificaciones mediante los ensayos de laboratorio, los cuales proporcionarán resultados utilizando instrumentos de validación y confiabilidad.

3.1.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación experimental ya que se evaluó las propiedades y características de la Cantera Huayacundo Arma ubicada en el Km 51+900 del Tramo 14, para ello utilizó instrumentos de medición de las variables y finalmente se realiza el análisis cuantitativo de la variación de las variables y finalmente se realiza el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

El nivel de investigación es descriptivo, ya que analiza y explica la aplicación del cemento y del aditivo Megasoil para la estabilización de la Cantera Huayacundo Arma ubicada en el Km 51+900 del Tramo 14.

3.1.3 Población y muestra

a. Población

Está representado por los cinco km del Tramo 14, en los cuales se trabajó con la Cantera Huayacundo Arma ubicada en el Km 51+900 del Tramo 14, para esta longitud, se tuvo un ancho promedio de 5.00 m y un espesor de recarga de $e=0.20\text{m}$, haciendo los cálculos se utilizó un volumen conformado por 4500 m³.

b. Muestra

Está conformada por el material de la Cantera Huayacundo Km 51+900, el cual es procesado y zarandeado para obtener material de tamaño máximo de 2" y tamaño máximo nominal 1 ½". Para la presente investigación se utilizó el muestreo no probabilístico ya que no se aplica ningún modelo probabilístico o algún tipo de selección regida bajo alguna norma. El tipo de muestreo se dio por juicio, debido a que las muestras se seleccionaron en base del juicio y

conocimiento de las investigadoras. Las muestras serán tomadas en diferentes partes del acopio de material existente en la cantera, de cada punto se muestreará material en 02 costales de aproximadamente 50 kg cada uno para posteriormente trasladarlos a laboratorio para los ensayos de laboratorio correspondientes.

Para la determinación de la cantidad de ensayos de suelo estabilizado con cemento portland, se utilizará el cuadro de ensayos y frecuencias del Manual EG-2013, tal como se muestra a continuación:

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo Estabilizado con Cemento Portland	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Humedad Densidad	MTC E 1102	750 m ³	Pista
	Compresión simple	MTC E 1101 MTC E 1103	2 muestras por día	Pista
	Compactación	MTC E 117 MTC E 124	Cada 250 m ²	Pista
	Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera
	Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Cantera
	Sulfatos	NTP 339.178	2.000 m ³	Cantera
	pH	NTP 339.073	2.000 m ³	Fuente de agua
	Sulfatos	NTP 339.074	2.000 m ³	Fuente de agua
Materia Orgánica	NTP 339.072	2.000 m ³	Fuente de agua	

(1) O antes, si por su génesis existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico-mecánicas de los agregados. En caso de que los metros del proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas, se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o característica.

(2) Ensayo exigido para capas estructurales en zonas con altitud mayor a 3.000 msnm.

Figura 10: Ensayos y Frecuencias

Tabla 4: Cantidad de muestras tomadas para la investigación del estabilizado con cemento

Ensayos De Suelos	Norma	Volumen	Cantidad de Ensayos
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136	4500/750	6
Límites de Consistencia - pasa malla N°40	ASTM D4318 - MTC E110	4500/750	6
Ensayo Contenido de Humedad	ASTM D2216 – E108	4500/750	6
Ensayo Proctor Modificado	ASTM D1557 - MTC E115	4500/750	6
Compresión Simple	MTC E 1101 MTC E 1103	4 de 1.5% 4 de 2.0% 4 de 2.5% 4 del optimo%	16
Ensayo Contenido de Materia Orgánica (Perdida por ignición)	MTC E118 - AASHTO T267	4500/750	6
Ensayo Cantidad de Material Fino que pasa por el tamiz N°200	AASHTO T11 - MTC E202	4500/750	6
Sulfatos	MTC E118 - ASTM T267	4500/2000	2
Ensayo de Abrasión (Maquina de los Ángeles)	MTC E207 - ASTM C131	4500/2000	2
Durabilidad al sulfato de Magnesio (Grueso)	MTC E209 - ASTM C88	4500/2000	2
Durabilidad al sulfato de Magnesio (Fino)	MTC E209 - ASTM C88	4500/2000	2

Para la determinación de la cantidad de ensayos de suelo estabilizado con productos químicos, se utilizará el cuadro de ensayos y frecuencias del Manual EG-2013, tal como se muestra a continuación:

Material o Producto	Propiedades y Características	Método de ensayo	Frecuencia (1)	Lugar de Muestreo
Suelo estabilizado con productos químicos	Granulometría	MTC E 107	750 m ³	Pista
	Índice plástico	MTC E 111	750 m ³	Pista
	Relación Densidad-Humedad	MTC E 115	500 m ³	Pista
	CBR	MTC E 132	500 m ³	Pista
	Compactación	MTC E 117	Cada 250 m ²	Pista
		MTC E 124		
	Abrasión	MTC E 207	2.000 m ³	Cantera
Durabilidad (2)	MTC E 209	2.000 m ³	Cantera	

(1) O antes, si por su génesis, existe variación estratigráfica horizontal y vertical que originen cambios en las propiedades físico - mecánicas de los agregados. En caso de que los metrados del Proyecto no alcancen las frecuencias mínimas especificadas se exigirá como mínimo un ensayo de cada propiedad y/o características.

(2) Ensayo exigido para capas estructurales en zonas con altitud mayor a 3.000 msnm.

Figura 11: Ensayos y Frecuencias

Tabla 5: Cantidad de muestras tomadas para la investigación del estabilizado con productos químicos:

Ensayos De Suelos	Norma	Volumen	Cantidad de Ensayos
Análisis Granulométrico por Tamizado	ASTM D422 - MTC E107 - MTC E204 - ASTM C136	4500/750	6
Límites de Consistencia - pasa malla N°40	ASTM D4318 - MTC E110	4500/750	6
Ensayo Contenido de Humedad	ASTM D2216 - MTC E108	4500/750	6
Ensayo Proctor Modificado	ASTM D1557 - MTC E115	4500/750	6
Compresión Simple	MTC E 1101 MTC E 1103	4 de 1.2 % cemento + 0.02% de Megasoil 4 de 1.2 % cemento + 0.04% de Megasoil 4 de 1.6 % cemento + 0.02% de Megasoil 4 de 1.6 % cemento + 0.04% e Megasoil 4 del optimo% de cemento + Megasoil	20
Ensayo Relación Soporte de California C.B.R.	ASTM D1883 - MTC E132	4500/750	6
Ensayo Cantidad de Material Fino que pasa por el tamiz N°200	AASHTO T11 - MTC E202	4500/750	6
Ensayo de Abrasión (Maquina de los Ángeles)	MTC E207 - ASTM C131	4500/2000	2
Durabilidad al sulfato de Magnesio (Gruoso)	MTC E209 - ASTM C88	4500/2000	2
Durabilidad al sulfato de Magnesio (Fino)	MTC E209 - ASTM C88	4500/2000	2

3.2 Materiales y métodos de recolección de datos

3.2.1 Procedimientos de recolección de datos

Para una recolección de datos eficiente previamente se puso en práctica el procedimiento de la norma “Conservación y Transporte de Muestras de Suelos” MTC E 104, el cual indica que Para todas las muestras se identifiquen apropiadamente las muestras con membretes, rótulos y marcas, antes de transportarlos, en la siguiente forma:

- a) Nombre o número de la obra, o ambos.
- b) Fecha del muestreo.
- c) Muestra/número y localización de la calicata.
- d) Profundidad o elevación, o ambas.
- e) Orientación de la muestra.
- f) Instrucciones para transporte especial o manejo en el laboratorio, o ambas, incluida la forma como debe quedar colocada la muestra y
- g) Datos del ensayo de penetración SPT si son aplicables.

A continuación, el diagrama utilizado para la recolección de datos y el procedimiento a seguir para la elaboración de los ensayos de laboratorio correspondientes al estabilizado con cemento y el estabilizado con cemento y polímero:

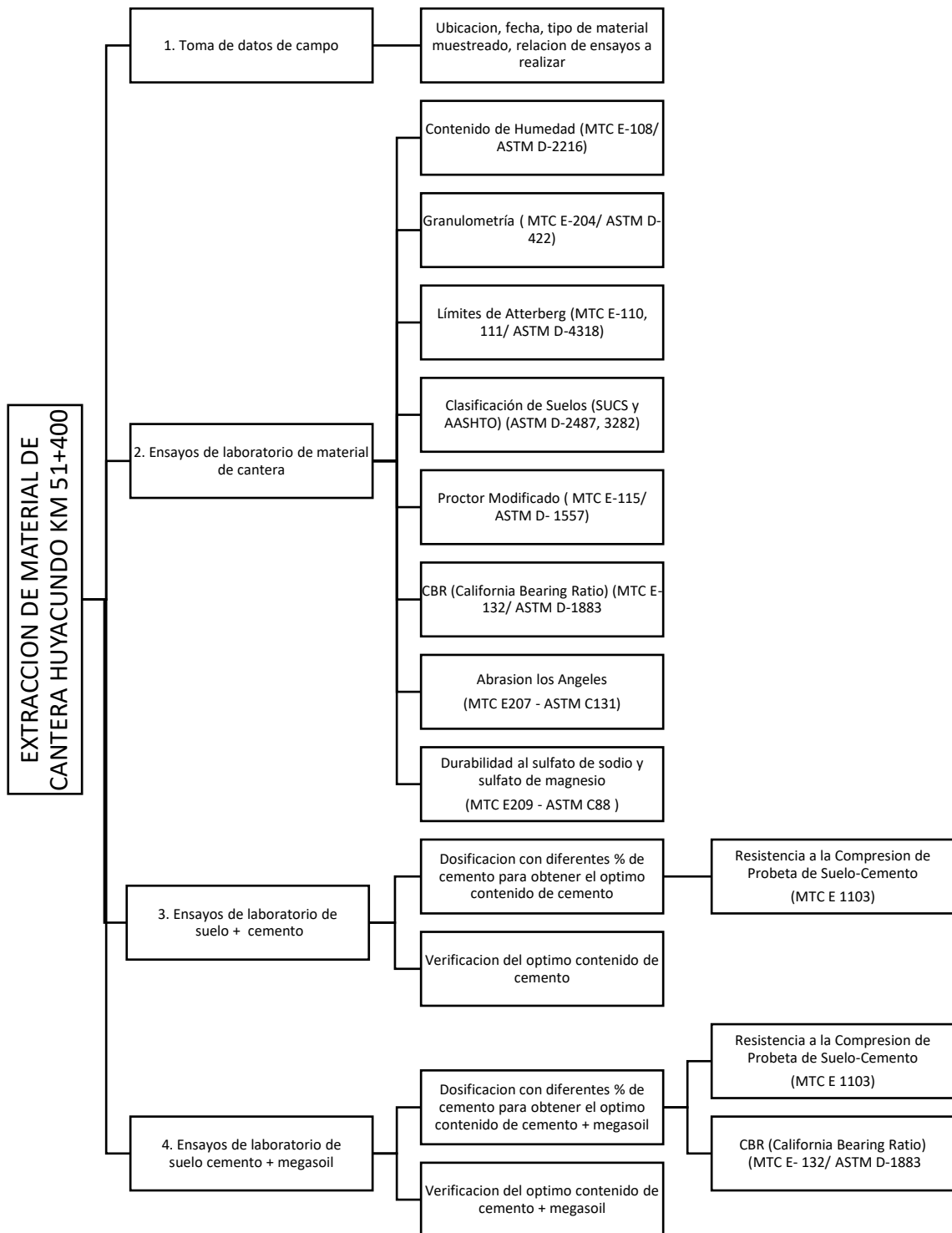


Figura 12: Procedimiento de recolección de datos y elaboración de ensayos

3.2.2 Equipos de medición y de ingeniería

Los equipos de medición y de ingeniería empleados en esta investigación son:

Equipos de laboratorio de suelos pertenecientes a la empresa China Railway Tunnel Group Co., Ltd. sucursal del Perú, cuyas instalaciones se encuentran ubicadas en el distrito de Huaytará, provincia de Huaytara, región de Huancavelica.

Los equipos utilizados para el presente estudio se encuentran con calibración vigente, así mismo la relación de equipos y los certificados de calibración se adjuntarán en el Anexo: Calibración de equipos.

3.2.3 Técnicas de análisis de datos

El análisis de los datos recolectados de cada ensayo realizado se analizará con apoyo de la herramienta hoja de cálculo.

- Primera fase del proceso de análisis se realizará la depuración de los datos.
- Segunda fase se continuará con la organización y cálculos necesarios para así identificar la información estadística y descriptiva de las mediciones.
- Tercera fase se realizará el análisis e interpretación de la información estando alineados a la hipótesis y objetivos planteados en la presente investigación.
- Cuarta y última fase se realizará una discusión de los resultados obtenidos, e Interpretación de resultados.

3.2.3.1 Trabajos de campo - Calicatas

La inspección y el análisis de suelos de la cantera Huayacundo ubicada en el Km 51+900 se realizó mediante el muestreo representativo del acopio existente en cantera, para ello se rodea el acopio y se empieza a muestrear de diferentes sectores para evaluar la homogeneidad del material. Se extrajeron 2 sacos de polipropileno con aproximadamente 50 kg de suelo en cada saco y haciendo un total de 100 – 110 kg de material por cada punto de muestreo. Posteriormente este material es trasladado al laboratorio de suelos de la empresa CHINA RAILWAY TUNNEL GROUP CO., LTD SUCURSAL DEL PERU, cuyas instalaciones se encuentran ubicadas en el distrito de Huaytara, lugar donde se realizaron los estudios y análisis correspondientes.

3.2.3.2 Ensayos de laboratorio

El siguiente gráfico se muestra el proceso de preparación del material para la ejecución de los ensayos de laboratorio, se debe tener en cuenta que de la misma muestra se determinara las propiedades físico-mecánicas, así como los diseños con los correspondientes estabilizadores.

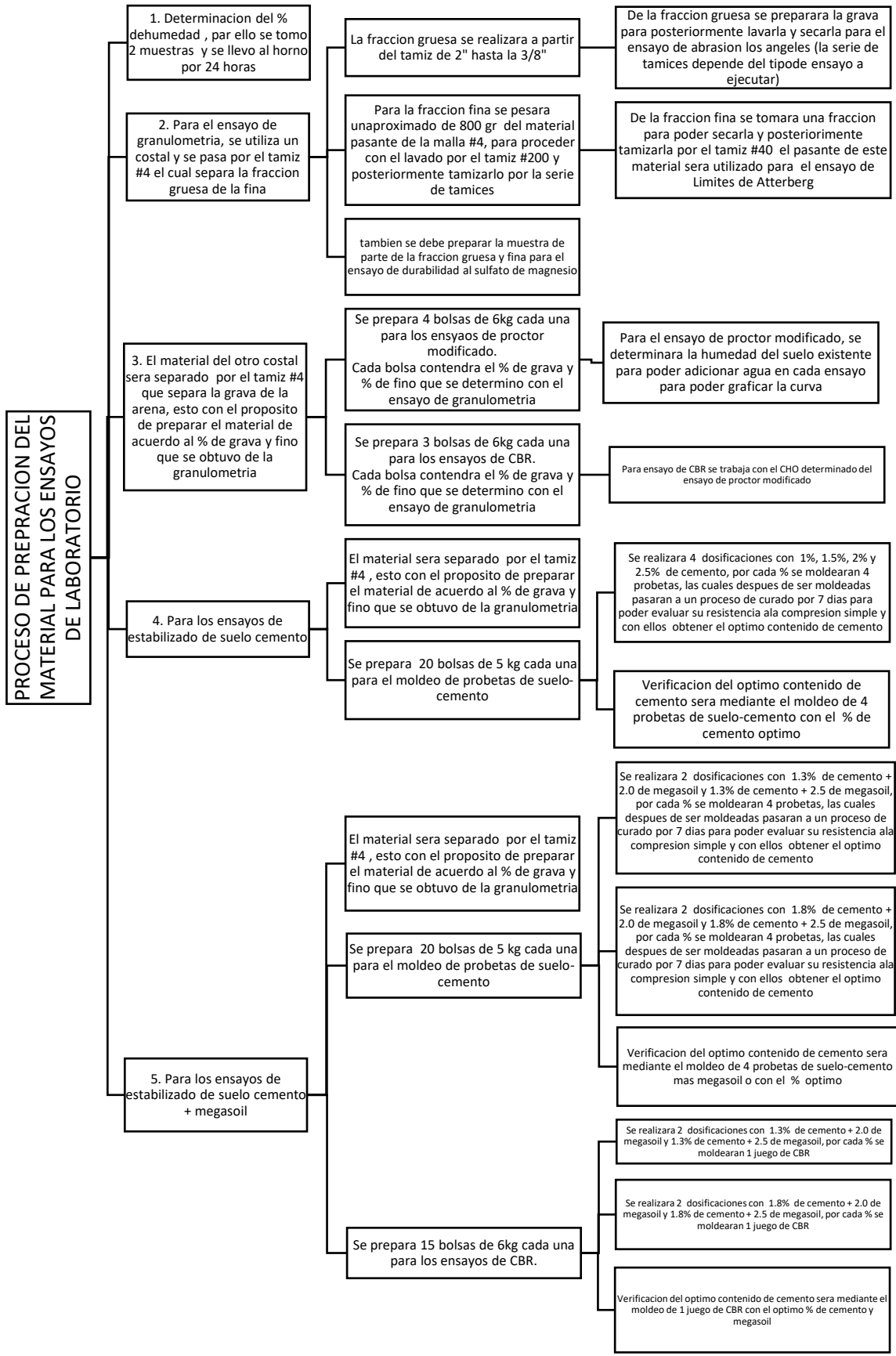


Figura 13: Procedimiento de preparación y ejecución de ensayos en laboratorio

Capítulo IV

Resultados y Discusión

4.1 Presentación de resultados

4.1.1 Determinación de las propiedades físico – mecánicas del material de cantera Huayacundo

Para iniciar con la evaluación de las propiedades del material de cantera, se debe realizar ensayos de caracterización del suelo natural (tal cual extraído de cantera) para poder evaluar las propiedades que se deben mejorar de acuerdo a los requerimientos de la norma. A continuación, la relación de ensayos y resultados:

A. Resultados de los ensayos de contenido de humedad

Tabla 6: Cuadro resumen del ensayo Contenido de Humedad de la Cantera Huayacundo

Registro N°	Fecha	Humedad Natural
		(%)
Huayacundo_AF-01	20/07/22	9.4
Huayacundo_AF-02	21/07/22	10.4
Huayacundo_AF-03	22/07/22	11.1
Huayacundo_AF-04	25/07/22	8.4
Huayacundo_AF-05	26/07/22	7.7
Huayacundo_AF-06	27/07/22	6.6

En la Tabla 6, se muestran los resultados promedios del ensayo de contenido de humedad (NTP 339.127 - MTC E108 - ASTM D2216) para el material de la cantera Huayacundo, esta evidencia los resultados de los 06 ensayos de contenido de humedad, donde se observa que el material se encuentra

próximo al óptimo contenido de humedad, por lo que será necesario controlar la humedad del material en cantera antes de utilizarlo para la estabilización, este parámetro es muy variable el cual varía de acuerdo a las condiciones climatológicas de la zona donde se encuentra acopiado el material de cantera.

B. Resultados de los ensayos de límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP)

Tabla 7: Cuadro resumen del ensayo Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de la Cantera Huayacundo

Registro N°	Fecha	Límite Líquido	Límite Plástico	IP
		(%)	(%)	(%)
Huayacundo_AF-01	20/07/22	30	23	7
Huayacundo_AF-02	21/07/22	31	26	5
Huayacundo_AF-03	22/07/22	38	27	11
Huayacundo_AF-04	25/07/22	30	24	6
Huayacundo_AF-05	26/07/22	31	25	6
Huayacundo_AF-06	27/07/22	30	25	5

En la Tabla 7, se muestran los resultados promedios del ensayo de Límite Líquido (NTP 339.129 - MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90), Límite Plástico (NTP 339.129) e Índice de Plasticidad medidos en porcentaje del material de la cantera Huayacundo. Asimismo, evidencia que el Límite Líquido promedio se encuentra con 32% (menor al 35% que exige la norma para un material de tipo afirmado) y el Índice de Plasticidad que en promedio se encuentra con 7% (baja plasticidad) lo cual indica un potencial de expansión bajo

C. Resultados de los ensayos de granulometría y clasificación SUCS Y AASHTO

Tabla 8: Resultados promedios del ensayo Granulometría

Registro N°	Fecha	Análisis Granulométrico % que Pasa Tamiz							Humedad Natural				
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200	(%)
Huayacundo_AF-01	20/07/22	100.0	100.0	100.0	99.2	89.2	79.7	73.2	55.5	39.3	16.3	6.7	9.4
Huayacundo_AF-02	21/07/22	100.0	100.0	100.0	91.2	78.3	63.1	54.0	33.1	25.4	17.6	13.8	10.4
Huayacundo_AF-03	22/07/22	100.0	100.0	100.0	91.7	80.5	65.3	57.0	41.1	30.6	16.3	9.5	11.1
Huayacundo_AF-04	25/07/22	100.0	100.0	100.0	94.1	81.0	72.9	63.5	51.2	36.7	23.0	13.6	8.4
Huayacundo_AF-05	26/07/22	100.0	100.0	100.0	99.0	92.2	81.9	68.7	45.4	33.5	22.4	13.7	7.7
Huayacundo_AF-06	27/07/22	100.0	100.0	100.0	96.6	86.8	78.4	70.5	52.3	36.8	26.1	10.6	6.6

En la Tabla 8 se muestran los resultados promedios del ensayo Granulometría, el porcentaje de finos que pasa la malla N°200 (NTP 339.128 - MTC E107 - ASTM D422 - AASHTO T88 / MTC E204 - ASTM D136 - AASHTO T27) del material de la cantera Huayacundo. Ello evidencia los resultados de los 06 ensayo se granulometría ejecutados, donde se observa los % que pasan por cada tamiz utilizado, así mismo se puede observar que en promedio se tiene 54% de grava y 46% de finos, lo que indica que es una cantera granular de buenas características y un promedio de 11% pasante de la malla #200, se concluye que el suelo presenta una buena distribución granulométrica.

Tabla 9: Cuadro de resumen del ensayo de Granulometría de la Cantera Huayacundo

Registro N°	Fecha	Clasificación	
		AASHTO	SUCS
Huayacundo_AF-01	20/07/22	A-2-4 (0)	SP-SM
Huayacundo_AF-02	21/07/22	A-1-a (0)	GM
Huayacundo_AF-03	22/07/22	A-2-6 (0)	GW-GM
Huayacundo_AF-04	25/07/22	A-1-a (0)	GM
Huayacundo_AF-05	26/07/22	A-1-a (0)	GM
Huayacundo_AF-06	27/07/22	A-1-a (0)	GP-GM

En la tabla 9, se muestran la clasificación mediante SUCS (NTP 339.134) Y AASHTO del material de la cantera Huayacundo. Esta evidencia los resultados SUCS de los tipos de suelo se tiene generalmente suelos granulares clasificados como Gravas conformados por una matriz limosa generalmente; así mismo de los resultados AASHTO se tiene suelo del grupo A-1 clasificado como el mejor suelo conformado por un material bien graduado compuesto de arena y grava, con pequeños contenidos de arcilla o limo como agente cementante.

D. Resultados de los ensayos de peso específico de sólidos

Tabla 10: Tabla de resumen del ensayo de Gravedad específica y Absorción de Agregados Gruesos de la Cantera Huayacundo

Registro N°	Fecha	Absorción	Peso Específico de Grava
		(%)	(gr/cm ³)
Huayacundo_AF-01	20/07/22	1.90	2.566
Huayacundo_AF-02	21/07/22	1.81	2.569
Huayacundo_AF-03	22/07/22	1.92	2.566
Huayacundo_AF-04	25/07/22	1.94	2.565
Huayacundo_AF-05	26/07/22	1.80	2.568
Huayacundo_AF-06	27/07/22	1.81	2.568

En la Tabla 10 se muestran los ensayos de Gravedad Especifica y Absorción de Agregados Gruesos (NTP 339.131 - ASTM C127 – AASHTO T85) de la cantera Huayacundo, esta reporta los datos del

peso específico de la grava que conforma el suelo del material de cantera, en promedio presenta valores superiores a 2.5, lo que refleja que es una piedra de buenas condiciones, así mismo el valor de absorción que presente en promedio es 1.8, lo que significa q la piedra no es muy porosa y por ente tiene buenas condiciones

E. Resultados de los ensayos de proctor modificado

Tabla 11: Cuadro resumen del ensayo: Proctor Modificado de la Cantera Huayacundo

Registro N°	Fecha	Proctor	
		M.D.S.	O.C.H.
Huayacundo_AF-01	20/07/22	2.019	8.8
Huayacundo_AF-02	21/07/22	2.010	10.5
Huayacundo_AF-03	22/07/22	1.896	11.5
Huayacundo_AF-04	25/07/22	2.007	9.8
Huayacundo_AF-05	26/07/22	2.017	10.3
Huayacundo_AF-06	27/07/22	2.023	10.6

En la Tabla 11 se muestran los ensayos de Proctor Modificado (NTP 339.141 - ASTM D1557 – ASTM D1557) de la cantera Huayacundo. Resultados del ensayo de proctor modificado, se tiene en promedio una MDS = 2.01 y una OCH= 10.5, estos valores tendrán que cumplirse en para poder alcanzar una compactación al 100%, sin embargo, al existir variabilidad en un grupo de resultados se debe descartar los valores más altos y bajos.

F. Resultados de los ensayos de valor relativo de soporte (CBR)

Tabla 12: Cuadro resumen del ensayo: Proctor Modificado de la Cantera Huayacundo

Registro N°	Fecha	CBR 0.1" (%)	
		95% MDS	100% MDS
Huayacundo_AF-01	20/07/22	35.2	37.3
Huayacundo_AF-02	21/07/22	28.6	43.8
Huayacundo_AF-03	22/07/22	45.1	51.6
Huayacundo_AF-04	25/07/22	29.6	38.0
Huayacundo_AF-05	26/07/22	46.8	55.8
Huayacundo_AF-06	27/07/22	40.3	55.4

En la Tabla 12 se muestran los ensayos de Valor Relativo de Soporte CBR (NTP 339.145 - ASTM D1557 – ASTM D1557) del suelo en estado natural al 95% y 100% de la Máxima Densidad Seca de la cantera Huayacundo y a una penetración de carga del 0.1”, los resultados del ensayo de CBR al 0.1” se tiene al 100% de la MDS un valor promedio de 51%, valor que significa que el suelo tiene una BUENA capacidad de soporte, así mismo el valor es > 40%, valor mínimo para que un suelo cumpla con el requisito para un material de afirmado según el Manual EG2013.

G. Resultados de los ensayos de abrasión

Tabla 13: Cuadro de resumen del ensayo Abrasión Los Ángeles de la Cantera Huayacundo

Registro N°	Fecha	Abrasión
		(%)
Huayacundo_AF-01	20/07/22	35.6
Huayacundo_AF-02	21/07/22	39.9
Huayacundo_AF-03	22/07/22	37.0
Huayacundo_AF-04	25/07/22	32.8
Huayacundo_AF-05	26/07/22	30.6
Huayacundo_AF-06	27/07/22	36.4

Los resultados en la tabla 13 se muestran respecto de los ensayos Abrasión Los Ángeles (ASTM E207 – ASTM C131/C-135 – AASHTO T96) de la cantera Huayacundo, que en promedio se encuentran por encima del 30% de desgaste, lo que significa que es una roca de buenas características que difícilmente se tritudara durante el proceso de compactación con rodillo en plataforma; así mismo se encuentra muy por debajo del valor mínimo que es 50% para un suelo tipo afirmado según el Manual EG2013.

H. Resultados de los ensayos de durabilidad al sulfato de magnesio

Tabla 14: Cuadro de resumen del ensayo Durabilidad al Sulfato de Magnesio de la Cantera Huayacundo

Registro N°	Fecha	Durabilidad (%)	
		Piedra	Arena
Huayacundo_AF-01	20/07/22	9.9	12.2
Huayacundo_AF-03	22/07/22	7.1	12.8

En la Tabla 14, se muestran los ensayos de Durabilidad al Sulfato de Magnesio (ASTM C88 – MTC E209 – AASHTO T104) de la cantera Huayacundo que refleja las condiciones de cambios de temperatura a la cual está expuesto un suelo en plataforma, se considera los cambios de caliente a frío para ver la resistencia que ofrece la piedra y la arena, de los resultados se tiene un promedio de desgaste en piedra de 8.06% y la arena 11.7%, valores menores a los solicitados en el Manual EG2013 que exige un máximo de desgaste en piedra de 18% y arena 15% para zonas ubicadas por encima de los 3000 m.s.n.m.

I. Tabla resumen de las propiedades físico – mecánicas del material de cantera

J. Tabla resumen de las propiedades físico – mecánicas del material de cantera Huayacundo

Tabla 15: Cuadro resumen del material cantera

Registro N°	Fecha	Análisis Granulométrico % que pasa Tamiz											Humedad Natural	Límite Líquido	IP	Clasificación		Abrasión	Durabilidad (%)		Proctor		CBR 0.1"		Peso Especifico de Grava (gr/ cm3)
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200				(%)	(%)		(%)	AASHTO	SUCS	(%)	Piedra	Arena	
Huayacundo_ AF-01	20/07/22	100.0	100.0	100.0	99.2	89.2	79.7	73.2	55.5	39.3	16.3	6.7	9.4	30	7	A-2-4 (0)	SP-SM	35.6	9.9	12.2	2.019	8.8	35.2	37.3	2.566
Huayacundo_ AF-02	21/07/22	100.0	100.0	100.0	91.2	78.3	63.1	54.0	33.1	25.4	17.6	13.8	10.4	31	5	A-1-a (0)	GM	39.9	-	-	2.010	10.5	28.6	43.8	2.569
Huayacundo_ AF-03	22/07/22	100.0	100.0	100.0	91.7	80.5	65.3	57.0	41.1	30.6	16.3	9.5	11.1	38	11	A-2-6 (0)	GW-GM	37.0	7.1	12.8	1.896	11.5	45.1	51.6	2.566
Huayacundo_ AF-04	25/07/22	100.0	100.0	100.0	94.1	81.0	72.9	63.5	51.2	36.7	23.0	13.6	8.4	30	6	A-1-a (0)	GM	32.8	-	-	2.007	9.8	29.6	38.0	2.565
Huayacundo_ AF-05	26/07/22	100.0	100.0	100.0	99.0	92.2	81.9	68.7	45.4	33.5	22.4	13.7	7.7	31	6	A-1-a (0)	GM	30.6	7.2	10.3	2.017	10.3	46.8	55.8	2.568
Huayacundo_ AF-06	27/07/22	100.0	100.0	100.0	96.6	86.8	78.4	70.5	52.3	36.8	26.1	10.6	6.6	30	5	A-1-a (0)	GP-GM	36.4	-	-	2.023	10.6	40.3	55.4	2.568

En la tabla 15 se presenta los resultados de los parámetros físico-mecánicos del material de cantera natural

4.1.2 Determinación de propiedades físico – mecánicas del material estabilizado con cemento

A. Resultados de los ensayos del suelo con cemento

Para los diseños de suelo cemento a ejecutar se deberá tener en cuenta las siguientes especificaciones que menciona el Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras (EG - 2013):

Tabla 16: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras

Material	Propiedades o Características	Requisitos Generales
Suelo estabilizado con cemento	Granulometría	Puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7
	Plasticidad	La fracción inferior del tamiz de 425 μm (Nº 40) deberá presentar: (1) Limite liquido <40% (2) Índice Plástico <18%
	Composición Química	Sulfatos: No podrá exceder 0.2%
	Abrasión	Abrasión: Máximo 50%
	Solidez o Durabilidad al Sulfato de Magnesio	Si los materiales a estabilizar se encuentran a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m. (1) Agregado grueso: Pérdidas $\leq 18\%$ (2) Agregado Fino: Pérdidas $\leq 15\%$

Fuente: Especificaciones Generales para Construcción - EG-2013

Para la aprobación del material para un estabilizado con cemento, es necesario cumplir las especificaciones de la EG-2013, por lo que se ejecutó una serie de ensayos para aprobar el material para el diseño suelo -cemento:

Tabla 17: Granulometría

Registro Nº	Fecha	Análisis Granulométrico % que Pasa Tamiz										
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200

Huayacundo_SC-01	02/08/22	100.0	100.0	96.2	93.3	82.8	71.7	64.7	47.3	35.6	18.5	11.1
Huayacundo_SC-02	03/08/22	100.0	100.0	100.0	97.7	87.7	78.3	71.8	54.2	40.0	19.2	10.2
Huayacundo_SC-03	04/08/22	100.0	100.0	93.1	89.0	78.6	65.3	53.3	36.2	24.5	13.8	9.1
Huayacundo_SC-04	05/08/22	100.0	100.0	92.0	87.5	77.5	68.1	59.1	41.5	32.3	17.9	11.6
Huayacundo_SC-05	06/08/22	100.0	100.0	97.2	93.2	82.7	75.0	68.5	50.9	38.1	17.9	9.1
Huayacundo_SC-06	07/08/22	100.0	100.0	97.9	97.0	87.1	77.7	67.2	49.5	37.0	18.5	10.5

Los resultados mostrados en la tabla 17 muestran los resultados de los 06 ensayo se granulometría ejecutados, donde se observa los % que pasan por cada tamiz utilizado, así mismo se puede observar que en promedio se tiene 47% de grava y 53% de finos, lo que indica que es una cantera granular de buenas características y un promedio de 10% pasante de la malla #200, se concluye que el suelo presenta una buena distribución granulométrica.

Tabla 18: Límites de Consistencia y Humedad Natural

Registro N°	Fecha	Humedad Natural	Límite Líquido	IP
		(%)	(%)	(%)
Huayacundo_SC-01	02/08/22	5.6	30	7
Huayacundo_SC-02	03/08/22	5.8	30	8
Huayacundo_SC-03	04/08/22	5.0	30	6
Huayacundo_SC-04	05/08/22	5.1	32	9
Huayacundo_SC-05	06/08/22	4.8	30	8
Huayacundo_SC-06	07/08/22	5.6	30	9

Se observa en la Tabla 18 que el Límite líquido promedio se encuentra con 30% (menor al 40% que exige la norma para un material estabilizado con cemento) y el Índice de Plasticidad que en promedio se encuentra con 7% (baja plasticidad) lo cual indica un potencial de expansión bajo, de los resultados de los 06 ensayos de contenido de humedad, donde se observa que el material se encuentra con promedio 5.3%, por lo que será necesario controlar la humedad del material en cantera antes de utilizarlo para la estabilización.

B. Clasificación de suelos del suelo con cemento

Tabla 19: Clasificación SUCS y AASHTO

Registro N°	Análisis Granulométrico % que Pasa Tamiz										Límite Líquido	IP	Clasificación	
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	(%)	(%)	AASHTO	SUCS
Huayacundo_SC-01	100.0	96.2	93.3	82.8	71.7	64.7	47.3	35.6	18.5	11.1	30	7	A-2-4 (0)	GW-GM
Huayacundo_SC-02	100.0	100.0	97.7	87.7	78.3	71.8	54.2	40.0	19.2	10.2	30	8	A-2-4 (0)	GW-GC
Huayacundo_SC-03	100.0	93.1	89.0	78.6	65.3	53.3	36.2	24.5	13.8	9.1	30	6	A-1-a (0)	GP-GM
Huayacundo_SC-04	100.0	92.0	87.5	77.5	68.1	59.1	41.5	32.3	17.9	11.6	32	9	A-2-4 (0)	GW-GC
Huayacundo_SC-05	100.0	97.2	93.2	82.7	75.0	68.5	50.9	38.1	17.9	9.1	30	8	A-2-4 (0)	GW-GC
Huayacundo_SC-06	100.0	97.9	97.0	87.1	77.7	67.2	49.5	37.0	18.5	10.5	30	9	A-2-4 (0)	GW-GC

En la tabla 19 se muestran los resultados SUCS de los tipos de suelo se tiene generalmente suelos granulares clasificados como gravas conformados por una matriz limo-arcillosa generalmente; así mismo de los resultados AASHTO se tiene suelo del grupo A-2 clasificado como suelos granulares con 35% o menos pasante de la malla #200. Así mismo esta clasificación se encuentra dentro de los requisitos de un suelo estabilizado con cemento.

Tabla 20: Abrasión

Registro N°	Fecha	Abrasión (%)
Huayacundo_SC-01	02/08/22	30.9
Huayacundo_SC-02	03/08/22	32.3
Huayacundo_SC-03	04/08/22	31.1
Huayacundo_SC-04	05/08/22	33.6
Huayacundo_SC-05	06/08/22	34.0
Huayacundo_SC-06	07/08/22	29.6

La tabla 20 muestra los resultados del ensayo de Abrasión que en promedio se encuentran por encima del 30% de desgaste, lo que significa que es una roca de buenas características que difícilmente se triturara durante el proceso de compactación con rodillo en plataforma; así mismo se encuentra muy por debajo del valor mínimo que es 50% para un suelo estabilizado con cemento.

Tabla 21: Solidez

Registro N°	Fecha	Durabilidad (%)	
		Piedra	Arena
Huayacundo_SC-01	02/08/22	9.1	11.9
Huayacundo_SC-02	03/08/22	6.6	12.1
Huayacundo_SC-03	04/08/22	6.4	10.6
Huayacundo_SC-04	05/08/22	7.7	9.5
Huayacundo_SC-05	06/08/22	6.2	8.2
Huayacundo_SC-06	07/08/22	8.2	11.1

La tabla 21 muestra los resultados del ensayo de Durabilidad al Sulfato de Magnesio, este ensayo refleja las condiciones de cambios de temperatura a la cual está expuesto un suelo en plataforma, se considera los cambios de caliente a frio para ver la resistencia que ofrece la piedra y la arena, de los resultados se tiene un promedio de desgaste en piedra de 7.4% y la arena 10.6%, valores menores a los solicitados en el Manual EG2013 que exige un máximo de desgaste en piedra de 18% y arena 15% para suelos estabilizados con cemento en zonas ubicadas por encima de los 3000 m.s.n.m.

Tabla 22: *Composición Química*

Registro N°	Fecha	Sales Solubles	Sulfatos
		(%)	(%)
Huayacundo_SC-01	02/08/22	0.15	0.07
Huayacundo_SC-02	03/08/22	0.14	0.07
Huayacundo_SC-03	04/08/22	0.15	0.08
Huayacundo_SC-04	05/08/22	0.15	0.08
Huayacundo_SC-05	06/08/22	0.17	0.09
Huayacundo_SC-06	07/08/22	0.17	0.09

En la tabla 22 se aprecian los resultados del ensayo de Sulfatos los cuales en promedio tienen 0.08% valor que se encuentra muy por debajo del 0.2% que exige la norma para un suelo estabilizado con cemento.

C. Tabla resumen de las propiedades físico – mecánicas del material estabilizado con cemento

Tabla 23: Cuadro resumen del material cantera

Registro N°	Fecha	Análisis Granulométrico % que pasa Tamiz											Humedad Natural	Límite Líquido	IP	Clasificación		Abrasión	Durabilidad (%)		Proctor		Sales Solubles	Sulfatos	Peso Especifico de Grava
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200				AASHTO	SUCS		Piedra	Arena	MDS	OCH			
Huayacundo_ SC-01	02/08/22	100.0	100.0	96,2	93,3	82,8	71,7	64,7	47,3	35,6	18,5	11,1	5,6	30	7	A-2-4 (0)	GW-GM	30,9	9,1	11,9	2,042	9,3	0,15	0,07	2,538
Huayacundo_ SC-02	03/08/22	100.0	100.0	100,0	97,7	87,7	78,3	71,8	54,2	40,0	19,2	10,2	5,8	30	8	A-2-4 (0)	GW-GC	32,3	6,6	12,1	2,041	9,8	0,14	0,07	2,548
Huayacundo_ SC-03	04/08/22	100.0	100.0	93,1	89,0	78,6	65,3	53,3	36,2	24,5	13,8	9,1	5,0	30	6	A-1-a (0)	GP-GM	31,1	6,4	10,6	2,033	10,7	0,15	0,08	2,418
Huayacundo_ SC-04	05/08/22	100.0	100.0	92,0	87,5	77,5	68,1	59,1	41,5	32,3	17,9	11,6	5,1	32	9	A-2-4 (0)	GW-GC	33,6	7,7	9,5	2,032	10,5	0,15	0,08	2,543
Huayacundo_ SC-05	06/08/22	100.0	100.0	97,2	93,2	82,7	75,0	68,5	50,9	38,1	17,9	9,1	4,8	30	8	A-2-4 (0)	GW-GC	34,0	6,2	8,2	2,081	10,5	0,17	0,09	2,553
Huayacundo_ SC-06	07/08/22	100.0	100.0	97,9	97,0	87,1	77,7	67,2	49,5	37,0	18,5	10,5	5,6	30	9	A-2-4 (0)	GW-GC	29,6	8,2	11,1	2,094	10,1	0,17	0,09	2,531

La tabla 23 presenta los resultados de los parámetros físico-mecánicos del material estabilizado con cemento

A continuación, el análisis de los parámetros de las especificaciones de la EG-2013:

Tabla 24: Análisis de los parámetros de las especificaciones de la EG-2013

Material	Propiedades o Características	Requisitos Generales	Resultados Promedio	Condición
Suelo estabilizado con cemento	Granulometría	Puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7	A-1-a (0) A-2-4 (0)	Cumple
	Plasticidad	La fracción inferior del tamiz de 425 µm (Nº 40) deberá presentar	(1) 30.0 %	Cumple
		(1) Limite líquido <40% (2) Índice Plástico <18%	(2) 8.0 %	Cumple
	Composición Química	Sulfatos: No podrá exceder 0.2%	0.08 %	Cumple
	Abrasión	Abrasión: Máximo 50%	31.9 %	Cumple
	Solidez o Durabilidad al Sulfato de Magnesio	Si los materiales a estabilizar se encuentran a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m. (1) Agregado grueso: Pérdidas $\leq 18\%$ (2) Agregado Fino: Pérdidas $\leq 15\%$	(1) 7.4 % (2) 10.6 %	Cumple Cumple

Como se puede observar los resultados promedios, el material **cumple** para un estabilizado suelo – cemento, por lo que se procederá a realizar el diseño correspondiente.

D. Resultados del diseño del suelo con cemento

Para la ejecución del diseño de suelo -cemento, se deberá ejecutar los siguientes ensayos:

- Relaciones humedad-densidad (suelo-cemento) MTC E1102
- Moldeado de probetas en el laboratorio suelo – cemento MTC E1101
- Resistencia a la compresión de probetas de suelo – cemento MTC E 1103
- Ensayo de durabilidad o Humedecimiento y secado de mezclas de suelo-cemento compactadas MTC E 1104-2016

Para el cumplimiento de los siguientes parámetros:

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	1. Resistencia a compresión simple = 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103) 2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104): - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Pérdida Máxima
Emulsión Asfáltica	1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%
Sales	1. CBR* = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polimeros, enzimas, sistemas, etc.)	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1"

Figura 14: Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y parámetros

Fuente: (20)

A continuación, los resultados de los ensayos ejecutados en laboratorio:

Tabla 25: Relaciones humedad-densidad (suelo-cemento) MTC E1102

Registro N°	Fecha	Proctor	
		M.D.S.	O.C.H.
Huayacundo_DSC-01	08/08/22	2.041	9.8

En la tabla 25 se aprecia el resultado del ensayo de proctor modificado como es la máxima densidad seca (M.D.S.) y el óptimo contenido de humedad (O.C.H.) valores que se utilizarán para el moldeo de los CBR's.

Tabla 26: Moldeado de probetas en el laboratorio suelo – cemento MTC E1101

Registro N°	Fecha	Porcentaje. Cemento en peso (%)	Humedad Promedio de la probeta (%)	Cuerpo de Probeta	
				Densidad Humedad Promedio (g/cm3)	Densidad Seca Promedio (g/cm3)
Bloque 01 de 4 probetas	08/08/22	1.00	9.09	2.233	2.047
Bloque 02 de 4 probetas	08/08/22	1.50	8.91	2.226	2.043
Bloque 03 de 4 probetas	08/08/22	2.00	8.98	2.226	2.043
Bloque 04 de 4 probetas	08/08/22	2.50	9.06	2.229	2.044

Los resultados del valor de densidad promedio obtenidas de las probetas realizadas para la evaluación de la resistencia de un suelo estabilizado con cemento (Cada bloque denominado bloque 1, 2, 3, y 4 están conformado por 4 probetas cada uno, teniendo un total de 16 probetas, sin embargo, se trabaja con promedios de cada bloque), se debe de cumplir la densidad obtenida del ensayo de Proctor modificado ya que se debe trabajar con las condiciones óptimas de la MDS Y OCH.

Tabla 27: Resistencia a la compresión de probetas de suelo – cemento MTC E 1103

Registro N°	Cemento (%)	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad Rotura	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	Área (Cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
Bloque 01 de 4 probetas	1.00	08/08/22	15/08/22	7	4.63	471.62	83.20	5.67
Bloque 02 de 4 probetas	1.50	08/08/22	15/08/22	7	8.70	887.41	83.20	10.67
Bloque 03 de 4 probetas	2.00	08/08/22	15/08/22	7	15.57	1587.44	82.96	19.14

Los resultados de las fechas de rotura, resistencia en KN y Área de cada probeta para la obtenido de Resistencia en (Kg/mcm²), teniendo en cuenta que cada bloque denominado bloque 1, 2, 3, y 4 están conformado por 4 probetas cada uno, teniendo un total de 16 probetas, sin embargo, se trabaja con promedios de cada bloque).

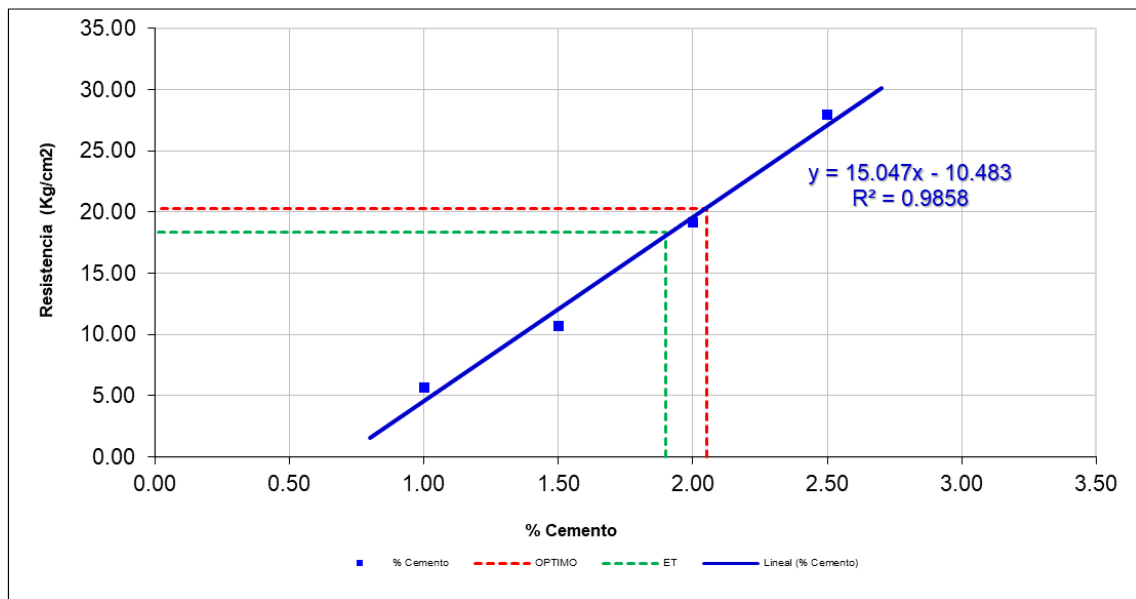


Figura 15: Línea de tendencia de los resultados de resistencia

Gráfico correspondiente a la línea de tendencia de los resultados de resistencia obtenidos los cuales crecen de acuerdo al incremento de cemento, así mismo se graficó la línea de la especificación técnica en verde y la línea de rojo que es el óptimo contenido de cemento el cual es superior al optimo ya que se debe tener un margen de seguridad el cual dependerá principalmente de las condiciones en las cuales se ensayan las probetas en laboratorio en comparación a las condiciones con las que se ejecutaran las probetas en campo.

Tabla 28: Tabla porcentaje cemento

Para una Resistencia de	% de Cemento ANDINO Tipo IP	1.9
1.8 Mpa o 18.35 Kg/cm2	Margen de Seguridad 10%	0.19
a 7 días	% de Cemento adoptado	2.1

Como conclusión se tiene que el OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO con 2.1% en peso, lo que convertido en kg/m³ y bolsas/m³, seria de la siguiente forma:

Tabla 29: *Tabla óptimo contenido de cemento*

Óptimo Contenido de Cemento (%)	Óptimo Contenido de Cemento (Kg / m³)	Óptimo Contenido de Cemento (Bolsas de Cemento/m³)
2.1	46.20	1.10

Tabla 30: *Ensayo de durabilidad o Humedecimiento y secado de mezclas de suelo-cemento compactadas MTC E 1104-2016*

% Cemento	Fecha Moldeo	Desgaste (Humedad Y Secado) (%)
1.50	24/08/22	4.2
2.10	24/08/22	3.4
2.05	24/08/22	2.9

La tabla 30 presenta los resultados de los ensayos de desgaste (humedecimiento secado) para los diferentes porcentajes de cemento utilizados.

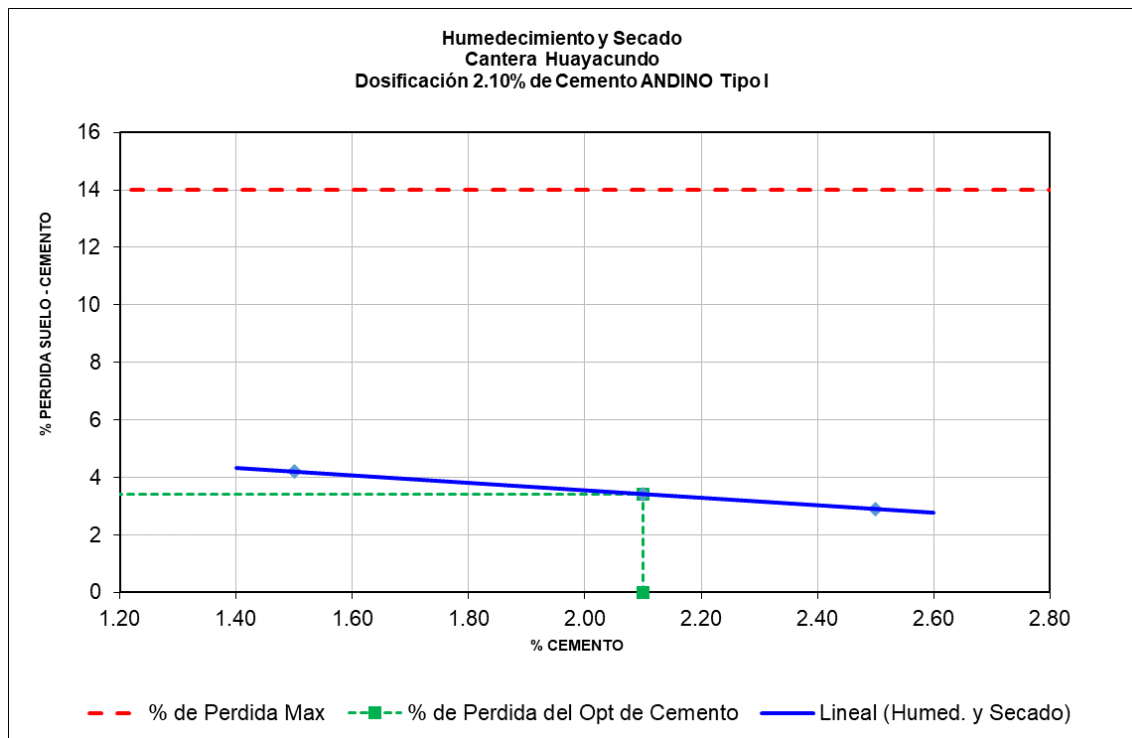


Figura 16: la línea de tendencia del incremento de pérdida de suelo-cemento

De la figura 16 se entiende que correspondiente a la línea de tendencia del incremento de pérdida de suelo-cemento, como se observa a mayor cantidad de cemento el desgaste disminuye, esto debido a que a mayor porcentaje de cemento el suelo se compacta y endurece más, así mismo se graficó la línea verde que es el % de desgaste obtenido para el óptimo % de cemento que se utilizara según el diseño ejecutado y en la línea roja se graficó la línea del límite de desgaste que se debe tener, el cual está muy por encima de los obtenidos en laboratorio.

4.1.3 Determinación de propiedades físico – mecánicas del material estabilizado con polímero Megasoil

A. Resultados de los ensayos del suelo con polímero Megasoil

Para los diseños de suelo con productos químicos, en este caso el polímero Megasoil se deberá tener en cuenta las siguientes especificaciones que menciona el Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras (EG - 2013):

Tabla 31: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de carreteras (EG - 2013)

Material	Propiedades o Características	Requisitos Generales
Suelo estabilizado con productos químicos	Granulometría	Puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7
	Plasticidad	La fracción inferior del tamiz de 425 μm (Nº 40) deberá presentar: (1) Limite liquido <40% (2) Índice Plástico $6 < IP < 12\%$
	Composición Química	Sulfatos: No podrá exceder 0.2%
	Abrasión	Abrasión: Máximo 50%
	Solidez o Durabilidad al Sulfato de Magnesio	Si los materiales a estabilizar se encuentran a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m. (1) Agregado grueso: Pérdidas $\leq 18\%$ (2) Agregado Fino: Pérdidas $\leq 15\%$

Fuente: Manual de Carreteras, suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014

Para la aprobación del material para un estabilizado con productos químicos, es necesario cumplir las especificaciones de la EG-2013, por lo que se ejecutó una serie de ensayos para aprobar el material para el diseño suelo -cemento:

Tabla 32: Granulometría

Registro N°	Fecha	Análisis Granulométrico (%) que Pasa Tamiz										
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200
Huayacundo_SCM-01	08/08/22	100.0	100.0	95.9	91.8	85.3	74.2	67.2	49.7	36.7	17.6	9.3
Huayacundo_SCM-02	09/08/22	100.0	100.0	96.3	89.7	82.3	71.3	64.3	47.0	35.2	17.9	10.3
Huayacundo_SCM-03	10/08/22	100.0	100.0	96.3	89.7	82.3	71.3	64.3	46.9	35.1	17.8	10.2
Huayacundo_SCM-04	11/08/22	100.0	100.0	95.8	88.9	81.9	71.1	64.1	46.8	34.7	17.1	9.8
Huayacundo_SCM-05	15/08/22	100.0	100.0	95.8	88.9	81.9	72.4	65.7	48.7	36.4	17.9	9.6
Huayacundo_SCM-06	17/08/22	100.0	100.0	96.3	89.7	82.4	71.4	64.4	47.1	35.2	17.9	10.0

De la tabla 32 se observa los resultados de los 06 ensayos de granulometría ejecutados, donde se observa los % que pasan por cada tamiz utilizado, así mismo se puede observar que en promedio se tiene 47% de grava y 53% de finos, lo que indica que es una cantera granular de buenas características y un promedio de 9.8% pasante de la malla #200, se concluye que el suelo presenta una buena distribución granulométrica.

Tabla 33: Límites de Consistencia y Humedad Natural

Registro N°	Fecha	Humedad	Límite	IP
		Natural	Líquido	
		(%)	(%)	(%)
Huayacundo_SCM-01	08/08/22	4.5	31	7
Huayacundo_SCM-02	09/08/22	4.8	30	9
Huayacundo_SCM-03	10/08/22	4.3	31	10
Huayacundo_SCM-04	11/08/22	5.1	32	11
Huayacundo_SCM-05	15/08/22	6.4	31	8
Huayacundo_SCM-06	17/08/22	4.7	31	10

Se observa en la tabla 33 que el Límite Líquido promedio se encuentra con 30% (menor al 40% que exige la norma para un material estabilizado con aditivo químico) y el Índice de Plasticidad que en promedio se encuentra con 9% (moderada plasticidad) lo cual indica un potencial de expansión bajo, de los resultados de los 06 ensayos de contenido de humedad, donde se observa que el material se encuentra con promedio 4.9%, por lo que será necesario controlar la humedad del material en cantera antes de utilizarlo para la estabilización.

B. Clasificación de suelos del suelo con polímero Megasoil

Tabla 34: Clasificación SUCS y AASHTO

Registro Huayacundo	Análisis Granulométrico										Límite Líquido	IP	Clasificación	
	% que Pasa Tamiz												(%)	(%)
N°	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200	(%)	(%)	AASHTO	SUCS
SCM-01	100.0	95.9	91.8	85.3	74.2	67.2	49.7	36.7	17.6	9.3	31	7	A-2-4 (0)	GW-GM
SCM-02	100.0	96.3	89.7	82.3	71.3	64.3	47.0	35.2	17.9	10.3	30	9	A-2-4 (0)	GW-GC
SCM-03	100.0	96.3	89.7	82.3	71.3	64.3	46.9	35.1	17.8	10.2	31	10	A-2-4 (0)	GW-GC
SCM-04	100.0	95.8	88.9	81.9	71.1	64.1	46.8	34.7	17.1	9.8	32	11	A-2-6 (0)	GW-GC
SCM-05	100.0	95.8	88.9	81.9	72.4	65.7	48.7	36.4	17.9	9.6	31	8	A-2-4 (0)	GW-GM
SCM-06	100.0	96.3	89.7	82.4	71.4	64.4	47.1	35.2	17.9	10.0	31	10	A-2-4 (0)	GW-GC

De la tabla 34 se tiene los resultados de la clasificación de suelos SUCS de los tipos de suelo se tiene generalmente suelos granulares clasificados como Gravas conformados por una matriz limo-arcillosa generalmente; así mismo de los resultados AASHTO se tiene suelo del grupo A-2 clasificado como suelos granulares con 35% o menos pasante de la malla #200. Así mismo esta clasificación se encuentra dentro de los requisitos de un suelo estabilizado con aditivo químico.

Tabla 35: Proctor Modificado y CBR

Registro N°	Proctor		CBR 0.1" (%)	
	M.D.S.	O.C.H.	95% MDS	100% MDS
Huayacundo_AF-01	2.019	8.8	35.2	37.3
Huayacundo_AF-02	2.010	10.5	28.6	43.8
Huayacundo_AF-03	1.896	11.5	45.1	51.6
Huayacundo_AF-04	2.007	9.8	29.6	38.0
Huayacundo_AF-05	2.017	10.3	46.8	55.8
Huayacundo_AF-06	2.023	10.6	40.3	55.4

Resultados de la tabla 35 del ensayo de Proctor modificado del cual obtuvimos resultados promedios de MDS = 2.01 y el OCH = 10, valores que se deberán cumplir para obtener un 100% de compactación en campo, así mismo se realizó los ensayos de CBR al 0.1" se tiene al 100% de la MDS un valor promedio de 51%, valor que significa que el suelo tiene una BUENA capacidad de soporte, el cual deber a incrementarse al 100% con el estabilizado con aditivo químico.

Tabla 36: Abrasión

Registro N°	Abrasión (%)
Huayacundo_SCM-01	31.4
Huayacundo_SCM-02	32.1
Huayacundo_SCM-03	30.7
Huayacundo_SCM-04	30.8
Huayacundo_SCM-05	30.1
Huayacundo_SCM-06	28.8

Tabla 36 se observa los resultados del ensayo de Abrasión que en promedio se encuentran por encima del 30% de desgaste, lo que significa que es una roca de buenas características que difícilmente se triturara durante el proceso de compactación con rodillo en plataforma; así mismo se encuentra muy por debajo del valor mínimo que es 50% para un suelo estabilizado con cemento.

Tabla 37: Solidez

Registro N°	Durabilidad (%)	
	Piedra	Arena
Huayacundo_SCM-01	10.3	12.9
Huayacundo_SCM-02	11.6	10.9
Huayacundo_SCM-03	11.3	9.8
Huayacundo_SCM-04	11.9	9.3
Huayacundo_SCM-05	14.3	10.1
Huayacundo_SCM-06	9.3	8.7

De la tabla 37, se tiene los resultados del ensayo de Durabilidad al Sulfato de Magnesio, este ensayo refleja las condiciones de cambios de temperatura a la cual está expuesto un suelo en plataforma, se considera los cambios de caliente a frio para ver la resistencia que ofrece la piedra y la arena, de los resultados se tiene un promedio de desgaste en piedra de 11.5% y la arena 10.3%, valores menores a los solicitados en el Manual EG2013 que exige un máximo de desgaste en piedra de 18% y arena 15% para suelos estabilizados con aditivo químico en zonas ubicadas por encima de los 3000 m.s.n.m.

Tabla 38: Composición Química

Registro N°	Sales Solubles	Sulfatos
	(%)	(%)
Huayacundo_SCM-01	0.15	0.07
Huayacundo_SCM-02	0.16	0.07
Huayacundo_SCM-03	0.18	0.08
Huayacundo_SCM-04	0.20	0.08
Huayacundo_SCM-05	0.20	0.09
Huayacundo_SCM-06	0.19	0.09

En la tabla 38, se aprecia los resultados del ensayo de Sulfatos los cuales en promedio tienen 0.08% valor que se encuentra muy por debajo del 0.2% que exige la norma para un suelo estabilizado con aditivo químico.

C. Tabla resumen de las propiedades físico – mecánicas del material estabilizado con polímero Megasoil

Tabla 39: Cuadro resumen del material estabilizado con polímero Megasoil

Registro N°	Fecha	Análisis Granulométrico % que pasa Tamiz											Humedad Natural Límite Líquido (%)	IP (%)	Clasificación		Abrasión (%)	Durabilidad (%)		Proctor		Sales Solubles %	Sulfatos %	Peso Especifico de Grava (gr/ cm3)	
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No 4	No 10	No 40	No 200			AASHTO	SUCS		Piedra	Arena	MDS	OCH				
Huayacundo_ SCM-01	08/08/22	100,0	100,0	95,9	91,8	85,3	74,2	67,2	49,7	36,7	17,6	9,3	4,5	31	7	A-2-4 (0)	GW-GM	31,4	10,3	12,9	2,115	9,6	0,15	0,07	2,510
Huayacundo_ SCM-02	09/08/22	100,0	100,0	96,3	89,7	82,3	71,3	64,3	47,0	35,2	17,9	10,3	4,8	30	9	A-2-4 (0)	GW-GC	32,1	11,6	10,9	2,168	9,2	0,16	0,07	2,624
Huayacundo_ SCM-03	10/08/22	100,0	100,0	96,3	89,7	82,3	71,3	64,3	46,9	35,1	17,8	10,2	4,3	31	10	A-2-4 (0)	GW-GC	30,7	11,3	9,8	2,130	9,9	0,18	0,08	2,223
Huayacundo_ SCM-04	11/08/22	100,0	100,0	95,8	88,9	81,9	71,1	64,1	46,8	34,7	17,1	9,8	5,1	32	11	A-2-6 (0)	GW-GC	30,8	11,9	9,3	2,153	9,4	0,20	0,08	2,699
Huayacundo_ SCM-05	15/08/22	100,0	100,0	95,8	88,9	81,9	72,4	65,7	48,7	36,4	17,9	9,6	6,4	31	8	A-2-4 (0)	GW-GM	30,1	14,3	10,1			0,20	0,09	2,693
Huayacundo_ SCM-06	17/08/22	100,0	100,0	96,3	89,7	82,4	71,4	64,4	47,1	35,2	17,9	10,0	4,7	31	10	A-2-4 (0)	GW-GC	28,8	9,3	8,7			0,19	0,09	2,217

La tabla 39 presenta los resultados de los parámetros físico-mecánicos del material estabilizado con polímero Megasoil

A continuación, el análisis de los parámetros de las especificaciones de la EG-2013:

Tabla 40: Análisis de los parámetros de las especificaciones de la EG-2013

Material	Propiedades o Características	Requisitos Generales	Resultados Promedio	Condición	
Suelo estabilizado con productos químicos	Granulometría	Puede corresponder a los siguientes tipos de suelos A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6 y A-7	A-2-4 (0) A-2-6 (0)	Cumple	
	Plasticidad	La fracción inferior del tamiz de 425 µm (Nº 40) deberá presentar	(1) Límite líquido <40%	(1) 31.0 %	Cumple
		(2) Índice Plástico $6 < IP < 12\%$	(2) 9.0 %	Cumple	
	Composición Química	Sulfatos: No podrá exceder 0.2%	0.08 %	Cumple	
	Abrasión	Abrasión: Máximo 50%	30.6 %	Cumple	
	Durabilidad al Sulfato de Magnesio	Si los materiales a estabilizar se encuentran a una altitud ≥ 3.000 m.s.n.m.	(1) Agregado grueso: Pérdidas $\leq 18\%$	(1) 11.4 %	Cumple
		(2) Agregado Fino: Pérdidas $\leq 15\%$	(2) 10.3 %	Cumple	

Fuente: Elaboración propia, 2022.

Como se puede observar los resultados promedios, el material **CUMPLE** para un estabilizado suelo estabilizado con productos químicos, por lo que se procederá a realizar el diseño correspondiente.

D. Resultados del diseño del suelo con polímero Megasoil

El parámetro a medir será la resistencia o valor de soporte (CBR), para el cumplimiento de los siguientes parámetros:

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	1. Resistencia a compresión simple = 1.8 MPa mínimo (MTC E 1103) 2. Humedecimiento-secado (MTC E 1104): - Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3 = 14 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10 % de Pérdida Máxima - Para suelos A-6; A-7 = 7 % de Pérdida Máxima
Emulsión Asfáltica	1. Estabilidad Marshall = 230 Kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después de saturado = 50% máximo 3. Porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	1. CBR' = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%
Sales	1. CBR' = 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polímeros, enzimas, sistemas, etc.)	1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión ≤ 0.5%

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1"

Figura 17: Especificaciones técnicas de tipos de estabilizadores y parámetros

Fuente: (20)

A continuación, los resultados de los ensayos ejecutados en laboratorio:

Tabla 41: Ensayo de CBR de Suelos en Laboratorio MTC E115, MTC E132

FECHA	CANTERA	DOSIFICACION	RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO					Resistencia (Kg/cm ²)
			PROCTOR		CBR LABORATORIO 0.1"			
			MDS (g/cm ³)	OCH (%)	95%	100%	EXPANSION 100%	
16/08/2022	HUAYACUNDO	2.3 MEGASOIL + 1.3% CEMENTO	2.115	9.6	76.1	92.8	NO EXPANSIVO	14.03
16/08/2022	HUAYACUNDO	2.8 MEGASOIL + 1.3% CEMENTO	2.168	9.2	81.4	98.4	NO EXPANSIVO	17.82
17/08/2022	HUAYACUNDO	2.3 MEGASOIL + 1.8% CEMENTO	2.130	9.9	88	110	NO EXPANSIVO	23.34
17/08/2022	HUAYACUNDO	2.8 MEGASOIL + 1.8% CEMENTO	2.153	9.4	101.8	122.5	NO EXPANSIVO	30.54

En la tabla 41, se tiene los resultados de los ensayos de CBR ejecutados a las diferentes dosificaciones empleadas para alcanzar el 100% de CBR de un suelo estabilizado con aditivo químico, se observa que de cada dosificación se realizó un juego de CBR conformado por 3 moldes correspondientes a 12, 25 y 56 golpes respectivamente los cuales se ejecutaron con las dosificaciones mencionadas.

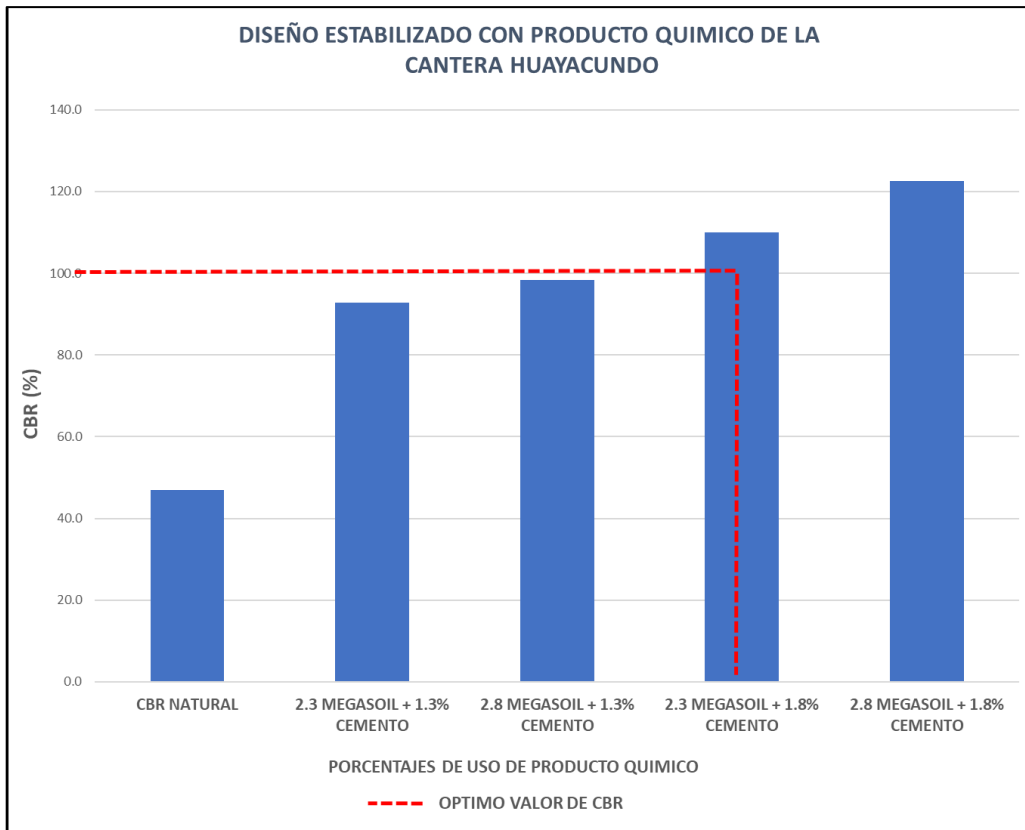


Figura 18: CBR alcanzado con los diferentes porcentajes de producto químico usados

El grafico correspondiente al CBR alcanzado con los diferentes porcentajes de producto químico usados, se observa que la tendencia al incremento de cemento y de aditivo químico tiende a crecer, en rojo se encuentra el óptimo valor de CBR exigido por la norma que corresponde al 100%, y para este valor se tiene la dosificación de 2.3 de Megasoil más 1.8% de cemento. Como conclusión se tiene que el OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO con 1.8% en peso y 0.023 % de Megasoil, lo que convertido en kg/m^3 y bolsas/m^3 , seria de la siguiente forma:

Tabla 42: Óptimo cemento

Óptimo Contenido de Cemento (%)	Óptimo Contenido de Cemento (Kg / m^3)	Óptimo Contenido de Cemento (Bolsas de Cemento/ m^3)
1.8	39.60	0.93

Tabla 43: Óptimo Megasoil

Óptimo Contenido Megasoil (%)	Óptimo Contenido de Cemento (Gr/m^3)
0.023	50.60

	<i>KM 50+000 - KM 55+0000</i>	1.00	1.00	5000.00	4.5		2250	2250
				0			0.00	0.00
03	EXPLANACIONES							
03.0	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON	M3						4500.
1	CEMENTO PORTLAND	.						00
	<i>KM 50+000 - KM 55+0000</i>	1.00	1.00	5000.00	4.5	0.20	4500.	4500.
				0			00	00

B. Metrados de suelo estabilizado con polímero

Tabla 45: Resumen de metrados de estabilizado con polímero

RESUMEN DE METRADOS ESTABILIZADO CON POLIMERO			
FECHA:	AGO-22		
ESPECIALIDAD:	SUELO ESTABILIZADO CON POLIMERO (MEGASOIL)		
ITEM	DESCRIPCION	UND.	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES		
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2.	22500.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
02.01	PERFILADO, ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2.	22500.00
03	EXPLANACIONES		
03.01	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO MAS POLIMERO MEGASOIL	M3.	4500.00

HOJA DE METRADOS

FECHA:	AGO-22									
ESPECIALIDAD:	SUELO ESTABILIZADO CON POLÍMERO (MEGASOIL)									
ITEM	DESCRIPCION	UND	Nº DE VECES	CANT.	LARGO (M)	ANCHO (M)	ALTO (M)	PARCIAL	SUB- TOTAL	TOTAL
01	OBRAS PRELIMINARES									
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2.								22500.00
	<i>KM 50+000 - KM 55+0000</i>		1.00	1.00	5000.000	4.5		22500.00	22500.00	
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS									
02.01	PERFILADO, ESACRIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	M2.								22500.00
	<i>KM 50+000 - KM 55+0000</i>		1.00	1.00	5000.000	4.5		22500.00	22500.00	
03	EXPLANACIONES									
03.01	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO MAS POLÍMERO MEGASOIL	M3.								4500.00
	<i>KM 50+000 - KM 55+0000</i>		1.00	1.00	5000.000	4.5	0.20	4500.00	4500.00	

4.2.2 Costo de mano de obra

Para ello se utilizó el costo de hora hombre correspondiente al periodo 2022

COSTO DE HORA HOMBRE EN OBRAS DE EDIFICACIÓN (VIGENTE AL 1 DE JUNIO DE 2022)

ITEM	CONCEPTOS	CATEGORÍA		
		OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
1.00	REMUNERACIÓN BÁSICA VIGENTE (RB) (vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023)	80,50	63,15	56,80
2.00	BONIFICACIÓN UNIFICADA DE CONSTRUCCIÓN (BUC) (vigente del 01.06.2022 al 31.05.2023)	25,76	18,95	17,04
3.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE LA RB (113.95%)	91,73	71,96	64,72
4.00	LEYES Y BENEFICIOS SOCIALES SOBRE EL BUC (12.00%)	3,09	2,27	2,04
5.00	BONIFICACIÓN POR MOVILIDAD	8,00	8,00	8,00
6.00	OVEROL (2 und. anuales)	0.43	0.43	0.43
	COSTO DÍA HOMBRE (DH)	209.51	164.76	149.03
	COSTO HORA HOMBRE (HH)	26.19	20.60	18.63

Figura 19: Costo de hora hombre en obras de edificación

Fuente: Suplemento revista de Costos - agosto 2022

4.2.3 Relación de insumos

A. Insumos del suelo estabilizado con cemento

Tabla 46: Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo						
OBRA	0491066	PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2				
SUBPRESU	019	BASE ESTABILIZADA SUELO CEMENTO				
PUESTO						
FECHA	01/08/2022					
LUGAR	090601	HUANCAVELICA - HUAYTARA - HUAYTARA				
CÓDI GO	RECURSO	UNI DA D	CANTID AD	PRECIO S/.	PARCIA L S/.	PRESUPUESTADO S/.
						MANO DE OBRA
0147010002	OPERARIO	HH	112.500	26.19	2,946.38	2,925.00
0147010003	OFICIAL	HH	223.6904	20.60	4,608.02	4,596.29
0147010004	PEON	HH	3,544.5505	18.63	66,034.98	66,110.59
					73,589.38	73,631.88
						MATERIALES
0201000040	DERECHO DE CANTERA	M3	7,241.9400	2.00	14,483.88	14,483.88

0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO IP	BLS	4,950 .0000	23.16	114,642.00	114,660.00
129,125.88						129,143.88
						EQUIPOS
0348040046	CAMION VOLQUETE DE 15 M3	HM	467.9 049	120.00	56,148.59	56,163.07
0348040060	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 GLN	HM	268.6 815	120.00	32,241.78	32,243.85
0349020050	ZARANDA VIBRATORIA 4"X6"X14" MOTOR ELECTRICO 15HP	HM	181.0 485	51.92	9,400.04	9,414.52
0349020051	GRUPO ELECTROGENO DE 89 HP, 50KW	HM	181.0 485	109.77	19,873.69	19,842.92
0349030007	RODILLO LISO VIB AUTOP 101- 135HP 10-12T	HM	164.2 500	146.08	23,993.64	24,075.00
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	HM	426.7 147	200.32	85,479.49	85,432.92
0349040144	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP 0.75-1.60YD3	HM	19.55 32	285.00	5,572.66	5,576.29
0349090001	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	HM	164.2 500	222.04	36,470.07	36,450.00
0349200002	MOTOBOMBA 7-10 HP 3-4"	HM	25.04 70	8.60	215.40	217.35
269,395.36						269,415.92
Tota S/						472,191.68
1						472,110.6
2						S/
.						472,191.68

B. Insumos del suelo estabilizado con polimero

Tabla 47: Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo							
OBRA	0491066	PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2					
SUBPRESUP	020	BASE ESTABILIZADA SUELO ADITIVO					
UESTO							
FECHA	01/08/2022						
LUGAR	090601	HUANCAVELICA - HUAYTARA - HUAYTARA					
CÓDI	RECURSO	UNI	CANTID	PRECIO	PARCI	PRESUPUESTA	
GO		DAD	AD S/.		AL S/.	DO S/.	
MANO DE OBRA							
0147010002	OPERARIO	HH	171.45 00	26.19	4,490.28	4,500.00	
0147010003	OFICIAL	HH	154.26 00	20.60	3,177.76	3,150.00	

0147010004	PEON	HH	2,623.1 922	18.63	48,870.07	48,942.45
					56,538.11	
						MATERIALES
0201000040	DERECHO DE CANTERA	M3	5,400.0 000	2.00	10,800.00	10,800.00
0201000084	CEMENTO PORTLAND TIPO IP	KG	227.70 00	192.06	43,732.06	43,740.00
0221000002	ADITIVO ESTABILIZADO DE SUELOS (MEGASOIL)	BLS	4,185.0 000	23.16	96,924.60	96,930.00
					151,456.66	
						EQUIPOS
0348040046	CAMION VOLQUETE DE 15 M3	hm	301.86 00	120.00	36,223.20	36,216.00
0348040060	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 145- 165 HP 2,000 GLN	hm	409.44 69	120.00	49,133.63	49,116.51
0349020050	ZARANDA VIBRATORIA 4"X6"X14" MOTOR ELECTRICO 15HP	hm	135.00 00	51.92	7,009.20	7,020.00
0349020051	GRUPO ELECTROGENO DE 89 HP, 50KW	hm	135.00 00	109.77	14,818.95	14,796.00
0349030007	RODILLO LISO VIB AUTOP 101-135HP 10-12T	hm	223.20 00	146.08	32,605.06	32,715.00
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3	hm	221.76 00	200.32	44,422.96	44,397.00
0349040144	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115- 165 HP 0.75-1.60YD3	hm	14.580 0	285.00	4,155.30	4,158.00
0349090001	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	hm	223.20 00	222.04	49,559.33	49,545.00
0349200002	MOTOBOMBA 7-10 HP 3-4"	hm	10.672 2	8.60	91.78	92.61
					238,019.41	
					Total	446,014.18
					S/.	446,118.57
					S/.	446,118.
						57

4.2.4 Análisis de precios unitarios

A. Análisis de precios unitarios del suelo estabilizado con cemento

Para el análisis de costos, se utilizó el software de Costos y Presupuestos S10, con el cual se evaluó el costo que se tendría en Mano de Obra, Material y Equipos para ejecutar 5000 metros lineales con un ancho promedio de 4.50 m y un espesor de recarga de 0.20 m, conformando un volumen correspondiente a 4500 m³.

Para el cálculo de las tasas, se utilizó los valores obtenidos de los ensayos ejecutados para la presente investigación, donde se obtuvo que el Optimo Contenido de Cemento es 2.1% que equivale a 46.2 Kg/m³ de cemento.

A continuación, se presenta la relación de mano de obra, materiales y equipos a utilizar para la partida denominada: Base estabilizada con cemento.

Tabla 48: *Análisis de precios unitarios, base estabilizada suelo cemento*

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0491066 PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2							
Subpresupuesto	019 BASE ESTABILIZADA SUELO CEMENTO						Fecha presupuesta	01/08/2022
Partida	01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						
Rendimiento	M2/DIA	200.0000	EQ.	200.000	Costo unitario directo por : m2	1.56		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0147010004	PEON		Hh	2.0000	0.0800	18.63	1.49	1.49
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.49	0.07	
Partida	02.01	PERFILADO, ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE						0.07
Rendimiento	M2/DIA	3,500.0000	EQ.	3,500.0000	Costo unitario directo por : m2	1.13		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0147010004	PEON		Hh	2.0000	0.0046	18.63	0.09	0.09
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.09		
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T		Hm	1.0000	0.0023	146.08	0.34	
0349090001	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		Hm	1.0000	0.0023	222.04	0.51	
Subpartidas								
930101010440	AGUA PARA LA OBRA		M3		0.0100	18.77	0.19	0.85
Partida	03.01	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND						
Rendimiento	M3/DIA	320.0000	EQ.	320.000	Costo unitario directo por : m3	92.25		
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra								
0147010002	OPERARIO		Hh	1.0000	0.0250	26.19	0.65	
0147010003	OFICIAL		Hh	1.0000	0.0250	20.60	0.52	
0147010004	PEON		Hh	10.0000	0.2500	18.63	4.66	5.83
Materiales								
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO IP		Bls		1.1000	23.16	25.48	25.48
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	5.83	0.29	
0348040060	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 Gln.		Hm	1.0000	0.0250	120.00	3.00	

034903 0007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T	Hm	1.0000	0.0250	146.08	3.65
034904 0010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	Hm	2.0000	0.0500	200.32	10.02
034909 0001	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP	Hm	1.0000	0.0250	222.04	5.55
Subpartidas						22.51
909702 0201C4	MATERIAL PARA SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO TRAMO 14	M3	1.2000		18.86	22.63
930101 010440	AGUA PARA LA OBRA	M3	0.1800		18.77	3.38
930101 0104Y5	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SUELOS ESTABILIZADO CON CEMENTO TRAMO 14	M3	1.0000		12.42	12.42
						38.43

B. Análisis de precios unitarios del suelo estabilizado con polímero

Para el análisis de costos, se utilizó el software de Costos y Presupuestos S10, con el cual se evaluó el costo que se tendría en Mano de Obra, Material y Equipos para ejecutar 5000 metros lineales con un ancho promedio de 4.50 m y un espesor de recarga de 0.20 m, conformando un volumen correspondiente a 4500 m³.

Para el cálculo de las tasas, se utilizó los valores obtenidos de los ensayos ejecutados para la presente investigación, donde se obtuvo que el Optimo Contenido de Cemento es 1.8% que equivale a 39.6 Kg/m³ de cemento y Polímero tipo Megasoil es 0.023% que equivale a 50.60 gr/3.

A continuación, se presenta la relación de mano de obra, materiales y equipos a utilizar para la partida denominada Base estabilizada suelo aditivo:

Tabla 49: Análisis de precios unitarios. base estabilizada suelo aditivo

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0491066 PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2					Fecha presupuesto	01/08/2022	
Subpresupuesto	020 BASE ESTABILIZADA SUELO ADITIVO							
Partida	01.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL							
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ.	200.0000	Costo unitario directo por : m2		1.56	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0800	18.63	1.49	1.49
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	1.49	0.07	
Partida	02.01 PERFILADO, ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE							
Rendimiento	m2/DIA	3,500.0000	EQ.	3,500.0000	Costo unitario directo por : m2		1.13	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0046	18.63	0.09	0.09
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.09		
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T		hm	1.0000	0.0023	146.08	0.34	
0349090001	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		hm	1.0000	0.0023	222.04	0.51	0.85
	Subpartidas							
930101010440	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0100	18.77	0.19	0.19
Partida	03.01 MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON ADITIVO QUIMICO TIPO POLIMERO							
Rendimiento	m3/DIA	420.0000	EQ.	420.0000	Costo unitario directo por : m3		86.27	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	2.0000	0.0381	26.19	1.00	
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0190	20.60	0.39	
0147010004	PEON		hh	4.0000	0.0762	18.63	1.42	
	Materiales							
0201000084	ADITIVO ESTABILIZADOR DE SUELOS (MEGASOIL)		kg		0.0506	192.06	9.72	
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO IP		bls		0.9300	23.16	21.54	31.26
	Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	2.81	0.14	
0348040060	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 Gln.		hm	4.0000	0.0762	120.00	9.14	
0349030007	RODILLO LISO VIBR AUTOP 101-135HP 10-12T		hm	2.0000	0.0381	146.08	5.57	
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.		hm	1.0000	0.0190	200.32	3.81	
0349090001	MOTONIVELADORA DE 145-150 HP		hm	2.0000	0.0381	222.04	8.46	27.12
	Subpartidas							
909702020144	MATERIAL AFIRMADO		m3		1.2000	14.06	16.87	
930101010440	AGUA PARA LA OBRA		m3		0.0480	18.77	0.90	
930101010453	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR		m3		1.0000	7.31	7.31	25.08

4.2.5 Análisis de precios unitarios de subpartidas

A. Análisis de precios unitarios de subpartidas del suelo estabilizado con cemento

Obra	0491066	PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2
Subpresupuesto	019	BASE ESTABILIZADA SUELO CEMENTO
Fecha	01/08/2022	
Lugar	090601	HUANCAVELICA - HUAYTARA - HUAYTARA

Reporte subpartidas (Resumido)

Código	Partida	Und	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
930101910240-0491066-01	ZARANDEO MECANICO DE MATERIAL AFIRMADO	m3	7,241.9400	7.52	54,459.39
9301010104Y5-0491066-01	TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SUELOS ESTABILIZADO CON CEMENTO TRAMO 14	m3	4,500.0000	12.42	55,890.00
930101010440-0491066-01	AGUA PARA LA OBRA	m3	1,035.0000	18.77	19,426.95
9097020201C4-0491066-01	MATERIAL PARA SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO TRAMO 14	m3	5,400.0000	18.86	101,844.00
909701031357-0491066-01	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)	m3	7,241.9400	3.12	22,594.85
909701030234-0491066-01	TRANSPORTE INTERNO D=0.5 KM CON CARGUIO	m3	7,241.9400	3.42	24,767.43

Figura 20: Reporte Subpartidas

Tabla 50: Análisis de precios unitarios de subpartidas, base estabilizada suelo cemento

Análisis de precios unitarios de subpartidas							
Presupuesto	0491066	PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2		Fecha presupuesto	01/08/2022		
Subpresupuesto	019	BASE ESTABILIZADA SUELO CEMENTO					
Partida	TRANSPORTE INTERNO D=0.5 KM CON CARGUIO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.537.50	EQ.537.50	Costo unitario directo por : m3		3.42	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0147010003	OFICIAL		hh	0.5000	0.0074	20.60	0.15
			Equipos				0.15
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.		hm	0.5000	0.0074	200.32	1.48
0348040046	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0149	120.00	1.79
							3.27
Partida	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)						
Rendimiento	m3/DIA	MO.900.00	EQ.900.00	Costo unitario directo por : m3		3.12	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Mano de Obra				
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0178	18.63	0.33
			Materiales				0.33
0201000040	DERECHO DE CANTERA		m3		1.0000	2.00	2.00
			Equipos				2.00
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.33	0.02
0349040144	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115- 165 HP 0.75-1.60 YD3		hm	0.3000	0.0027	285.00	0.77
							0.79
Partida	MATERIAL PARA SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO TRAMO 14						
Rendimiento	m3/DIA	MO.1.00	EQ.1.00	Costo unitario directo por : m3		18.86	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
			Subpartidas				
909701031357	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)		m3		1.3411	3.12	4.18

909701030234	TRANSPORTE INTERNO D=0.5 KM CON CARGUIO	m3		1.3411	3.42	4.59
930101910240	ZARANDEO MECANICO DE MATERIAL AFIRMADO	m3		1.3411	7.52	10.09
						18.86

Partida AGUA PARA LA OBRA						
Rendimiento	m3/DIA	MO.53.00	EQ.53.00	Costo unitario directo por : m3		18.77
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	0.1600	0.0242	18.63	0.45
Equipos						
0349200002	MOTOBOMBA 7-10 HP 3-4"	hm	0.1600	0.0242	8.60	0.21
0348040060	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 Gln.	hm	1.0000	0.1509	120.00	18.11
						18.32

Partida TRANSPORTE DE MATERIAL PARA SUELOS ESTABILIZADO CON CEMENTO TRAMO 14						
Rendimiento	m3/DIA	MO.100.00	EQ.100.00	Costo unitario directo por : m3		12.42
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL	hh	0.1600	0.0128	20.60	0.26
Equipos						
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	0.1600	0.0128	200.32	2.56
0348040046	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0800	120.00	9.60
						12.16

Partida ZARANDEO MECANICO DE MATERIAL AFIRMADO						
Rendimiento	m3/DIA	MO.320.00	EQ.320.00	Costo unitario directo por : m3		7.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2.0000	0.0500	18.63	0.93
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.93	0.05
0349020050	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" MOTOR ELECTRICO 15HP	hm	1.0000	0.0250	51.92	1.30
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm	0.5000	0.0125	200.32	2.50
0349020051	GRUPO ELECTROGENO DE 89 HP, 50 KW	hm	1.0000	0.0250	109.77	2.74
						6.59

B. Análisis de precios unitarios de subpartidas del suelo estabilizado con polímero

Obra **0491066** **PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2**
 Subpresupuesto **020** **BASE ESTABILIZADA SUELO ADITIVO**
 Fecha **01/08/2022**
 Lugar **090601** **HUANCAVELICA - HUAYTARA - HUAYTARA**

Reporte subpartidas (Resumido)

Código	Partida	Und	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
930101910240-0491066-01	ZARANDEO MECANICO DE MATERIAL AFIRMADO	m3	5,400.0000	7.52	40,608.00
930101010453-0491066-01	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR	m3	4,500.0000	7.31	32,895.00
930101010440-0491066-01	AGUA PARA LA OBRA	m3	441.0000	18.77	8,277.57
909702020144-0491066-01	MATERIAL AFIRMADO	m3	5,400.0000	14.06	75,924.00
909701031357-0491066-01	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)	m3	5,400.0000	3.12	16,848.00
909701030234-0491066-01	TRANSPORTE INTERNO D=0.5 KM CON CARGUIO	m3	5,400.0000	3.42	18,468.00

Figura 21: Reporte Subpartida

Tabla 51: Análisis de precios unitarios de subpartidas, base estabilizada suelo aditivo

Análisis de precios unitarios de subpartidas								
Presupuesto	0491066	PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2				Fecha presupuesta	01/08/2022	
Subpresupuesto	020	BASE ESTABILIZADA SUELO ADITIVO						
Partida	TRANSPORTE INTERNO D=0.5 KM CON CARGUIO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.537.50	EQ.537.50	Costo unitario directo por : m3		3.42		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010003	OFICIAL		hh	0.5000	0.0074	20.60	0.15	
		Equipos						0.15
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.		hm	0.5000	0.0074	200.32	1.48	
0348040046	CAMION VOLQUETE DE 15 m3		hm	1.0000	0.0149	120.00	1.79	
							3.27	
Partida	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)							
Rendimiento	m3/DIA	MO.900.00	EQ.900.00	Costo unitario directo por : m3		3.12		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Mano de Obra						
0147010004	PEON		hh	2.0000	0.0178	18.63	0.33	
		Materiales						0.33
0201000040	DERECHO DE CANTERA		m3		1.0000	2.00	2.00	
		Equipos						2.00
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.33	0.02	
0349040144	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115- 165 HP 0.75-1.60 YD3		hm	0.3000	0.0027	285.00	0.77	
Partida	MATERIAL AFIRMADO							
Rendimiento	m3/DIA	MO.0.00	EQ.0.00	Costo unitario directo por : m3		14.06		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
		Subpartidas						
909701031357	EXTRACCION DE MATERIAL (CANTERA)		m3		1.0000	3.12	3.12	

909701030234	TRANSPORTE INTERNO D=0.5 KM CON CARGUIO	m3		1.0000	3.42	3.42
930101910240	ZARANDEO MECANICO DE MATERIAL AFIRMADO	m3		1.0000	7.52	7.52
						14.06

Partida		AGUA PARA LA OBRA		Costo unitario directo por : m3			
Rendimiento	m3/DIA	MO.53.00	EQ.53.00	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso	Unidad					
		Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh		0.1600	0.0242	18.63	0.45
		Equipos					
0349200002	MOTOBOMBA 7-10 HP 3-4"	hm		0.1600	0.0242	8.60	0.21
0348040060	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 Gln.	hm		1.0000	0.1509	120.00	18.11
						18.32	

Partida		TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR		Costo unitario directo por : m3			
Rendimiento	m3/DIA	MO.162.50	EQ.162.50	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso	Unidad					
		Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh		0.1300	0.0064	20.60	0.13
		Equipos					
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm		0.1300	0.0064	200.32	1.28
0348040046	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm		1.0000	0.0492	120.00	5.90
						7.19	

Partida		ZARANDEO MECANICO DE MATERIAL AFIRMADO		Costo unitario directo por : m3			
Rendimiento	m3/DIA	MO.320.00	EQ.320.00	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso	Unidad					
		Mano de Obra					
0147010004	PEON	hh		2.0000	0.0500	18.63	0.93
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			5.0000	0.93	0.05
0349020050	ZARANDA VIBRATORIA 4"x6"x14" MOTOR ELECTRICO 15HP	hm		1.0000	0.0250	51.92	1.30
0349040010	CARGADOR S/LLANTAS 125-155 HP 3 YD3.	hm		0.5000	0.0125	200.32	2.50
0349020051	GRUPO ELECTROGENO DE 89 HP, 50 KW	hm		1.0000	0.0250	109.77	2.74
						6.59	

4.2.6 Presupuesto

A. Presupuesto del suelo estabilizado con cemento

Presupuesto					
Presupuesto	0491066	PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2			
Subpresupuesto	019	BASE ESTABILIZADA SUELO CEMENTO			
Cliente	PROVIAS DESCENTRALIZADO			Costo al	01/08/2022
Lugar	HUANCAVELICA - HUAYTARA - HUAYTARA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				35,100.00
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	22,500.00	1.56	35,100.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				25,425.00
02.01	PERFILADO, ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	22,500.00	1.13	25,425.00
03	EXPLANACIONES				415,125.00
03.01	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	m3	4,500.00	92.25	415,125.00
	COSTO DIRECTO				475,650.00
	GASTOS GENERALES				170,591.11
	UTILIDAD				23,782.50
					=====
	SUBTOTAL				670,023.61
	IGV(18%)				120,604.25
					=====
	PRESUPUESTO TOTAL				790,627.86
SON : SETECIENTOS NOVENTA MIL SEISCIENTOS VEINTISIETE Y 86/100 NUEVOS SOLES					

Figura 22: Presupuesto del suelo estabilizado con cemento

B. Presupuesto del suelo estabilizado con polímero

Presupuesto					
Presupuesto	0491066	PGV - CORREDOR 7_TRAMO 2			
Subpresupuesto	020	BASE ESTABILIZADA SUELO ADITIVO			
Cliente	PROVIAS DESCENTRALIZADO			Costo al	01/08/2022
Lugar	HUANCAVELICA - HUAYTARA - HUAYTARA				
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PRELIMINARES				35,100.00
01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	22,500.00	1.56	35,100.00
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				25,425.00
02.01	PERFILADO, ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE	m2	22,500.00	1.13	25,425.00
03	EXPLANACIONES				388,215.00
03.01	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON ADITIVO QUIMICO 2	m3	4,500.00	86.27	388,215.00
	COSTO DIRECTO				448,740.00
	GASTOS GENERALES				160,939.88
	UTILIDAD				22,437.00
					=====
	SUBTOTAL				632,116.88
	IGV(18%)				113,781.04
					=====
	PRESUPUESTO TOTAL				745,897.92
SON : SETECIENTOS CUARENTICINCO MIL OCHOCIENTOS NOVENTISIETE Y 92/100 NUEVOS SOLES					

Figura 23: Presupuesto del suelo estabilizado con polímero

C. Comparativo de precios

Para la ejecución de los 5 km, se tuvo un precio para el estabilizado con cemento y otro para el estabilizado con polímero; sin embargo, se debe tener en cuenta que el cemento es un estabilizador en ambos casos, y la variación significativamente consiste en que el primer estabilizado se utiliza un porcentaje mayor de cemento en comparación al estabilizado con aditivo químico, siendo la variación de costo básicamente en el porcentaje de cemento y el porcentaje de polímero.

A continuación, se hace un gráfico de barras con el comparativo de presupuesto final:

Tabla 52: Comparativo de presupuesto final

Descripción	Suelo -cemento	Suelo -aditivo
Obras preliminares	S/ 35,100.00	S/ 35,100.00
Movimiento de tierras	S/ 25,425.00	S/ 25,425.00
Explanaciones	S/ 415,125.00	S/ 388,215.00
Costo Directo	S/ 475,650.00	S/ 448,740.00
Gastos Generales	S/ 170,591.11	S/ 160,939.88
Utilidad	S/ 23,782.50	S/ 22,437.00
Subtotal	S/ 670,023.61	S/ 632,116.88
Presupuesto Total (IGV 18%)	S/ 790,627.86	S/ 745,897.92

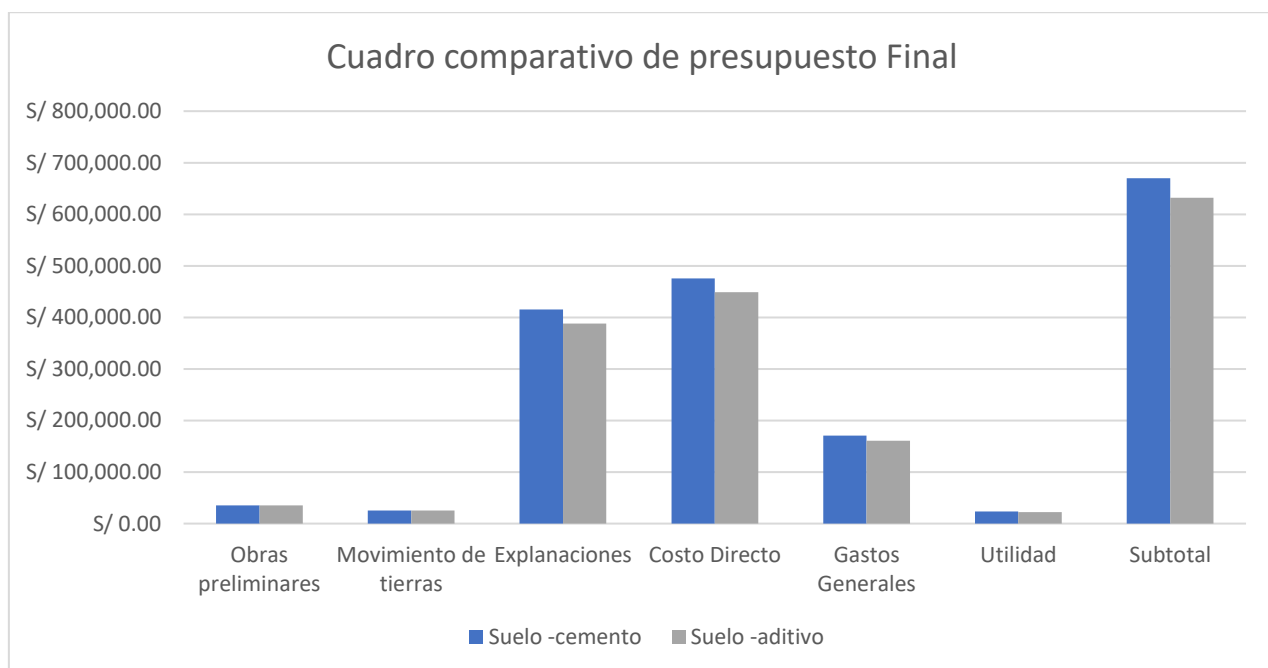


Figura 24: Comparativo de presupuesto final

Finalmente, el presupuesto Final, se puede observar una variación en costo de S/ 44,729.94, que representa el 5.66% del total.

Este valor de variación está representado principalmente por el porcentaje de cemento y el aditivo a utilizar ya que son los únicos parámetros que varían entre un presupuesto y el otro.

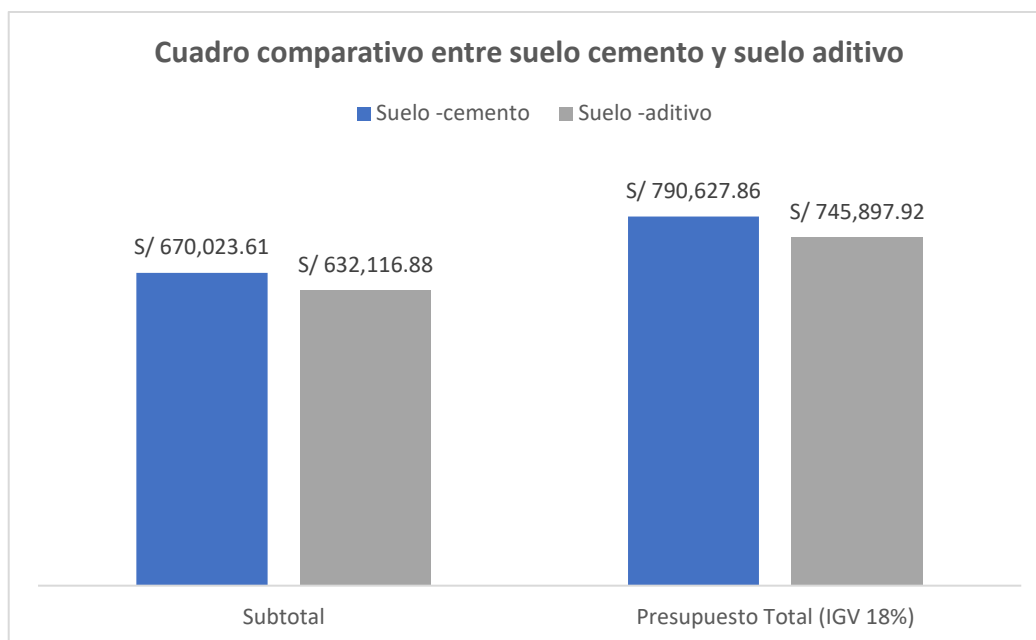


Figura 25: Comparativo entre suelo cemento y suelo aditivo

Finalmente se puede concluir que ambos presupuestos presentados no tienen una variación significativa, lo que representa que por el tema de costos no se podría elegir cuál de las dos estabilizaciones es más rentable, ya que como habíamos visto por el aspecto técnico ambas estabilizaciones cumplen con los requerimientos para cada tipo de estabilización en particular.

4.3 Discusión de resultados

Para la determinación de los porcentajes de cemento y polímero es necesario ejecutar diseños que cumplan con las especificaciones técnicas de acuerdo a la normativa vigente, es así que:

Para estabilizar un suelo con cemento, la norma manda cumplir una resistencia a compresión simple = 1.8 Mpa Mínimo y Humedecimiento Secado, para ello se realizó el diseño para la determinación del óptimo contenido de cemento, se trabajó con 1%, 1.5%, 2% y 2.5% de peso, obteniendo valores de resistencia a la compresión no confinada de 5.67%, 10.67%, 19.14% y 27.92% respectivamente, es así que para el cumplimiento de los 18.35 kg/cm² es necesario graficar una línea de tendencia para determinar el óptimo que en este caso sería 1.9%; sin embargo por las condiciones con las cuales se realiza los ensayos en laboratorio es necesario utilizar un margen de seguridad de 10% en este caso, teniendo finalmente un % Óptimo de Cemento de 2.1% de peso, equivalente a 46.20 kg/m³ o 1.10

bolsas de cemento de 42.5 Kg/m³. Así mismo del ensayo de humedecimiento secado se obtuvo un valor promedio de 3.8%, el cual se encuentra muy por debajo del 14% de pérdida máxima para suelos de tipo A-1, A-2-4, A-2-5 y A-3 tal cual indica la norma.

Para estabilizar un suelo con productos químicos, en nuestro caso el polímero Megasoil, la norma exige cumplir un CBR= 100% mínimo y una expansión $\leq 5\%$, para ello se realizó el diseño para la determinación del óptimo contenido de cemento y polímero, para ello se trabajó con 2.3% y 2.8% de cemento los cuales se combinaron con 1.3% y 1.8% de polímero Megasoil, posterior a las 4 combinaciones realizadas se obtuvo datos de CBR 0.1” al 100% de 2.3% Megasoil + 1.3% Cemento de 92.8%, 2.8% Megasoil + 1.3% Cemento de 98.4%, 2.3% Megasoil + 1.8% Cemento de 110%, 2.8% Megasoil + 1.8% Cemento de 122.5%, finalmente se realizó la gráfica correspondiente para determinar cuál de las combinaciones cumplía el parámetro solicitado, teniendo como resultado el 1.8% cemento y 0.023% Megasoil, que equivale a 39.6 kg/m³ y 50.60 gr/m³ respectivamente; finalmente se obtuvo 0% de expansión cumpliendo así los requerimientos mínimos solicitados por la norma.

De los resultados obtenidos de laboratorio se determinó que ambos estabilizadores polímero Megasoil y cemento cumplen con la función de mejorar las propiedades mecánicas de resistencia del suelo y afecta ligeramente las propiedades físicas del suelo debido a que los porcentajes de uso de aditivos son ínfimos en porcentaje de peso.

Se evaluó la viabilidad económica de ambos estabilizadores determinando los costos unitarios por km estabilizado con cemento y por km estabilizado con polímero Megasoil determinando así que el costo por km con polímero es menor que el costo por km con cemento, la variación se basa en la tasa de diseño producto de los ensayos de laboratorio

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se pudo demostrar la hipótesis general planteada en la presente tesis, que al adicionar el polímero Megasoil y solo cemento en diferentes porcentajes a un suelo natural se mejora las propiedades mecánicas tales como resistencia a la compresión de muestras confinadas y no confinadas. Se realizó los ensayos de laboratorio para la determinación de las propiedades físico-mecánicas del suelo del material de cantera, para ello se ejecutó los siguientes ensayos: Contenido de humedad (MTC E-108 / ASTM D-2216), Granulometría (MTC E-204/ ASTM D-422), Límites de Consistencia pasante de la malla #40 (MTC E-110, 111/ ASTM D-4318), Proctor modificado (MTC E-115/ASTM D-1557), CBR (MTC E-132/ ASTM D1883), Abrasión (MTC E-207/ ASTM C131), Durabilidad al sulfato de Magnesio (MTC E-209 / ASTM C88), adicionalmente para la estabilización con cemento se realizó ensayos de Compresión Simple (MTC E-1101, MTC E-1103), Sulfatos (MTC E-118/ ASTM T267), finalmente para la estabilización con polímero Megasoil, se realizó mayor cantidad de ensayos de CBR para la determinación del óptimo contenido aditivo químico tipo polímero Megasoil.
- De los ensayos realizados se determinó que el material que conforma la cantera Huayacundo se trata de suelos granulares de baja a moderada plasticidad con porcentajes de grava mayor al 50% y plasticidad de moderada a baja, dando como resultado una clasificación AASHTO A1-a y A2-4 y para la clasificación SUCS suelos tipo GM y SP-SM. Para un suelo estabilizado con cemento, la norma manda cumplir una resistencia a compresión simple igual a 1.8 Mpa Mínimo y Humedecimiento Secado, para ello se realizó el diseño para la determinación del óptimo contenido de cemento, se trabajó con 1%, 1.5%, 2% y 2.5% de peso, obteniendo valores de resistencia a la compresión no confinada de 5.67%, 10.67%, 19.14% y 27.92% respectivamente, es así que para el cumplimiento de los 18.35 kg/cm² es necesario graficar una línea de tendencia para determinar el óptimo que en este caso sería 1.9%; sin embargo por las condiciones con las cuales se realiza los ensayos en laboratorio es necesario utilizar un margen de seguridad de 10% en este caso, teniendo finalmente un porcentaje Óptimo de Cemento de 2.1% de peso, equivalente a 46.20 kg/m³ o 1.10 bolsas de cemento de 42.5 Kg/m³. Así mismo del ensayo de humedecimiento secado se obtuvo un valor promedio de 3.8%, el cual se encuentra muy por debajo del 14% de pérdida máxima para suelos de tipo A-1, A-2-4, A-2-5 y A-3 tal cual indica la norma. Para un suelo estabilizado con polímero (Megasoil) en nuestro caso el polímero “Megasoil”, la norma exige cumplir un CBR= 100% mínimo y una expansión menor a cinco por ciento, para ello se realizó el diseño para la determinación del óptimo contenido de cemento y polímero, para ello se trabajó con 2.3% y 2.8% de cemento los cuales

se combinaron con 1.3% y 1.8% de polímero “Megasoil”, posterior a las cuatro combinaciones realizadas se obtuvo datos de CBR 0.1” al 100% de 2.3% Megasoil + 1.3% Cemento de 92.8%, 2.8% Megasoil + 1.3% Cemento de 98.4%, 2.3% Megasoil + 1.8% Cemento de 110%, 2.8% Megasoil + 1.8% Cemento de 122.5%, finalmente se realizó la gráfica correspondiente para determinar cuál de las combinaciones cumplía el parámetro solicitado, teniendo como resultado el 1.8% cemento y 0.023% Megasoil, que equivale a 39.60 kg/m³ y 50.60 gr/m³ respectivamente; finalmente se obtuvo cero por ciento de expansión cumpliendo así los requerimientos mínimos solicitados por la norma. Se ha demostrado que ambos estabilizadores cumplen con lo exigido en la norma para estabilización de suelos por tal razón es necesario evaluar la viabilidad económica de ambos, por ello en la presente tesis también se realizó el análisis de precios unitarios para ambos estabilizadores.

- Se ha demostrado que el estabilizador químico Megasoil, es económicamente viable que el estabilizar solo con Cemento Portland IP, ya que el costo para la intervenir los cinco kilómetros corresponde a S/. 745,897.92 con solo cemento y S/.790,627.86 teniendo una diferencia de S/.44,729.94 que representa el 5.66% del total con mayor precio. El costo total por metro cubico de material granular estabilizado con Megasoil es s/.86.27 y suelo cemento sale s/. 92.25., teniendo una diferencia de s/.5.98.
- Durante el proceso constructivo se tiene las opciones de preparar el suelo cemento en cantera o en plataforma y esto dependerá de las necesidades y disponibilidad de equipos del proyecto. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el Megasoil debe entrar en contacto con el suelo dos horas antes para poder activar el producto.

5.2 Recomendaciones

- Al Ministerio de Transportes y Comunicaciones evaluar diferentes métodos estándares para el diseño de la estructura de pavimentos mediante el uso de aditivos tipo polímero y poder desarrollar el capítulo de Estabilizaciones dentro del Manual de Carreteras EG-2013.
- Se recomienda para futuras investigaciones evaluar el desempeño, así como el mantenimiento requerido en caso de ser bases que no tengan recubrimientos bituminosos de ambas estabilizaciones en plataforma para poder identificar los beneficios y posibles problemas que presenten las estabilizaciones mencionadas en la presente tesis, a partir de esta evaluación también la entidad podrá hacer las recomendaciones del tipo de aditivos.
- Se recomienda evaluar el suelo con recubrimiento y sin recubrimiento para verificar el comportamiento de ambas estabilizaciones.
- Se recomienda comparar y evaluar otros aditivos comercialmente disponibles en el mercado que mejoren las propiedades físico-mecánicas del suelo, para encontrar el tipo de aditivo más adecuado para poder realizar las comparaciones respectivas con el polímero Megasoil.
- En caso de realizar este tipo de estabilización para diferentes tipos de suelo a los mencionados en la presente tesis, es recomendable realizar los ensayos de laboratorio correspondientes para poder calcular y definir el porcentaje óptimo del aditivo Megasoil y Cemento Portland I.
- Es recomendable ejecutar los ensayos de laboratorio siguiendo estrictamente los procedimientos definidos en la Normativa Técnica Peruana (NTP), con el fin de obtener datos confiables que se rijan a la realidad insitu.
- Se recomienda realizar una evaluación química a los suelos a estabilizar, así como a los aditivos empleados para la determinación del pH calor que determina que tan ácido o básico es un material.

Glosario de términos

A.A.S.H.T.O.: American Association of State Highway and Transportation Officials

A.P.U.: Análisis de precios unitarios

A.S.T.M.: Sociedad Estadounidense para “Pruebas y Materiales - American Society for Testing and Materials”

I.M.D.A.: Índice Medio Diario Anual

C.B.R.: “California Bearing Ratio”

C.I.C.: Capacidad de Intercambio Catiónico

C.P.V.: Cambio Potencial de Volumen

E.G. 2013: “Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción”

I.M.D.: Índice Medio Diario

L.L.: “Límite Líquido”

L.P.: “Límite Plástico”

I.P.: “Índice de Plasticidad”

M.D.S.: Máxima Densidad Seca

M.T.C.: Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Mpa: Mega pascales

N.T.P.: Norma Técnica Peruana

O.C.H.: “Óptimo Contenido de Humedad”

PGV: Plan de Gestión Vial

S.U.C.S.: “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System (U.S.C.S.))”

U.C.S.: “Resistencia a la Compresión no Confinada”

Referencias bibliográficas

1. **Ulate Castillo, Alonso.** ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y MATERIALES GRANULARES EN CAMINOS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO, EMPLEANDO PRODUCTOS NO TRADICIONALES. *DSpace Repository*. [En línea] Octubre de 2017. <https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/908>.
2. **Jiménez Lagos, Milton Eduardo.** Diagnostico estructural de afirmado estabilizado con cloruro de magnesio mediante el modelo matematico de Hogg y Viga Benkelman. *Repositorio Académico UPC*. [En línea] 2014. <http://hdl.handle.net/10757/325860>.
3. **Ccoillo Inca, Illary.** Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina – 2016 . *UCV - Repositorio Digital Institucional*. [En línea] 2017. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/13342>.
4. **LITTLE (DALLAS N) AND ASSOCIATES BRYAN TX.** Soil Stabilization for Roadways and Airfields. *Defense Technical Information Center*. [En línea] 1987. <https://www.globalsecurity.org/military/library/policy/army/fm/5-410/ch9.pdf>.
5. **H.G., Botasso, E.A., Fensel y E. A., Ricci.** Estabilizantes Ionicos de Suelos para la Construcción. <https://www.frlp.utn.edu.ar/lemac>. [En línea] 203. <https://es.scribd.com/document/184071106/2003-Estabilizantes-Ionicos-de-Suelos-SAM-CONAMET>.
6. **RIVERA, Jhonathan F., y otros.** Researchgate. *Researchgate*. [En línea] 31 de 05 de 2020. [Citado el: 20 de 03 de 2022.] https://www.researchgate.net/publication/343488552_Estabilizacion_quimica_de_suelos_-_Materiales_convencionales_y_activados_alcalinamente_revision.
7. **GEORGEES, Romel, y otros.** Research Gate. *Research Gate*. [En línea] 07 de 2016. [Citado el: 01 de 03 de 2022.] https://www.researchgate.net/publication/299534192_Performance_Improvement_of_the_Granular_Pavement_Materials_Using_Polyacrylamide_Based_Additive.
8. **CARRANZA ORTIZ, Antonella Lizbeth y FERNANDEZ LOJAS, Delia Carolina del Milagro.** Repositorio Universidad Científica del Perú. *Repositorio Universidad Científica del Perú*. [En línea] 16 de 12 de 2021. [Citado el: 15 de 02 de 2022.] <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1642>.

9. **SALAZAR ARRIBASPLATA, Juan Carlos.** Repositorio UPN. *Repositorio UPN*. [En línea] 23 de 10 de 2019. [Citado el: 01 de 03 de 2022.] <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22278>.
10. **ÑAHUI VELASQUE, Bosco Adbel y VALLEJOS CCOICCA, Cesar.** Repositorio de la universidad Cesar Vallejo. *Repositorio de la universidad Cesar Vallejo*. [En línea] 2021. [Citado el: 15 de 03 de 2022.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62915>.
11. **URCIA GARCIA, Francisco Ricardo.** Repositorio de la Universidad César Vallejo. *Repositorio de la Universidad César Vallejo*. [En línea] 2019. [Citado el: 15 de 03 de 2022.] <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/23128>.
12. **MTC.** *Manual de carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG*. Lima : s.n., 2013.
13. **M.T.C.** *Manual de ensayo de materiales*. Lima : s.n., 2016.
14. **BRAJA M., Das.** *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Méico, D.F. : Cengage Learning, 2015. 9786075193731, 6075193731.
15. **D. FOTH, Henry.** *Fundamentals of soil science- 8E*. Michigan State University : Wiley, 1990. 0-471-52279-1.
16. **JARAMILLO J., Daniel F.** *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín : Universidad NAcional de Colombia, 2002.
17. **ANON.** *Manual de mecánica del suelo y cimentaciones*. 2020.
18. **TARBUCK, Edward J. y LUTGENS, Frederick K.** *Ciencias de la tierra*. Madrid : Pearson Educacion, 2006. 8420549983,9788420549989.
19. **MARTIN FRANCUCCI, Gaston, DOMMARCO, Ricardo y SIKORA, Jorge.** *Estudio de la resistencia a la abrasion de fundiciones nodulares austemperadas en 2 etapas*. Mar del Plata : Universidad Mar del Plata, 2006.
20. **M.T.C.** *Manual de Carreteras, suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos*. 2014.
21. **VILLALTA VERGARA, Julio Cesar y CHANG BERNAL, Erika Meylin.** Repositorio academico UPC. *Repositorio academico UPC*. [En línea] 07 de 12 de 2020. [Citado el: 15 de 03 de 2022.] <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/653987>.

22. **VALLE AREAS, Wilfredo Alfonso.** Archivo Digital UPM. *Archivo Digital UPM*. [En línea] 09 de 2010. [Citado el: 01 de 03 de 2022.] [oai:oa.upm.es:4512](https://oai:oa.upm.es/4512).
23. **RAMOS HINOJOSA, Gabriel Paúl.** Repositorio institucional universidad nacional del centro del Perú. *Repositorio institucional universidad nacional del centro del Perú*. [En línea] 2014. [Citado el: 15 de 03 de 2022.] <http://hdl.handle.net/20.500.12894/416>.
24. **PUSARI QUISPE, Oscar Alonso y RODRIGUEZ MACHUCA, Joao Yhazzir.** Repositorio Académico UPC. *Repositorio Académico UPC*. [En línea] 07 de 12 de 2020. [Citado el: 01 de 03 de 2022.] <http://hdl.handle.net/10757/653985>.
25. **PONCE CRISPÍN, Daisy Kenia.** Repositorio institucional universidad nacional de Huncavelica. *Repositorio institucional universidad nacional de Huncavelica*. [En línea] 2017. [Citado el: 15 de 03 de 2022.] <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1414>.
26. **MCCARTY, Lambert B, HUBBARD, Lewis Ray y QUISENBERRY, Virgil.** *Applied soil physical properties, drainage, and irrigation strategies*. Switzerland : s.n., 2016. pág. 334.
27. **JARAMILLOJ., Daniel F.** *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín : s.n., 2002.
28. **FLOREZ GONGORA, Carlos Humberto, y otros.** Dialnet. *Dialnet*. [En línea] 6 de 12 de 2008. [Citado el: 20 de 03 de 2022.] <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5461214>.
29. **DUFFY, Peter y ANDREWS, Bob.** Resesach Gate. *Resesach Gate*. [En línea] 09 de 2008. [Citado el: 01 de 03 de 2022.] https://www.researchgate.net/publication/294431796_Polymer_stabilisation_and_best_value_management_of_unsealed_road_networks.
30. **DE SOLMINIHAC T., Hernán, ECHEVERRIA G., Gerardo y THENOUX Z., Guillermo.** Repositorio Pontificia Universidad Catolica de Chile. *Repositorio Pontificia Universidad Catolica de Chile*. [En línea] 1989. [Citado el: 01 de 03 de 2022.] <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/10036>.
31. **CONDOR MARTINEZ, Ernesto Alonso y HUMANCAYO CUBA, Paul.** Repositorio Académico UPC. <http://hdl.handle.net/10757/620693>. [En línea] 25 de 08 de 2016. [Citado el: 15 de 02 de 2022.] <http://hdl.handle.net/10757/620693>.
32. **CASTILLO BRICEÑO, Paola Emperatriz.** Repositorio Institucional UPN. *Repositorio Institucional UPN*. [En línea] 30 de 04 de 2018. [Citado el: 15 de 02 de 2022.] <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13798>.

33. Market Business News. [En línea] 2021. <https://marketbusinessnews.com/financial-glossary/trade-definition-meaning/>.

34. Economics Online. [En línea] 2021. <https://www.economicsonline.co.uk/Definitions/Market.html>.

35. Business. [En línea] 2021. <https://www.masterclass.com/articles/how-globalization-works-pros-and-cons-of-globalization#what-is-globalization>.

Anexos

Anexo 01: Ficha técnica

- Polímero Megasoil
- Cemento

Anexo 02: Matriz de consistencia y operacionalización de variables

Anexo 03: certificados de laboratorio

- Ensayos de cantera
- Ensayos de estabilizado suelo cemento
- Diseño del suelo cemento
- Ensayos de estabilizado suelo con polímero Megasoil
- Diseño del suelo estabilizado con polímero Megasoil

Anexo 04: Panel fotográfico

Anexo 05: Certificados de calibraciones de los equipos de laboratorio

ANEXO 01: FICHA TECNICA

- POLIMERO MEGASOIL



MEGASOIL®

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- NOMBRE COMERCIAL** : Megasoil®
- FABRICANTE DISTRIBUIDOR** : Bitúmenes del Perú S.A.C. (Bituper S.A.C.).
- USO** : Estabilizador de suelos
- RANGO DE APLICACIÓN** : De uso en suelos tanto plásticos como no-plásticos.
Se puede aplicar a suelos naturales, desde gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivos.
- DESCRIPCIÓN GENERAL** : Polímero en polvo seco soluble en agua, envasado en botellas de plástico con contenido neto de 2 kg.
- PROPIEDADES FÍSICAS** :
- Consistencia** : Polvo granulado concentrado.
 - Color** : Verde claro.
 - Olor** : Sin olor u olor leve.
 - Gravedad específica** : de 0,8 a 1.
 - pH** : En solución presenta pH neutro.
- CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES** : No tóxico, químicamente inerte, no inflamable. Producto no peligroso.
- COMPORTAMIENTO** : Ligante no-iónico en su estado sólido y iónico en solución con las sales propias del agua de compactación y suelos. Aglomera y cohesiona las partículas del suelo confiriéndole al mismo una mayor resistencia. Se mantiene estable a través de ciclos secos y húmedos.
Reduce el deterioro de la plataforma y la base, sub base y sub rasantes de las vías.
- EFECTO** : Aumenta la capacidad del soporte del suelo (CBR), reduce la plasticidad y permeabilidad, incrementa ligeramente la densidad y reduce la expansión por humedad.
- RENDIMIENTO** : Se estabilizan 25 m³ de material suelto seco con 1 kg de estabilizador (una botella plástica de 2 kg)

estabiliza 50 m³ de suelo suelto seco).

MODO DE EMPLEO

: Consultar información adicional publicada por el distribuidor.

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO EN LABORATORIO

Consultar la publicación "Procedimiento de laboratorio para el uso del estabilizador químico Megasoil[®]".

DATOS DE SEGURIDAD

Consultar "Ficha de datos de seguridad (FDS-BP-MEGASOIL) publicada por el distribuidor.

VENCIMIENTO

No presenta vencimiento si se mantiene herméticamente cerrado y sin exposición directa de los rayos del sol.



BITUPER S.A.C.



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NOMBRE COMERCIAL	Megasoil®
DISTRIBUIDOR	Bitúmenes del Perú S.A.C. (Bituper S.A.C.).
USO	Estabilizador de suelos
RANGO DE APLICACIÓN	De uso en suelos tanto plásticos como no plásticos. Se puede aplicar a suelos naturales, desde gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivos.
DESCRIPCIÓN GENERAL	Polímero cohesionador en polvo granular, envasado en botellas de plástico con contenido neto de 2 kg.
PROPIEDADES FÍSICAS <i>Consistencia:</i> <i>Color:</i> <i>Olor:</i> <i>Gravedad específica:</i> <i>pH:</i>	Polvo granulado concentrado. Verde claro. Sin olor u olor leve. De 0,8 a 1. En solución presenta pH neutro.
CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES	No tóxico, químicamente inerte, no inflamable. Producto no peligroso.
COMPORTAMIENTO	Ligante no iónico en su estado sólido, pero iónico en solución con las sales propias del agua de compactación y suelos. Aglomera y cohesiona las partículas del suelo confiriéndole al mismo una mayor resistencia. Se mantiene estable a través de ciclos secos y húmedos. Reduce el deterioro de la plataforma y la base, sub base y sub rasantes de las vías.
EFECTO	Aumenta la capacidad del soporte del suelo (CBR), reduce la plasticidad y permeabilidad, incrementa ligeramente la densidad y reduce la expansión por humedad.
RENDIMIENTO	Se estabiliza hasta 100 toneladas de material suelto seco con 2 Kg de estabilizador.
MODO DE EMPLEO	Consultar información adicional publicada por el distribuidor.
PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO EN LABORATORIO	Consultar la publicación: "Procedimiento de laboratorio para el uso del estabilizador químico Megasoil®".
DATOS DE SEGURIDAD	Consultar: Ficha de datos de seguridad (FDS-BP-MEGASOIL) publicada por el distribuidor.
VENCIMIENTO	No presenta vencimiento si se mantiene herméticamente cerrado y sin exposición directa de los rayos del sol.

Bitúmenes del Perú S.A.C.

Oficina: Av. Del Pinar 152 - Of. 1005, Surco • Lima 33 - Perú • Telfs: (511) 372 7601 / 372 7605 / 372 6943
Oficina Técnica: Calle Las Mimosas Mz.G-1, Lote 26-A • Urb. La Capitana, Distrito de Lurigancho • Lima 15 - Perú
Telfs: (511) 717 5169 / 999 026 650 • e-mail: administracion@bituper.com • www.bituper.com



BITUPER S.A.C.



MEGASOIL® es un producto polimérico estabilizador de suelos de alto desempeño usado solo o con cemento en la construcción y mantenimiento de vías públicas y privadas, accesos a centros mineros, estacionamientos, terraplenes, etc.

La función de **MEGASOIL®** es mejorar la resistencia del suelo que se tiene in-situ, de manera fácil y económica; además de reducir la expansión y/o contracción del mismo.

Una de las ventajas del estabilizante **MEGASOIL®** es la simplicidad de su uso. **MEGASOIL®** viene envasado en botellas plásticas con un peso neto de 2 kg, con lo cual se estabiliza aproximadamente 100 toneladas de material suelto seco. La tasa de aplicación es de 0,002 a 0,0022% ⁽¹⁾.

Al estabilizar bases, sub-bases o sub-rasantes con **MEGASOIL®** se mejora la rentabilidad de la obra debido al diseño de un pavimento con bases más económicas y resistentes.

Campo de aplicación

Una de las grandes ventajas del **MEGASOIL®** radica en su eficiencia en una gran variedad de tipos de suelos, incluyendo limos, arcillas, gravas, entre otros. Si la obra requiere estabilizar con cemento, se puede reemplazar parte del cemento por **MEGASOIL®** obteniendo de esta manera beneficios económicos y técnicos.

Modo de empleo

MEGASOIL® es esparcido seco mediante el uso de pequeñas y simples unidades esparcidoras manuales que pueden ser proporcionadas por nuestra empresa, **BITUMENES DEL PERU**. La velocidad de avance por carril en el esparcido es de 3 km/hr aproximadamente. Este procedimiento es muy sencillo y puede ser realizado por cualquier miembro de la cuadrilla que haya sido instruido en poco tiempo en el uso de la esparcidora.

Una vez que se ha esparcido el producto, todo lo que se necesita es lo usual para una estabilización in-situ, es decir, motoniveladora, rodillos y camión cisterna con

agua. Antes de la compactación es importante haber mezclado bien el **MEGASOIL®** con el material del suelo por medio de la motoniveladora. También se puede mezclar el **MEGASOIL®** en planta.

Debido a que **MEGASOIL®** incrementa notablemente el CBR de casi cualquier tipo de suelo, nuestro producto es extremadamente económico, ya que no es necesario transportar a la obra grava u otros materiales de préstamo que incrementan considerablemente el costo de ejecución. ¡Tan sólo use el material que tiene in-situ y listo!

La acción de **MEGASOIL®** es inmediata después de que se haya mezclado con el suelo manteniendo la humedad óptima de compactación. El tiempo de ejecución de su obra casi no se ve aumentado ya que se requiere de sólo unos minutos para el esparcido del **MEGASOIL®**.

Cuando se opere la unidad esparcidora, el operador deberá usar gafas y mascarilla.

NOTA IMPORTANTE:

En caso emplee **MEGASOIL®** con cemento, primero mezcle el **MEGASOIL®** con el suelo, dejar actuar el **MEGASOIL®** de una a dos horas (de preferencia dos) y sólo después añadir y mezclar el cemento.

Modo de acción

MEGASOIL® se disuelve cuando entra en contacto con la humedad del suelo.

Luego se mezcla y recubre los agregados gracias al movimiento de mezclado que le da la motoniveladora (u otro tipo de unidad). Una vez que **MEGASOIL®** ha recubierto las partículas del suelo, las cementa unas con otras, confiriéndole gran solidez y resistencia al suelo. La elevación de la resistencia del suelo comienza con la compactación y aumenta conforme este se va secando, por lo tanto los resultados son muy rápidos

Presentación

La presentación de **MEGASOIL®** es en pequeños gránulos envasados en botellas plásticas con un contenido neto de 2 kg.

⁽¹⁾La tasa de aplicación puede subir hasta 0,0028% aproximadamente cuando el Megasoil® se utiliza conjuntamente con cemento, midiéndose la resistencia según el procedimiento ASTM D-1633 (MTC E1103).

ANEXO 01: FICHA TECNICA

- CEMENTO

Ficha Técnica

CEMENTO ANDINO PREMIUM

Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

Formato de Distribución:

- **Bolsas de 42.5 Kg:** 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- **Granel:** A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



Recomendaciones

Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

Manipulación:

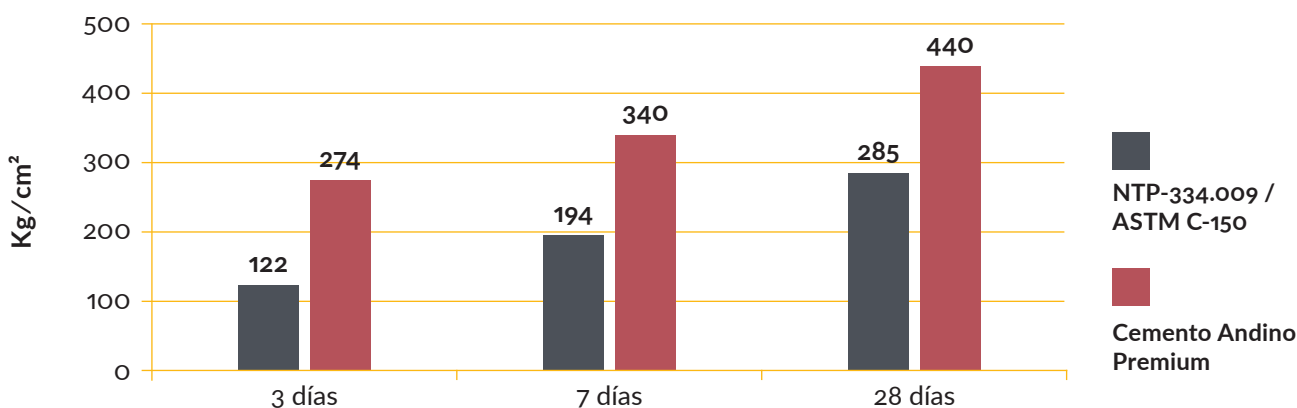
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No especifica
Resistencia a la Compresión			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	440	Mínimo 285*
Tiempo de Fraguado			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
Composición Química			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
Fases Mineralógicas			
C ₂ S	%	15.53	No especifica
C ₃ S	%	57.35	No especifica
C ₃ A	%	7.50	No especifica
C ₄ AF	%	10.61	No especifica
Álcalis Equivalentes			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
Resistencia a los Sulfatos			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 % máx. a 180 días

*Requisito opcional

ANEXO 02: MATRIZ DE CONSISTENCIA Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

Matriz de consistencia: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ENTRE UN SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO Y SUELO CON POLIMERO 2022

FORMULACION DEL PROBLEMA	FORMULACION DE OBJETIVOS	FORMULACION DE HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
<p align="center"><i>PROBLEMA GENERAL</i></p> <p>¿Cuál es la evaluación comparativa de los parámetros físico -mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022?</p>	<p align="center"><i>OBJETIVO GENERAL</i></p> <p>Evaluar los parámetros físico-mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022</p>	<p align="center"><i>HIPOTESIS GENERAL</i></p> <p>La variación de la estabilización de suelos con la adición de cemento versus la adición de un polímero Megasoil deberá cumplir con la resistencia a la compresión simple de 1.8 Mpa y un valor de CBR superior al 100% de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022.</p>	<p>Variables Independientes:</p> <p>1: Cemento</p> <p>2: Polímero (Megasoil)</p>	<p align="center"><i>PROPIEDADES FISICAS</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Granulometría - Límites de Consistencia - Ensayo de compactación 	<ul style="list-style-type: none"> - Coeficiente de uniformidad, coeficiente de curvatura, pasante malla #4 y pasante malla #200 - Limite liquido e índice de plasticidad - Clasificación AASHTO - Máxima densidad seca y contenido de humedad óptimo 	<ul style="list-style-type: none"> - Hojas de toma de datos de campo - Hojas de toma de datos de laboratorio
<p align="center"><i>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</i></p> <p>¿Cuáles son los parámetros físicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022?</p> <p>¿Cuáles son los parámetros mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022?</p> <p>¿Cuál es la evaluación comparativa en lo que respecta al costo de producción de un sector Km 50+000 al Km 55+000 estabilizado con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022 ?</p>	<p align="center"><i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i></p> <p>Determinar los parámetros físicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022</p> <p>Establecer los parámetros mecánicos entre la estabilización de suelos con cemento versus polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022</p> <p>Estimar el costo de producción del sector Km 50+000 al Km 55+000 estabilizado con cemento y un tramo estabilizado con polímero (Megasoil) de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022</p>	<p align="center"><i>HIPOTESIS ESPECIFICAS</i></p> <p>El porcentaje de cemento y polímero (Megasoil) utilizado para la estabilización de suelos no afecta los parámetros físicos, por ser porcentajes ínfimos respecto al peso suelo correspondiente a la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022.</p> <p>El porcentaje de cemento y polímero (Megasoil) utilizado para la estabilización incrementa considerablemente los parámetros mecánicos del material de la Cantera Huayacundo, Huancavelica 2022</p> <p>El costo de producción determinado para cada tipo de estabilizado varía de acuerdo con los porcentajes de cemento y polímero (Megasoil) utilizados, siendo de mayor costo el cemento frente al polímero (Megasoil)</p>	<p>- Variables Dependientes:</p> <p>1: Propiedades físicas del suelo</p> <p>2: Propiedades mecánicas del suelo</p> <p>3 : Presupuesto de ejecución para cada tipo de estabilización</p>	<p align="center"><i>PROPIEDADES MECANICAS</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión simple (inconfiada) - Ensayo de CBR al 0.1" (confinada) 	<ul style="list-style-type: none"> - Área de las probetas y Fuerza ejercida para la compresión - Máxima densidad seca, contenido de humedad óptima, expansión y valor de CBR 	<ul style="list-style-type: none"> - Certificados de laboratorio con resultados

Operacionalización de Variables: EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE ENTRE UN SUELO ESTABILIZADO CON CEMENTO Y SUELO CON POLIMERO 2022

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable independiente: Cemento	De los estabilizadores de suelos que existen, el cemento es el estabilizador de uso más común en el Perú, así como el estabilizador con mayor costo por los altos porcentajes en su dosificación, por tal motivo se evalúa este tipo de estabilizador en comparación con el uso de un polímero que necesariamente requiere un porcentaje de cemento, pero en menor proporción.	Definición operacional: El cemento se operacionaliza mediante sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión simple con un valor mínimo de 1.8 Mpa (18.35 Kg/cm ²)	D1: Dosificaciones	I1: 1% de cemento	De razón
				I2: 1.5 % de cemento	
				I3: 2.0 % de cemento	
				I2: 2.5 % de cemento	
Variable independiente: Polímero Megasoil	Existen varios estabilizadores de tipo químico, sin embargo, el uso de polímeros es muy escaso en el Perú, por tal motivo se propone el uso de un polímero en polvo seco soluble al agua, aplicable a suelos naturales para mejorar sus propiedades.	Definición operacional: El polímero (Megasoil) se operacionaliza mediante sus propiedades de mecánicas de CBR con un valor mínimo de CBR = 100% al 0.1" y 0.5% de expansión	D1: Dosificaciones	I1: 2.3% de cemento combinados con 1.3% de polímero "Megasoil"	De razón
				I2: 2.3% de cemento combinados con 1.8% de polímero "Megasoil"	
				I3: 2.8% de cemento combinados con 1.3% de polímero "Megasoil"	
				I4: 2.8% de cemento combinados con 1.8% de polímero "Megasoil"	
Variable dependiente: Propiedades físico-mecánicas del material de cantera Huayacundo	Al estabilizar un suelo con cualquier aditivo se debe tener en cuenta que los % de adición afectaran las propiedades físico-mecánicas de un suelo natural. Con respecto a las propiedades físicas se afectará principalmente su gradación, plasticidad, MDS (máxima densidad seca) y CHO (contenido de humedad optima) y en sus propiedades mecánicas se afectará la resistencia a la compresión confinada e inconfiada del material.	Definición operacional: la variable subrasante se operacionaliza mediante sus dimensiones propiedades físicas y mecánicas y sus dimensiones LL, LP, IP, MDS, COH y CBR	Propiedades físicas	Gradación de partículas	De razón
				Limites Liquido	De razón
				Limite Plástico	De razón
				Índice de Plasticidad	De razón
			Propiedades Mecánicas	Máxima Densidad Seca (Proctor modificado)	De razón
				Ensayo Contenido de Humedad	De razón
				Resistencia a la compresión simple	De razón
				Ensayo Capacidad de Soporte de California (C.B.R.)	De razón
Variable dependiente: Presupuesto de ejecución para cada tipo de estabilización	Para realizar la comparación entre dos tipos de estabilizaciones que técnicamente funcionan, es necesario evaluar los porcentajes óptimos de cemento y de polímero (Megasoil) para a continuación evaluar los APU's para cada tipo de estabilizado y poder realizar el comparativo de los costos por kilómetro y poder evaluar cuál de las estabilizaciones es económicamente viable.	Definición Operacional: la variable presupuesta se operacionaliza mediante los porcentajes óptimos necesarios de cemento y de polímero (Megasoil) a utilizarse para estabilizar 1 m3	D1: Óptimos porcentajes para estabilización	I1: Porcentaje de cemento necesario para cumplir los 1.8 Mpa (18.35 Kg/cm ²) de resistencia a la compresión simple	De razón
				I2: Porcentaje de polímero (Megasoil) necesario para cumplir el CBR = 100% al 0.1" y 0.5% de expansión	De razón

ANEXO 03: CERTIFICADOS DE LABORATORIO

- ENSAYOS DE CANTERA



CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO

Código : CRTG-CAL-RES-03

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022

Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental)

Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A

Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho

Registro: Res_Huayacundo_AF-01

Hecho por: Laboratorio

Fecha: Julio 2022

MATERIAL AFIRMADO PARA TRANSITABILIDAD DE CANTERA HUAYACUNDO KM. 51+900 LADO DERECHO

Registro Nº	Fecha	Análisis Granulométrico % que Pasa Tamiz												Humedad Natural (%)	Límite Líquido (%)	IP (%)	Clasificación		Abrasión (%)	Durabilidad (%)		Proctor		CBR 0.1" (%)		Peso Específico de Grava (gr/cm ³)
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	Nº 4	Nº 10	Nº 40	Nº 200	AASHTO				SUCS	Piedra		Arena	M.D.S	O.C.H.	95% MDS	100% MDS		
		Huayacundo_AF-01	20/07/22	100.0	100.0	100.0	99.2	89.2	79.7	73.2	55.5	39.3	16.3				6.7	9.4		30	7	A-2-4 (0)	SP-SM	35.6	9.9	
Huayacundo_AF-02	21/07/22	100.0	100.0	100.0	91.2	78.3	63.1	54.0	33.1	25.4	17.6	13.8	10.4	31	5	A-1-a (0)	GM	39.9	-	-	2.010	10.6	28.6	43.8	2.569	
Huayacundo_AF-03	22/07/22	100.0	100.0	100.0	91.7	80.5	65.3	57.0	41.1	30.6	16.3	9.5	11.1	38	11	A-2-6 (0)	GW-GM	37.0	7.1	12.8	1.896	11.5	45.1	51.6	2.566	
Huayacundo_AF-04	25/07/22	100.0	100.0	100.0	94.1	81.0	72.9	63.5	51.2	36.7	23.0	13.6	8.4	30	6	A-1-a (0)	GM	32.8	-	-	2.007	9.8	29.7	38.0	2.565	
Huayacundo_AF-05	26/07/22	100.0	100.0	100.0	99.0	92.2	81.9	68.7	45.4	33.5	22.4	13.7	7.7	31	6	A-1-a (0)	GM	30.6	7.2	10.3	2.017	10.3	46.8	55.8	2.568	
Huayacundo_AF-06	27/07/22	100.0	100.0	100.0	96.6	86.8	78.4	70.5	52.3	36.8	26.1	10.6	6.6	30	5	A-1-a (0)	GP-GM	36.4	-	-	2.023	10.6	40.3	55.4	2.568	
n		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
S		600	600	600	572	508	441	387	279	202	122	68	54	190	40	-	-	212	24	35	12	62	230	290	15	
Xp		100.0	100.0	100.0	95.3	84.6	73.5	64.5	46.4	33.7	20.3	11.3	8.9	32	7	-	-	35	8	12	1.995	10.3	38.3	48.4	2.6	
MIN		100.0	100.0	100.0	91.2	78.3	63.1	54.0	33.1	25.4	16.3	6.7	6.6	30	5	-	-	31	7	10	1.896	8.8	28.6	38.0	2.6	
MAX		100.0	100.0	100.0	99.2	92.2	81.9	73.2	55.5	39.3	26.1	13.8	11.1	38	11	-	-	40	10	13	2.023	11.5	46.8	55.8	2.6	
DESV. ESTANDAR		0.0	0.0	0.0	3.5	5.5	7.9	7.7	8.3	5.1	4.1	2.9	1.7	3.1	2.3	-	-	3.3	1.6	1.3	0.049	0.9	7.7	7.1	0.0	
VARIANZA		0.0	0.0	0.0	12.3	30.6	61.6	59.7	69.5	25.7	16.9	8.4	2.9	9.9	5.1	-	-	10.8	2.5	1.8	0.002	0.8	58.7	49.9	0.0	
COEF. DE VARIACIÓN		0.0	0.0	0.0	3.7	6.5	10.7	12.0	18.0	15.0	20.3	25.6	19.0	9.9	33.8	-	-	9.3	19.7	11.3	2.463	8.8	20.0	14.6	0.1	

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO GERSPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 20/07/22
Material: Afirmado

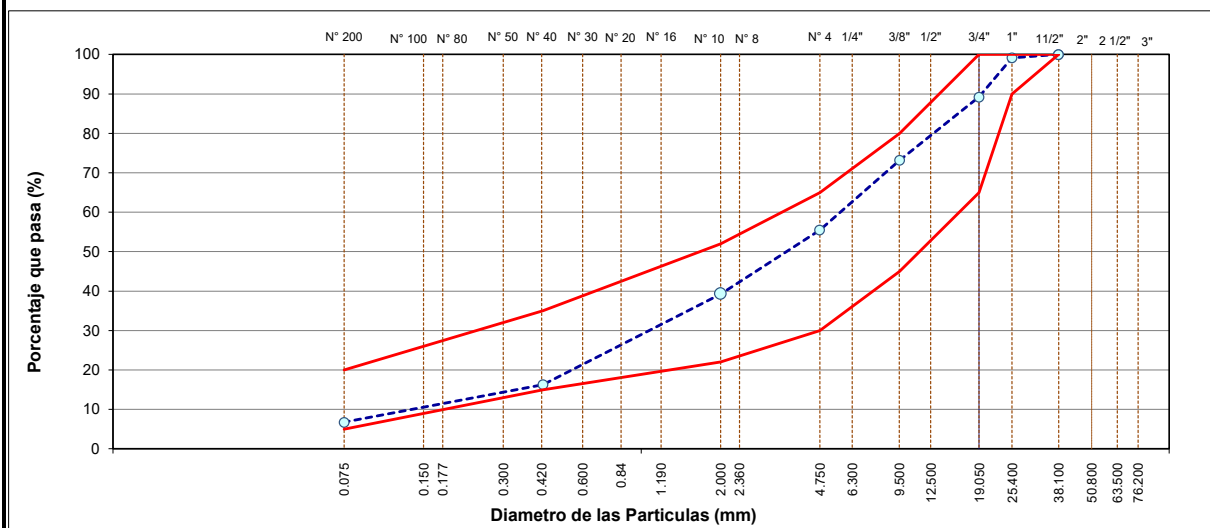
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 14,411 gr.
Fracción : 1058.8 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 9.4 Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 23 Índice Plástico (IP) : 7 Clasificación (SUCS) : SP-SM Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 44.5 Arena (%) : 48.8 Finos (%) : 6.7
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	
1"	25.400	119	0.8	0.8	99.2	90 - 100	
3/4"	19.050	1436	10.0	10.8	89.2	65 - 100	
1/2"	12.700	1367	9.5	20.3	79.7		
3/8"	9.525	940	6.5	26.8	73.2	45 - 80	
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	2550	17.7	44.5	55.5	30 - 65	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	309.7	16.2	60.7	39.3	22 - 52	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	159.3	8.4	69.1	30.9		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	278.9	14.6	83.7	16.3	15 - 35	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	111.3	5.8	89.5	10.5		
Nº 200	0.075	71.4	3.7	93.3	6.7	5 - 20	
< Nº 200	FONDO	128.2	6.7	100.0			

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 20/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	732.0	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	669.1	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	62.9	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	669.1	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	9.4	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

ANDERSON CASTRO ZEPÍN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

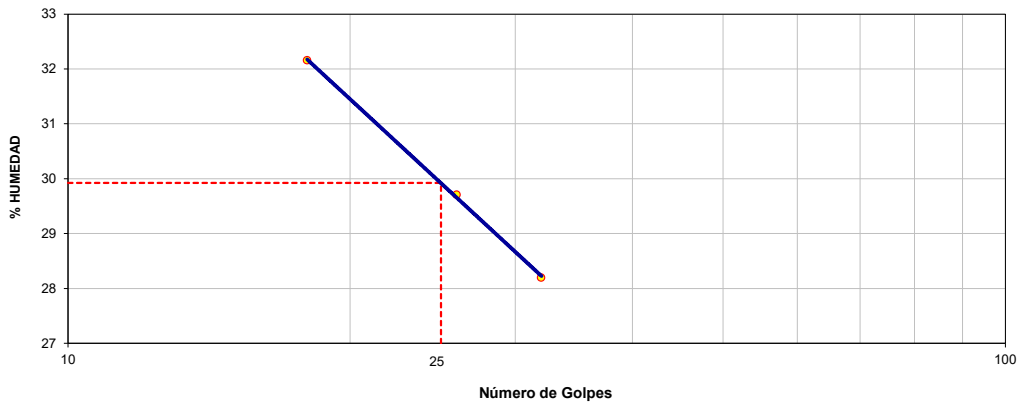
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 21/07/22
Material: Afirmado

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
		1	2	3
Nro. de recipiente		1	2	3
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	51.32	51.64	51.95
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	46.51	46.57	46.49
Peso del recipiente (C)	gr.	29.45	29.50	29.51
Peso del agua (A-B)	gr.	4.81	5.07	5.46
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	17.06	17.07	16.98
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	28.19	29.70	32.16
Nro. DE GOLPES		32	26	18

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
		4	5	
Nro. de recipiente		4	5	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	22.61	23.19	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	22.03	22.43	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.53	19.23	
Peso del agua (A-B)	gr.	0.58	0.76	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	2.50	3.20	
Cont. de Hum. $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	23.20	23.75	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	23	7

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 21/07/22
Material: Afirmado

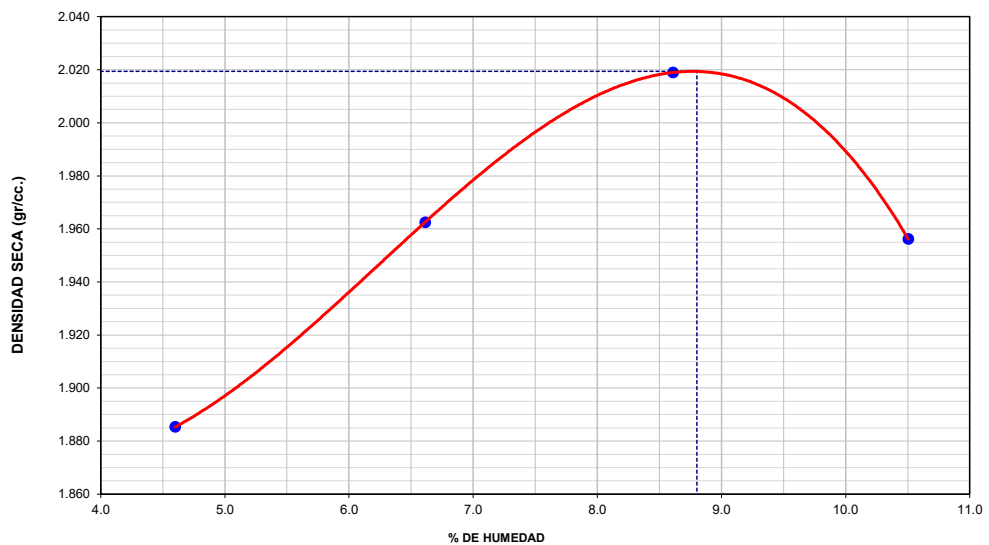
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,109	11,376	11,599	11,530	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,378	4,645	4,868	4,799	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.972	2.092	2.193	2.162	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	715.3	756.1	777.1	883.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	683.8	709.2	715.5	799.7	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	31.5	46.9	61.6	84.0	
Peso del suelo seco	gr.	684	709	716	800	
Contenido de agua	%	4.6	6.6	8.6	10.5	
Densidad Seca	gr/cc	1.885	1.963	2.019	1.956	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.019	gr/cc.	Humedad óptima	8.8	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Resistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 21/07/22
Material: Afirmado **Página:** 1 de 2

CALCULO DEL CBR

Molde N°	01	02	03
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,571	12,146	12,321
Peso de molde (gr)	7,961	7,721	8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	4,610	4,425	4,160
Volumen del molde (cm ³)	2,099	2,109	2,113
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.196	2.098	1.969
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (gr)	396.0	441.0	423.0
Peso suelo seco + tara (gr)	364.0	405.0	389.0
Peso de tara (gr)	-	-	-
Peso de agua (gr)	32.0	36.0	34.0
Peso de suelo seco (gr)	364.0	405.0	389.0
Contenido de humedad (%)	8.8	8.9	8.7
Densidad seca (gr/cm ³)	2.019	1.927	1.811

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-01		MOLDE N° M-02		MOLDE N° M-03					
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		%	%				
21/07/22	0	11:30'										
22/07/22	24	11:30'										
23/07/22	48	11:30'										
24/07/22	72	11:30'										
25/07/22	96	11:30'										

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-01				MOLDE N° M-02				MOLDE N° M-03			
			CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION		CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION		CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		115.0	5.6			86.0	4.2			38.0	1.9		
1.270	0.050		274.0	13.4			185.0	9.1			94.0	4.6		
1.905	0.075		364.0	17.8			299.0	14.6			175.0	8.6		
2.540	0.100	70.31	658.0	32.2	-	45.8	573.0	28.0	-	39.9	263.0	12.9	20.6	29.2
3.175	0.125		842.0	41.2			746.0	36.5			397.0	19.4		
3.810	0.150		1085.0	53.1			899.0	44.0			508.0	24.9		
5.080	0.200	105.46	1254.0	61.4	-	58.2	1042.0	51.0	-	48.4	683.0	33.4	36.4	34.5
7.620	0.300		1365.0	66.8			1168.0	57.2			846.0	41.4		
10.160	0.400		1423.0	69.7			1275.0	62.4			952.0	46.6		
12.700	0.500		1502.0	73.5			1346.0	65.9			1074.0	52.6		

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:

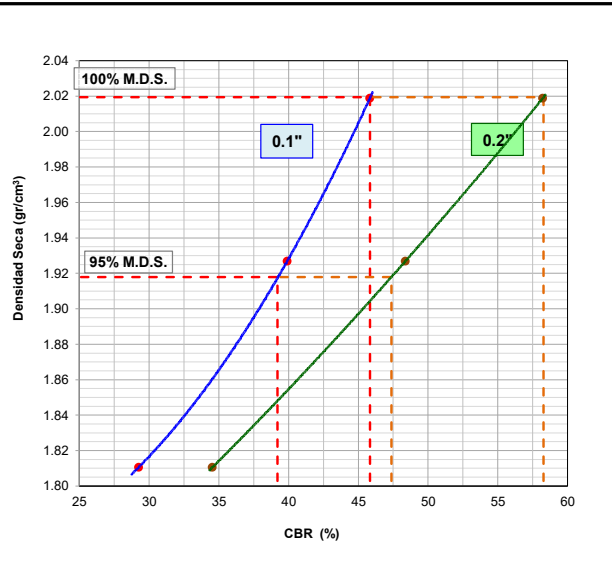

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO ESPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 123193


Tesis:	Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_AF-01
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	21/07/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	Afirmado		

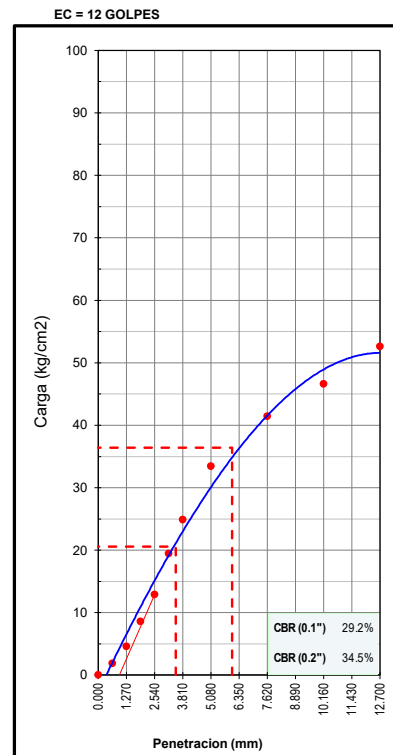
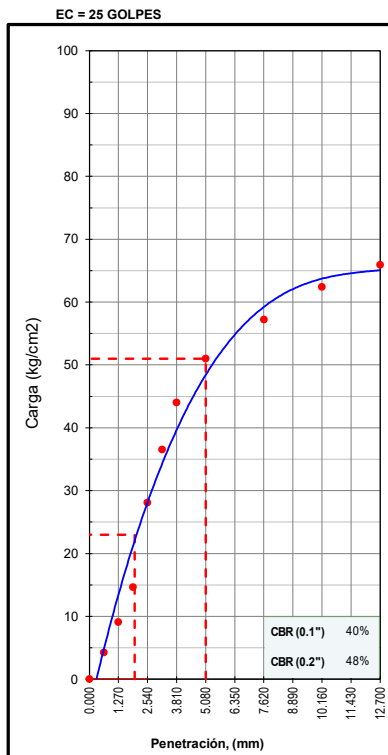
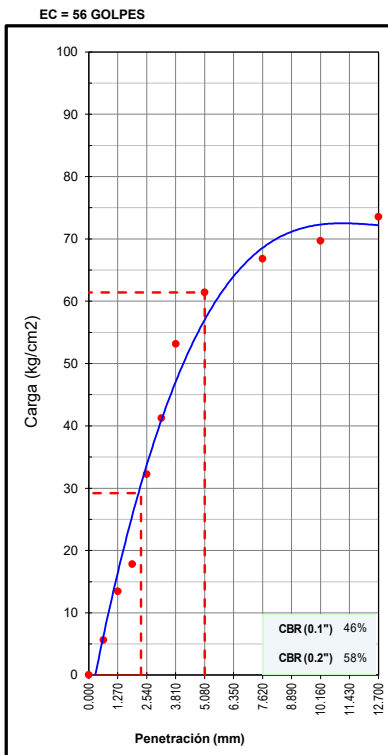
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.019
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 8.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.918

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 45.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 39.2 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 58.3 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 47.4 %

OBSERVACIONES:



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

Percy García Pérez
PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

Denis Valdivia Flores
DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

Anderson Castro Espin
ANDERSON CASTRO ESPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 20/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2238.0	2063.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1383.0	1273.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	855.0	790.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2197.0	2024.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	814.0	751.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.570	2.562		2.566
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.618	2.611		2.614
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.699	2.695		2.697
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.87	1.93		1.90

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 20/07/22
Material: Afirmado

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1252		
25.40	1"	19.05	3/4"	1249		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1251		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5002		
Perdida despues del ensayo				1782		
Peso Obtenido				3558		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				35.6		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCIA PEREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 20/07/22
Material: Afirmado

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1000.0	986.5	13.5	1.4	1.9	0.03
1"	3/4"	500 +/- 30	2	500.3	477.2	23.1	4.6	22.4	1.03
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	670.5	649.8	20.7	3.1	21.3	0.66
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	330.2	315.2	15.0	4.5	14.7	0.67
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	300.2	281.4	18.8	6.3	39.8	7.48
TOTALES								100.0	9.86

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.1	91.2	8.90	8.9	28.2	2.51
N° 08	N° 16	100	2	100.5	85.4	15.10	15.0	25.9	3.91
N° 16	N° 30	100	3	100.2	86.7	13.50	13.5	13.3	1.80
N° 30	N° 50	100	4	100.6	88.9	11.70	11.6	23.3	2.73
N° 50	N° 100	100	5	100.5	87.4	13.10	13.0	9.3	1.22
TOTALES								100.0	12.16

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

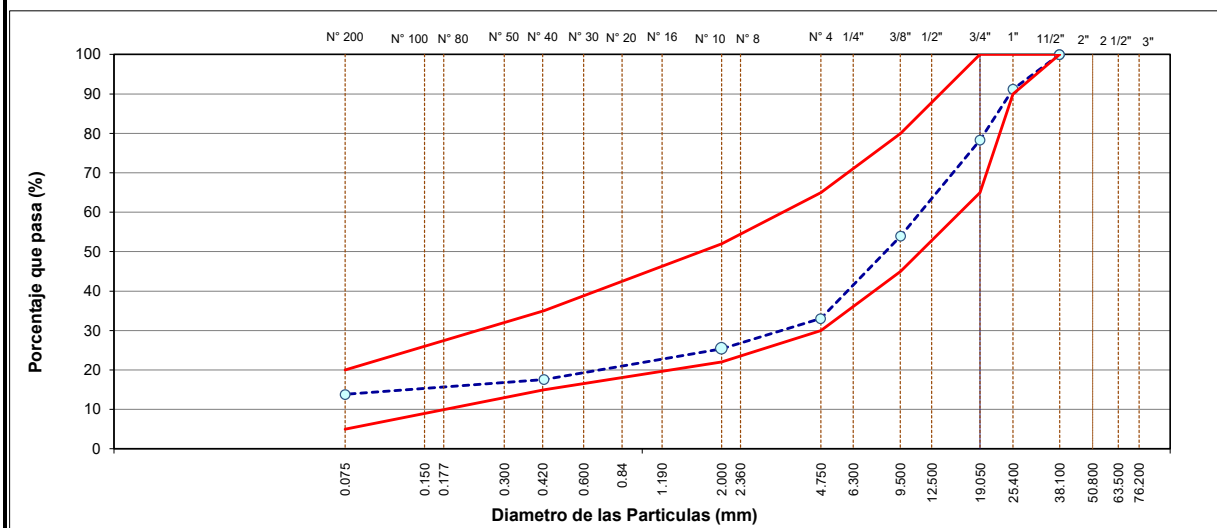
Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 21/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 11,471 gr.
Fracción : 1158.0 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 10.4 Límite Líquido (LL) : 31 Límite Plástico (LP) : 26 Índice Plástico (IP) : 5 Clasificación (SUCS) : GM Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 67.0 Arena (%) : 19.2 Finos (%) : 13.8
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	
1"	25.400	1009	8.8	8.8	91.2	90 - 100	
3/4"	19.050	1480	12.9	21.7	78.3	65 - 100	
1/2"	12.700	1739	15.2	36.9	63.1		
3/8"	9.525	1054	9.2	46.1	54.0	45 - 80	
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	2398	20.9	67.0	33.1	30 - 65	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	268.3	7.7	74.6	25.4	22 - 52	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	170.1	4.9	79.5	20.5		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	102.5	2.9	82.4	17.6	15 - 35	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	80.5	2.3	84.7	15.3		
Nº 200	0.075	52.5	1.5	86.2	13.8	5 - 20	
< Nº 200	FONDO	484.1	13.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 



ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 21/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	800.0	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	724.6	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	75.4	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	724.6	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	10.4	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

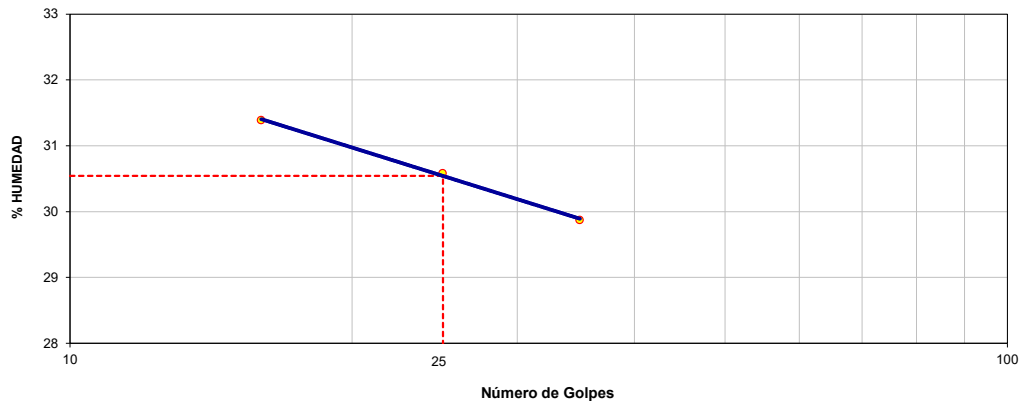
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 22/07/22
Material: Afirmado

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		4	5	6
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	52.35	51.98	54.52
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	47.09	46.72	48.55
Peso del recipiente (C)	gr.	29.48	29.52	29.53
Peso del agua (A-B)	gr.	5.26	5.26	5.97
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	17.61	17.20	19.02
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.87	30.58	31.39
Nro. DE GOLPES		35	25	16

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		6	7	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	26.52	23.48	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	25.08	22.51	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.54	18.73	
Peso del agua (A-B)	gr.	1.44	0.97	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	5.54	3.78	
Cont. de Hum. $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	25.99	25.66	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	31	26	5

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 22/07/22
Material: Afirmado

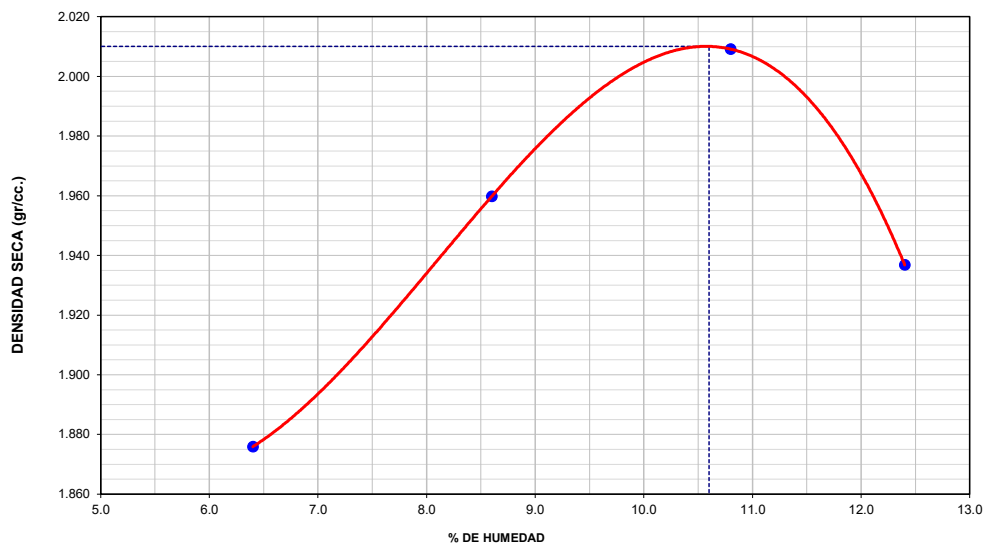
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,162	11,456	11,673	11,564	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,431	4,725	4,942	4,833	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.996	2.128	2.226	2.177	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	734.2	720.6	753.4	567.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	690.0	663.5	680.0	504.4	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	44.2	57.1	73.4	62.6	
Peso del suelo seco	gr.	690	664	680	504	
Contenido de agua	%	6.4	8.6	10.8	12.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.876	1.960	2.009	1.937	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.010	gr/cc.	Humedad óptima	10.6	%
----------------------	-------	--------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

	ENSAYO: CBR DE SUELOS MTC E132 - ASTM D1883	Código : CRTG-CAL-RE-08 Revisión : 0 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022 Resistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho Material: Afirmado	Registro: Huayacundo_AF-02 Hecho por: Laboratorio Fecha: 22/07/22 Página: 1 de 2
---	---

CALCULO DEL CBR					
Molde N°	04		05		06
Capas N°	5		5		5
Golpes por capa N°	56		25		12
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,698		12,205		12,433
Peso de molde (gr)	7,961		7,721		8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	4,737		4,484		4,272
Volumen del molde (cm ³)	2,133		2,118		2,135
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.221		2.117		2.001
Tara (N°)					
Peso suelo húmedo + tara (gr)	512.0		507.0		518.0
Peso suelo seco + tara (gr)	463.5		459.0		468.8
Peso de tara (gr)	-		-		-
Peso de agua (gr)	48.5		48.0		49.2
Peso de suelo seco (gr)	463.5		459.0		468.8
Contenido de humedad (%)	10.5		10.5		10.5
Densidad seca (gr/cm ³)	2.010		1.917		1.811

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-04			MOLDE N° M-05			MOLDE N° M-06		
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		%	%			
22/07/22	0	11:30'									
23/07/22	24	11:30'									
24/07/22	48	11:30'									
25/07/22	72	11:30'									
26/07/22	96	11:30'									

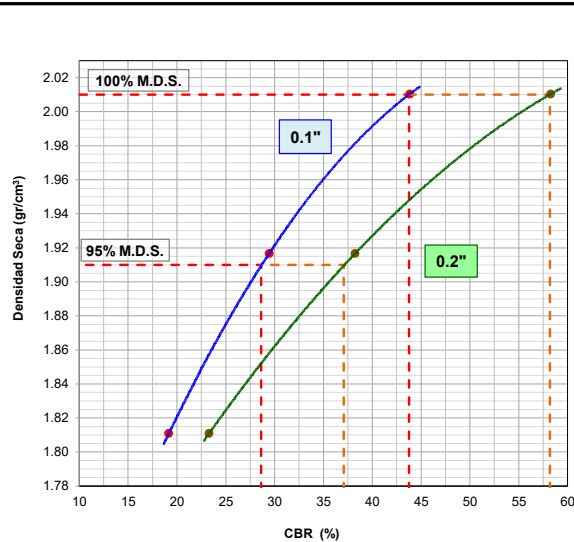
NO EXPANSIVO

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-04				MOLDE N° M-05				MOLDE N° M-06			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm2	Kg	kg/cm ²	kg/cm2	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		98.2	4.8			54.6	2.7			25.0	1.2		
1.270	0.050		224.4	11.0			124.3	6.1			56.7	2.8		
1.905	0.075		393.1	19.2			217.2	10.6			99.0	4.8		
2.540	0.100	70.31	590.3	28.9	30.8	43.8	324.9	15.9	20.7	29.4	148.3	7.3	13.5	19.1
3.175	0.125		756.5	37.0			427.7	20.9			220.0	10.8		
3.810	0.150		943.5	46.2			548.1	26.8			283.3	13.9		
5.080	0.200	105.46	1219.8	59.7	61.5	58.3	747.6	36.6	40.3	38.2	423.3	20.7	24.6	23.3
7.620	0.300		1793.5	87.8			1077.1	52.7			593.3	29.0		
10.160	0.400		2248.3	110.1			1310.1	64.1			730.0	35.7		
12.700	0.500		2550.0	124.8			1487.6	72.8			813.3	39.8		

ELABORADO POR:  PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	REVISADO POR:  DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	APROBADO POR:  ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 123193 
--	---	--

Tesis:	Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_AF-02
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	22/07/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	Afirmado		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



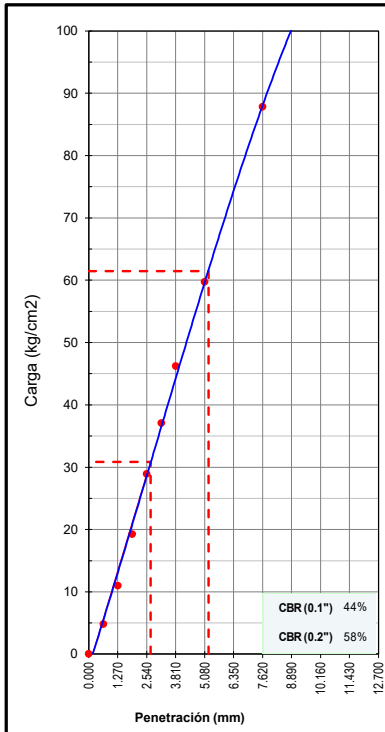
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.010
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 10.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.910

RESULTADOS:

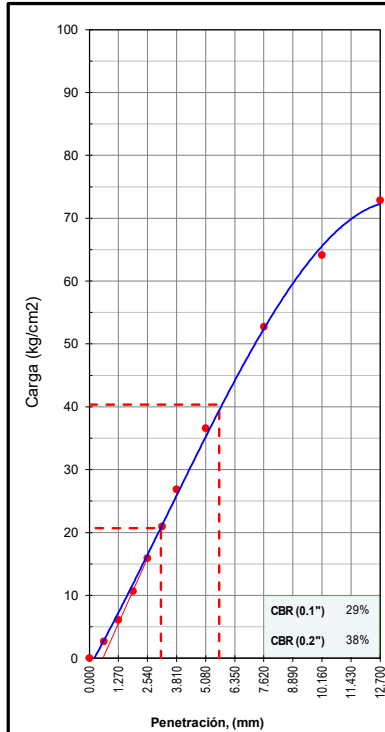
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	43.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	28.6 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	58.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	37.1 %

OBSERVACIONES:

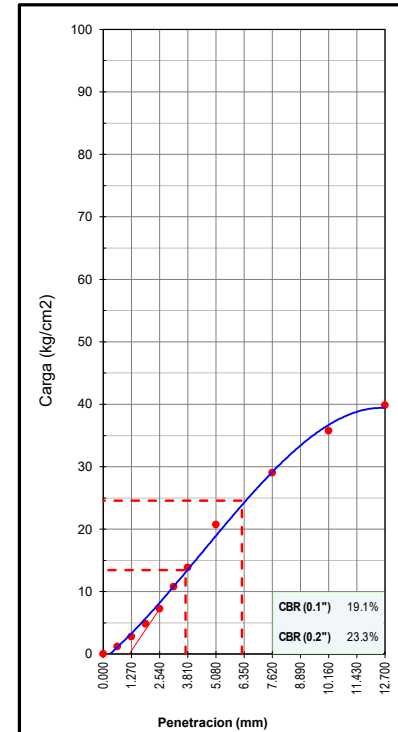
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ELABORADO POR:

Percy García Pérez
PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:

Denis Valdivia Flores
DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:

Anderson Castro Crispin
ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 125193




ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 21/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2610.0	2406.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1613.0	1485.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	997.0	921.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2563.0	2364.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	950.0	879.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.571	2.567		2.569
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.618	2.612		2.615
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.698	2.689		2.694
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.83	1.78		1.81

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPÍN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129133


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 21/07/22
Material: Afirmado

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1250		
25.40	1"	19.05	3/4"	1252		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1250		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1251		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5003		
Perdida despues del ensayo				1998		
Peso Obtenido				3005		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				39.9		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193


Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 22/07/22
Material: Afirmado

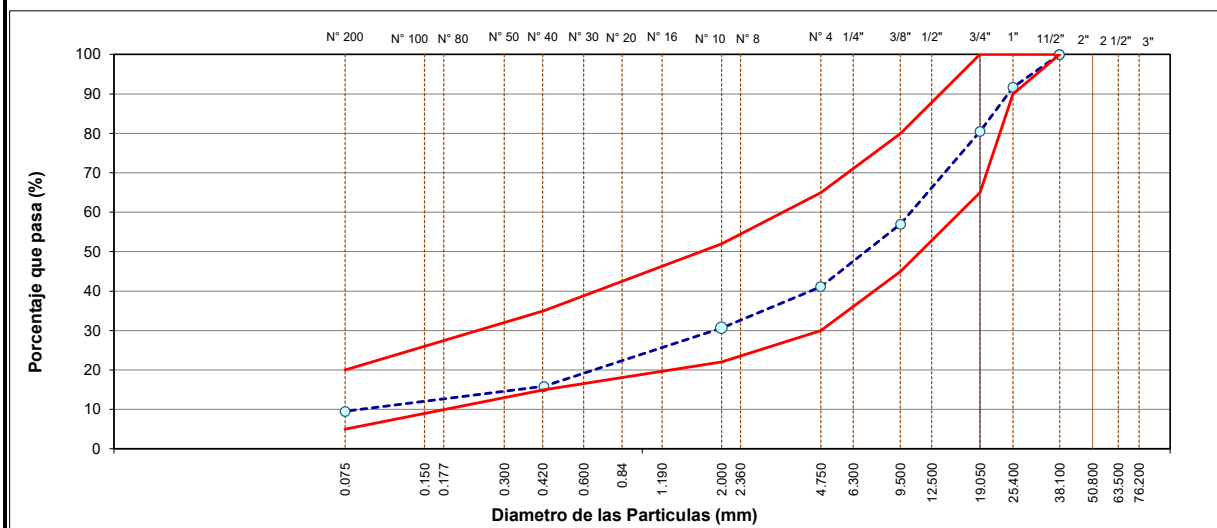
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 12.739 gr.
Fracción : 717.2 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 11.1 Límite Líquido (LL) : 38 Límite Plástico (LP) : 27 Índice Plástico (IP) : 11 Clasificación (SUCS) : GW-GM Clasificación (AASHTO) : A-2-6 (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 58.9 Arena (%) : 31.6 Finos (%) : 9.5
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	
1"	25.400	1061	8.3	8.3	91.7	90 - 100	
3/4"	19.050	1425	11.2	19.5	80.5	65 - 100	
1/2"	12.700	1939	15.2	34.7	65.3		
3/8"	9.525	1052	8.3	43.0	57.0	45 - 80	
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	2026	15.9	58.9	41.1	30 - 65	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	183.3	10.5	69.4	30.6	22 - 52	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	105.4	6.0	75.4	24.6		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	152.2	8.7	84.2	15.8	15 - 35	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	84.6	4.9	89.0	11.0		
Nº 200	0.075	25.9	1.5	90.5	9.5	5 - 20	
< Nº 200	FONDO	165.8	9.5	100.0			

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPÍN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 22/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	948.0	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	853.2	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	94.8	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	853.2	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	11.1	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

PERLA GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

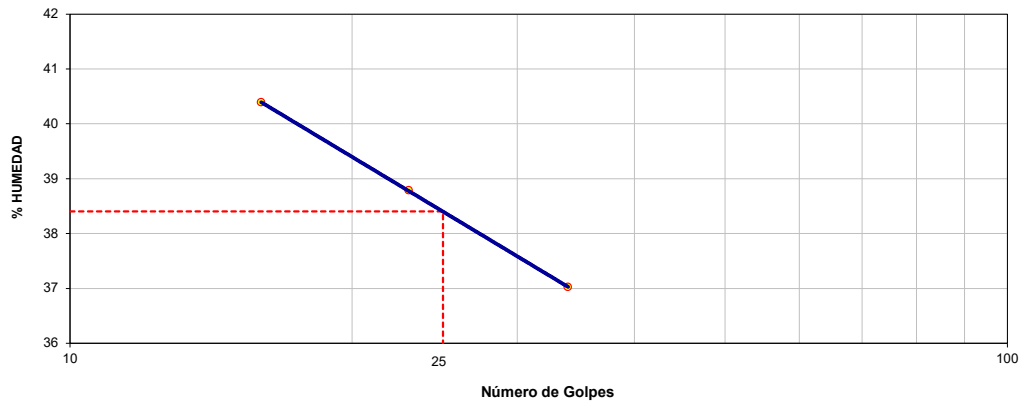
ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacondo_AF-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 23/07/22
Material: Afirmado

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		10	11	12
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	57.63	58.81	58.90
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	50.17	50.51	50.58
Peso del recipiente (C)	gr.	30.02	29.11	29.98
Peso del agua (A-B)	gr.	7.46	8.30	8.32
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	20.15	21.40	20.60
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	37.02	38.79	40.39
Nro. DE GOLPES		34	23	16

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		10	11	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	26.95	29.14	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	25.29	27.07	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.16	19.39	
Peso del agua (A-B)	gr.	1.66	2.07	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	6.13	7.68	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	27.08	26.95	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	38	27	11

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERO GARCIA PEREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 22/07/22
Material: Afirmado

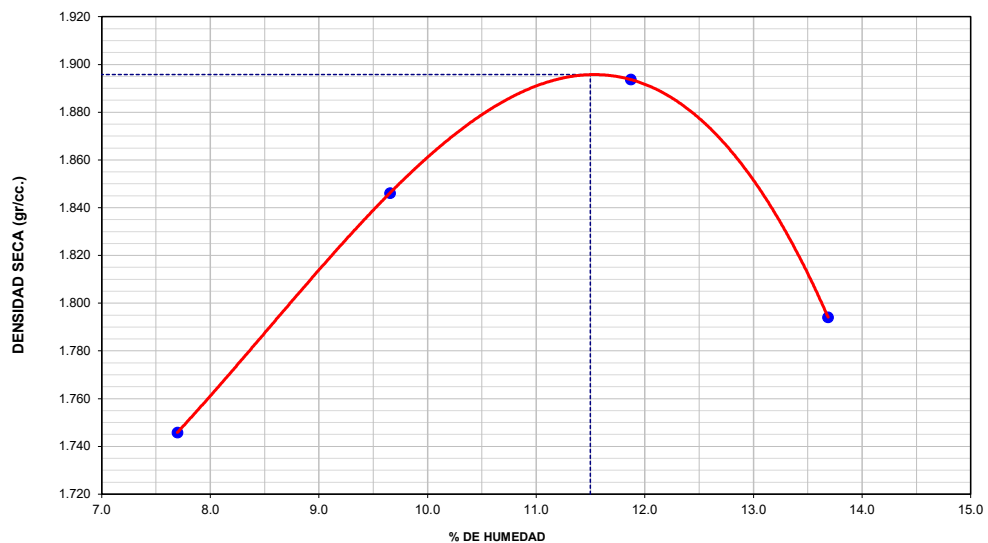
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,905	11,225	11,434	11,259	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,174	4,494	4,703	4,528	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.880	2.024	2.118	2.040	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	419.8	432.8	468.4	412.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	389.8	394.7	418.7	362.4	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	30.0	38.1	49.7	49.6	
Peso del suelo seco	gr.	390	395	419	362	
Contenido de agua	%	7.7	9.7	11.9	13.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.746	1.846	1.894	1.794	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.896	gr/cc.	Humedad óptima	11.5	%
----------------------	-------	--------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TÉCNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Resistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 23/07/22
Material: Afirmado **Página:** 1 de 2

CALCULO DEL CBR

Molde N°	07	08	09
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,468	11,960	12,050
Peso de molde (gr)	7,961	7,721	8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	4,507	4,239	3,889
Volumen del molde (cm ³)	2,121	2,126	2,134
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.125	1.994	1.822
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (gr)	485.4	425.8	463.5
Peso suelo seco + tara (gr)	435.8	381.7	415.8
Peso de tara (gr)	-	-	-
Peso de agua (gr)	49.6	44.1	47.7
Peso de suelo seco (gr)	435.8	381.7	415.8
Contenido de humedad (%)	11.4	11.6	11.5
Densidad seca (gr/cm ³)	1.908	1.787	1.635

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-07			MOLDE N° M-08			MOLDE N° M-09		
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		%	%			
23/07/22	0	11:30'	0	0.000	0.000	241	0.000	0.000	0	0.000	0.000
24/07/22	24	11:30'	11	0.279	0.239	252	0.279	0.240	12	0.305	0.261
25/07/22	48	11:30'	12	0.305	0.261	255	0.356	0.306	13	0.330	0.283
26/07/22	72	11:30'	14	0.356	0.304	257	0.406	0.350	14	0.356	0.304
27/07/22	96	11:30'	15	0.381	0.326	257	0.406	0.350	14	0.356	0.304

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-07				MOLDE N° M-08				MOLDE N° M-09			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		40.0	2.0			39.0	1.9			30.0	1.5		
1.270	0.050		139.0	6.8			131.0	6.4			102.0	5.0		
1.905	0.075		265.0	13.0			298.0	14.6			226.0	11.1		
2.540	0.100	70.31	436.0	21.3	36.9	52.5	457.0	22.4	31.1	44.3	361.0	17.7	25.1	35.7
3.175	0.125		626.0	30.6			625.0	30.6			444.0	21.7		
3.810	0.150		819.0	40.1			807.0	39.5			646.0	31.6		
5.080	0.200	105.46	1190.0	58.3	68.8	65.3	1093.0	53.5	58.2	55.2	874.0	42.8	46.0	43.6
7.620	0.300		1703.0	83.4			1434.0	70.2			1097.0	53.7		
10.160	0.400		2004.0	98.1			1635.0	80.0			1205.0	59.0		
12.700	0.500		2228.0	109.1			1792.0	87.7			1320.0	64.6		

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



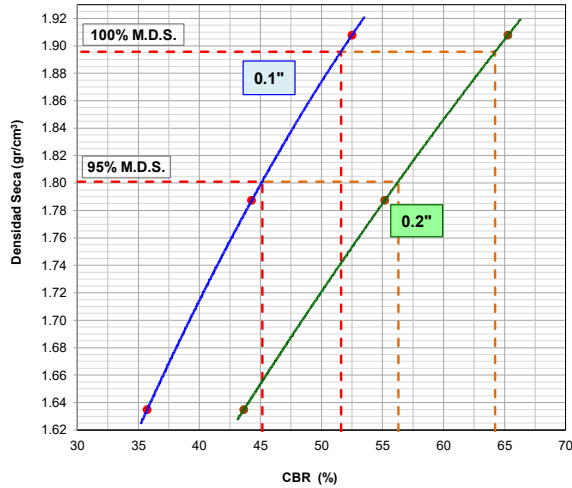
DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 125193


Tesis:	Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_AF-03
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	23/07/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	Afirmado		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



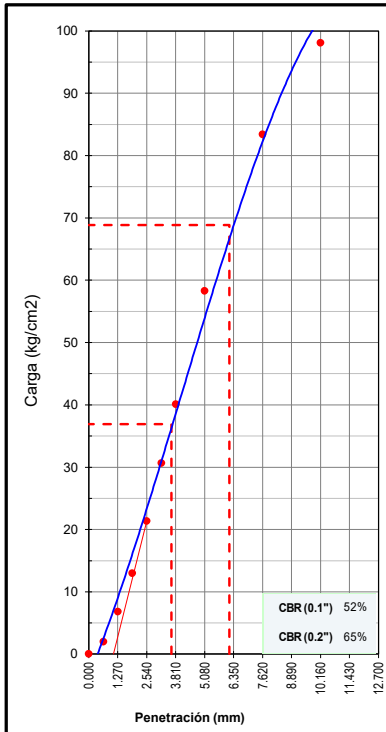
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.896
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 11.5
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.801

RESULTADOS:

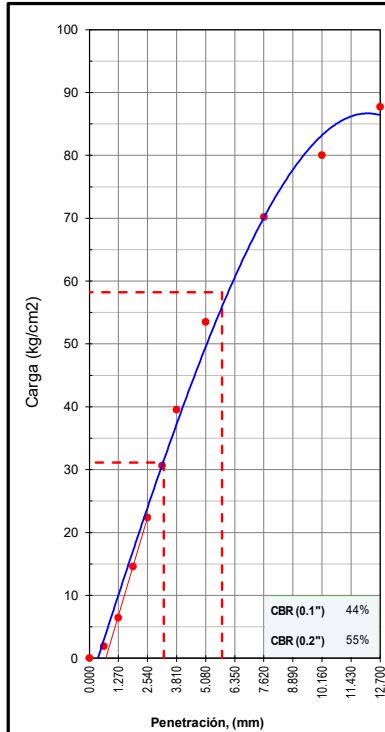
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	51.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	45.1 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	64.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	56.3 %

OBSERVACIONES:

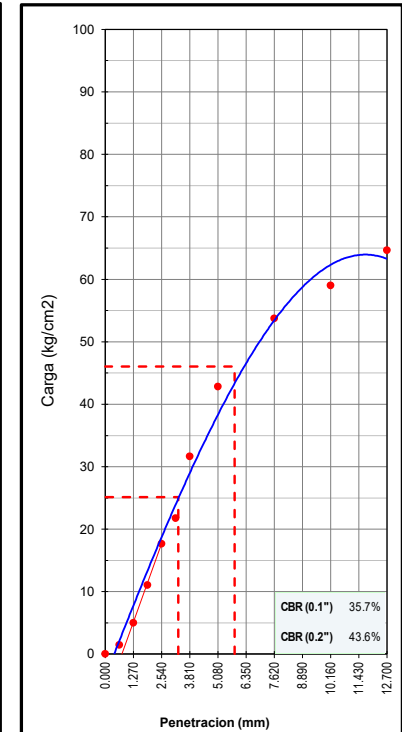
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ELABORADO POR:

Pérez García
PERC GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II
CRTC

REVISADO POR:

Valdivia Flores
DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II
CRTC

APROBADO POR:

Anderson Castro
ANDERSON CASTRO CASPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193
CRTC



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 23/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2949.0	2719.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1823.0	1678.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	1126.0	1041.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2894.5	2667.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	1071.5	989.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.571	2.562		2.566
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.619	2.612		2.615
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.701	2.697		2.699
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.88	1.95		1.92

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 22/07/22
Material: Afirmado

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1251		
25.40	1"	19.05	3/4"	1253		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1252		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5006		
Perdida despues del ensayo				1850		
Peso Obtenido				3156		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				37.0		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 22/07/22
Material: Afirmado

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1001.5	985.9	15.6	1.6	14.1	0.22
1"	3/4"	500 +/- 30	2	502.6	472.5	30.1	6.0	19.0	1.14
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	672.4	648.7	23.7	3.5	25.8	0.91
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	332.5	311.2	21.3	6.4	14.0	0.90
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	301.8	287.4	14.4	4.8	27.0	3.89
TOTALES								100.0	7.05

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.0	90.5	9.50	9.5	34.6	3.28
N° 08	N° 16	100	2	100.5	86.1	14.40	14.3	22.8	3.29
N° 16	N° 30	100	3	100.5	84.7	15.80	15.7	13.1	2.07
N° 30	N° 50	100	4	100.1	86.5	13.60	13.6	19.0	2.58
N° 50	N° 100	100	5	100.2	85.2	15.00	15.0	10.5	1.58
TOTALES								100.0	12.80

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

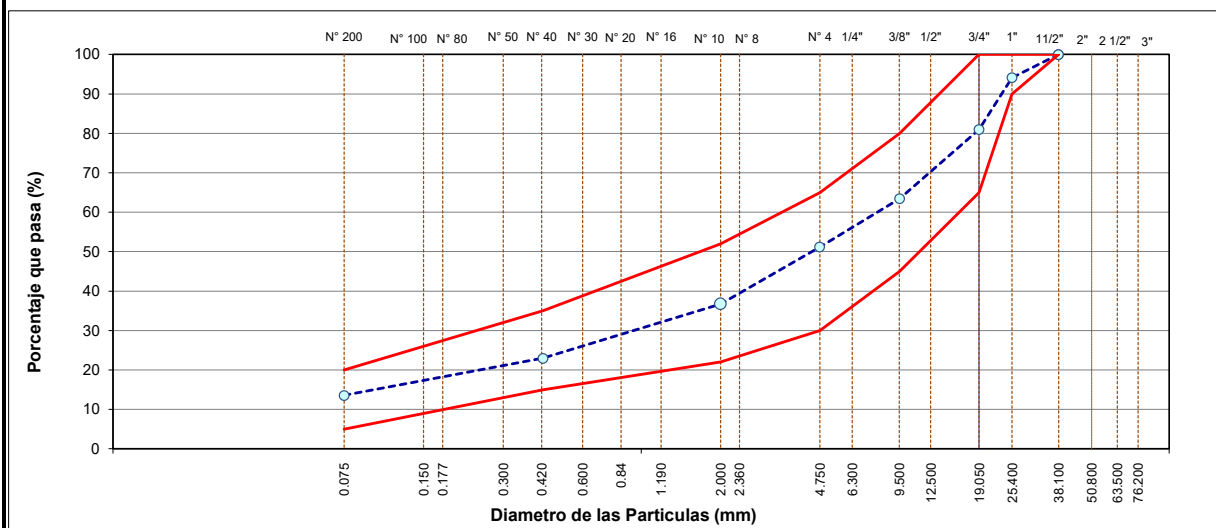
Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 25/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 15,682 gr.
Fracción : 805.0 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 8.4 Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 24 Índice Plástico (IP) : 6 Clasificación (SUCS) : GM Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 48.8 Arena (%) : 37.6 Finos (%) : 13.6
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	
1"	25.400	925	5.9	5.9	94.1	90 - 100	
3/4"	19.050	2062	13.2	19.1	81.0	65 - 100	
1/2"	12.700	1271	8.1	27.2	72.9		
3/8"	9.525	1474	9.4	36.6	63.5	45 - 80	
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	1925	12.3	48.8	51.2	30 - 65	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	227.5	14.5	63.3	36.7	22 - 52	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	83.0	5.3	68.6	31.4		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	133.1	8.5	77.0	23.0	15 - 35	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	44.4	2.8	79.9	20.2		
Nº 200	0.075	103.8	6.6	86.5	13.6	5 - 20	
< Nº 200	FONDO	213.2	13.6	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 25/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	855.0	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	789.1	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	65.9	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	789.1	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	8.4	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193





ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

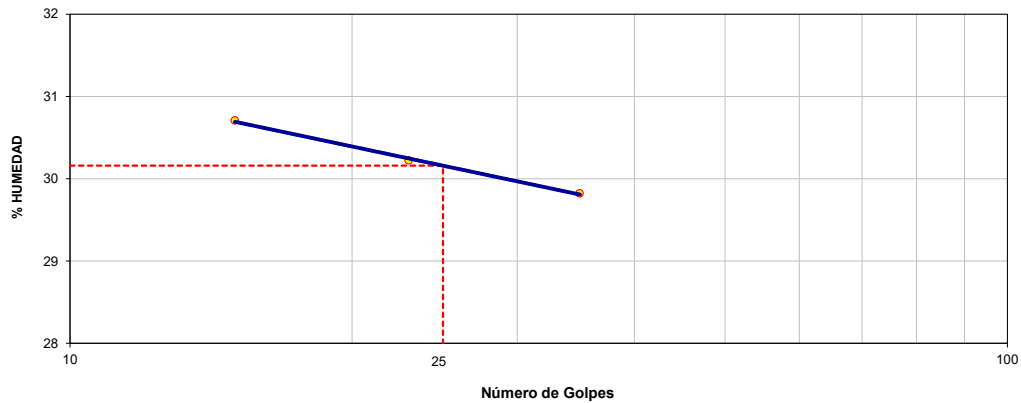
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 26/07/22
Material: Afirmado

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		8	9	10
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	65.25	64.17	63.36
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	56.96	56.34	55.34
Peso del recipiente (C)	gr.	29.16	30.43	29.22
Peso del agua (A-B)	gr.	8.29	7.83	8.02
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	27.80	25.91	26.12
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.82	30.22	30.70
Nro. DE GOLPES		35	23	15

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		5	6	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	58.21	57.36	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	52.96	51.92	
Peso del recipiente (C)	gr.	31.33	29.22	
Peso del agua (A-B)	gr.	5.25	5.44	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	21.63	22.70	
Cont. de Hum. $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	24.27	23.96	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	24	6

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERLA GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 26/07/22
Material: Afirmado

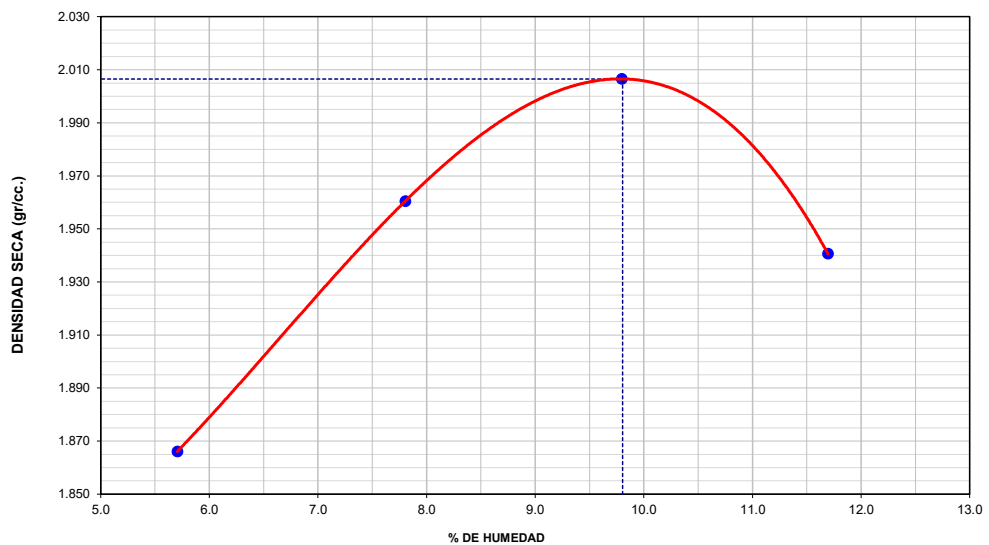
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,110	11,423	11,622	11,543	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,379	4,692	4,891	4,812	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.973	2.114	2.203	2.168	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	637.4	703.1	606.3	778.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	603.0	652.2	552.2	696.9	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	34.4	50.9	54.1	81.5	
Peso del suelo seco	gr.	603	652	552	697	
Contenido de agua	%	5.7	7.8	9.8	11.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.866	1.961	2.007	1.941	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.007	gr/cc.	Humedad óptima	9.8	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

	ENSAYO: CBR DE SUELOS MTC E132 - ASTM D1883	Código : CRTG-CAL-RE-08 Revisión : 0 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022 Resistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho Material: Afirmado	Registro: Huayacundo_AF-04 Hecho por: Laboratorio Fecha: 26/07/22 Página: 1 de 2
---	---

CALCULO DEL CBR					
Molde N°	13		14		15
Capas N°	5		5		5
Golpes por capa N°	56		25		12
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,639		12,165		12,395
Peso de molde (gr)	7,961		7,721		8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	4,678		4,444		4,234
Volumen del molde (cm ³)	2,122		2,126		2,115
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.205		2.090		2.002
Tara (N°)					
Peso suelo húmedo + tara (gr)	506.4		511.5		526.9
Peso suelo seco + tara (gr)	461.0		466.0		480.0
Peso de tara (gr)	-		-		-
Peso de agua (gr)	45.4		45.5		46.9
Peso de suelo seco (gr)	461.0		466.0		480.0
Contenido de humedad (%)	9.8		9.8		9.8
Densidad seca (gr/cm ³)	2.007		1.904		1.824

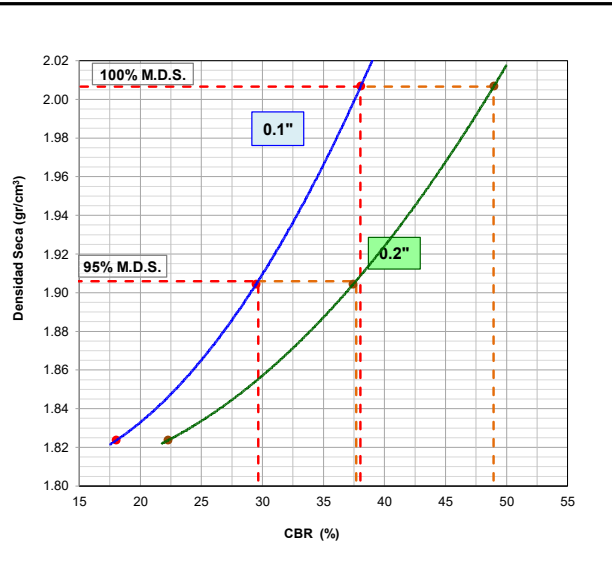
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-13			MOLDE N° M-14			MOLDE N° M-15		
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		%	%			
26/07/22	0	11:30'	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
27/07/22	24	11:30'	5	0.127	0.109	9	0.229	0.196	12	0.305	0.262
28/07/22	48	11:30'	7	0.178	0.153	11	0.279	0.239	15	0.381	0.328
29/07/22	72	11:30'	8	0.203	0.174	11	0.279	0.239	15	0.381	0.328
30/07/22	96	11:30'	8	0.203	0.174	12	0.305	0.261	15	0.381	0.328

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-13				MOLDE N° M-14				MOLDE N° M-15			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		100.5	4.9			62.5	3.1			28.0	1.4		
1.270	0.050		246.5	12.1			129.4	6.3			61.4	3.0		
1.905	0.075		384.5	18.8			224.5	11.0			84.0	4.1		
2.540	0.100	70.31	546.5	26.8	-	38.0	338.5	16.6	20.7	29.5	176.8	8.7	12.7	18.0
3.175	0.125		685.9	33.6			431.5	21.1			217.4	10.6		
3.810	0.150		894.2	43.8			568.9	27.8			294.1	14.4		
5.080	0.200	105.46	1054.8	51.6	-	49.0	761.8	37.3	39.5	37.4	435.8	21.3	23.5	22.3
7.620	0.300		1395.4	68.3			984.5	48.2			574.8	28.1		
10.160	0.400		1856.5	90.9			1154.7	56.5			692.0	33.9		
12.700	0.500		2007.5	98.3			1368.5	67.0			794.1	38.9		

ELABORADO POR:  PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	REVISADO POR:  DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	APROBADO POR:  ANDERSON CASTRO ESPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 
--	---	--

Tesis:	Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_AF-04
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	26/07/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	Afirmado		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



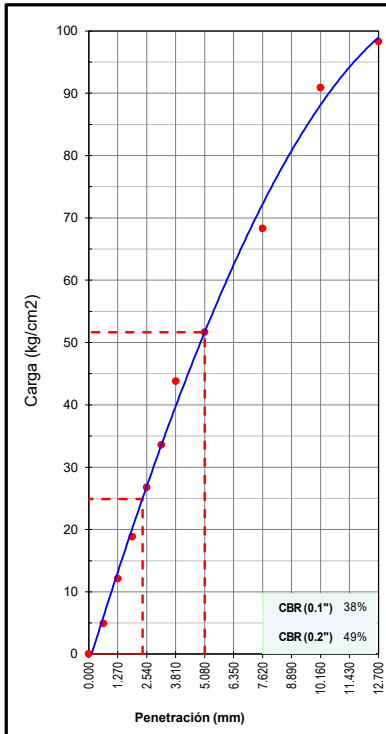
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.007
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.8
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 1.906

RESULTADOS:

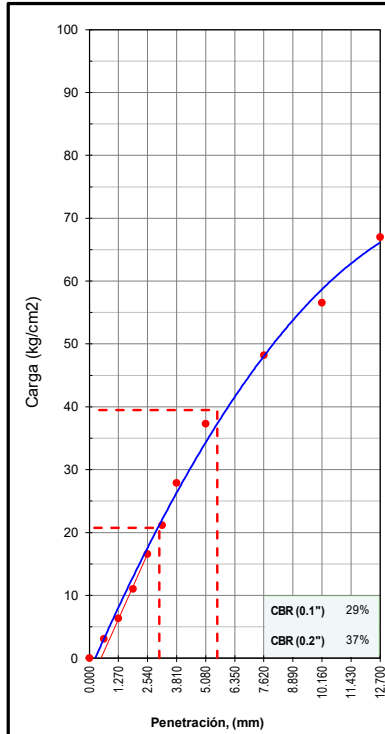
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	38.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	29.7 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	48.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	37.7 %

OBSERVACIONES:

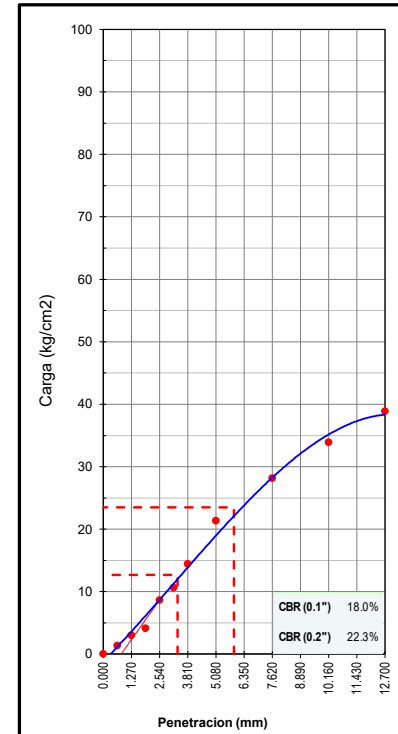
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ELABORADO POR:


 PERLA GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO ESPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 25/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2219.0	2045.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1371.0	1262.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	848.0	783.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2177.0	2006.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	806.0	744.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.567	2.562		2.565
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.617	2.612		2.614
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.701	2.696		2.699
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.93	1.94		1.94

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 25/07/22
Material: Afirmado

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1253		
25.40	1"	19.05	3/4"	1250		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1251		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1253		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5007		
Perdida despues del ensayo				1641.6		
Peso Obtenido				3365.4		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				32.8		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193


Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 26/07/22
Material: Afirmado

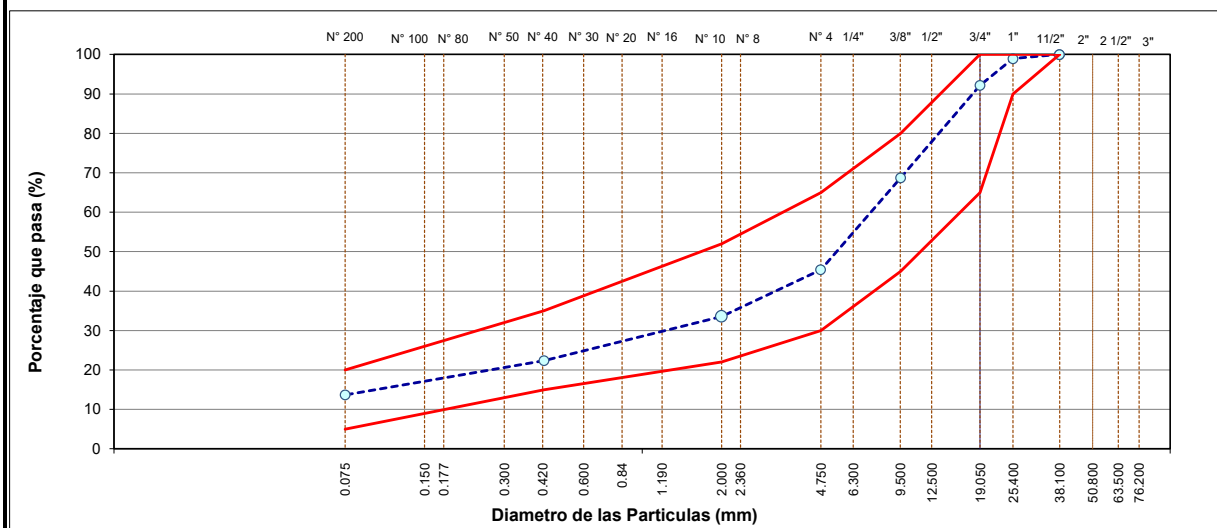
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 14,202 gr.
Fracción : 820.0 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 7.7 Límite Líquido (LL) : 31 Límite Plástico (LP) : 25 Índice Plástico (IP) : 6 Clasificación (SUCS) : GM Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 54.6 Arena (%) : 31.7 Finos (%) : 13.7
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	
1"	25.400	148	1.0	1.0	99.0	90 - 100	
3/4"	19.050	965	6.8	7.8	92.2	65 - 100	
1/2"	12.700	1460	10.3	18.1	81.9		
3/8"	9.525	1868	13.2	31.3	68.7	45 - 80	
1/4"	6.350	1239	8.7	40.0			
Nº 4	4.750	2077	14.6	54.6	45.4	30 - 65	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	214.3	11.9	66.5	33.5	22 - 52	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	101.5	5.6	72.1	27.9		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	99.9	5.5	77.6	22.4	15 - 35	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	89.4	5.0	82.6	17.4		
Nº 200	0.075	67.7	3.8	86.3	13.7	5 - 20	
< Nº 200	FONDO	247.2	13.7	100.0			

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 26/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	1,231.0	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	1,143.0	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	88.0	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	1,143.0	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	7.7	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

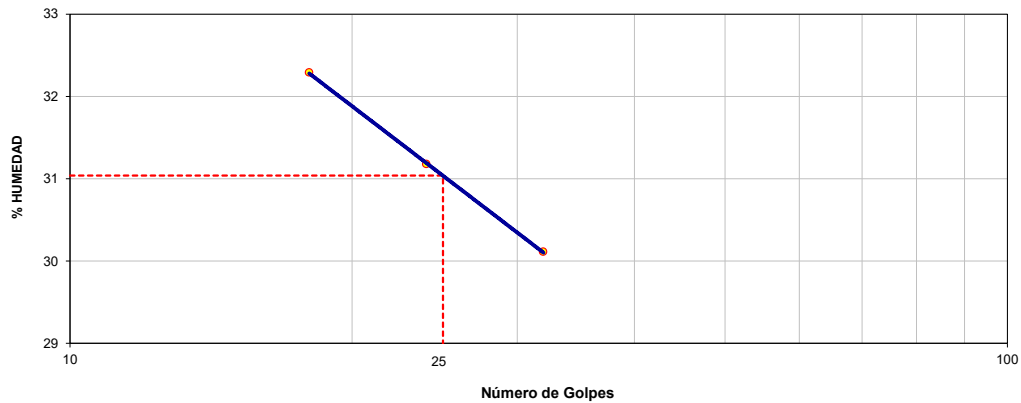
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 27/07/22
Material: Afirmado

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		6	18	16
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	47.90	55.39	54.00
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	43.76	51.34	50.40
Peso del recipiente (C)	gr.	30.01	38.35	39.25
Peso del agua (A-B)	gr.	4.14	4.05	3.60
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	13.75	12.99	11.15
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	30.11	31.18	32.29
Nro. DE GOLPES		32	24	18

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		1	2	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	27.55	27.76	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	25.90	26.16	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.37	19.78	
Peso del agua (A-B)	gr.	1.65	1.60	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	6.53	6.38	
Cont. de Hum. $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	25.27	25.08	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	31	25	6

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 27/07/22
Material: Afirmado

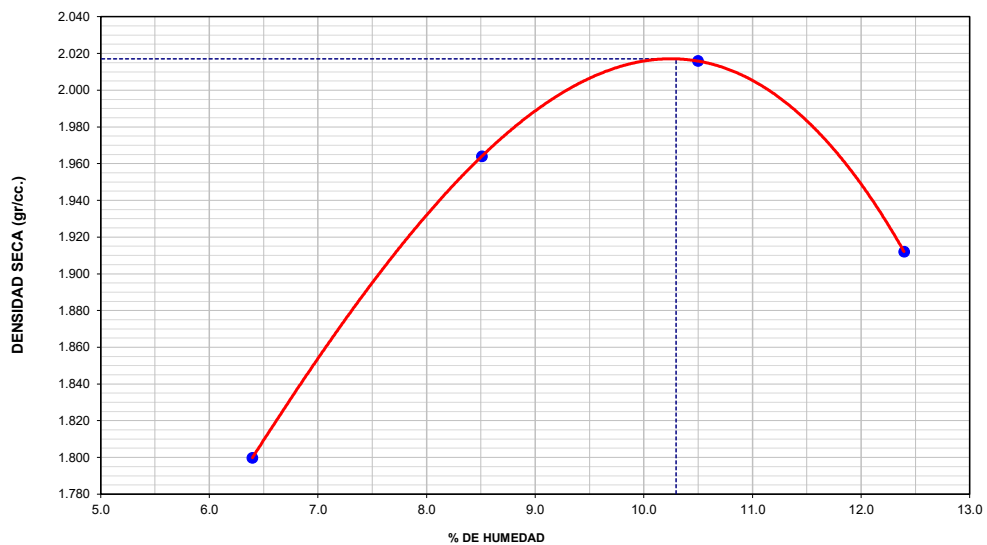
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,982	11,462	11,676	11,502	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,251	4,731	4,945	4,771	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.915	2.131	2.227	2.149	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	598.9	642.8	629.4	735.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	562.9	592.4	569.6	654.3	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	36.0	50.4	59.8	81.1	
Peso del suelo seco	gr.	563	592	570	654	
Contenido de agua	%	6.4	8.5	10.5	12.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.800	1.964	2.016	1.912	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.017	gr/cc.	Humedad óptima	10.3	%
----------------------	-------	--------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO ARISPÍN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

	ENSAYO: CBR DE SUELOS MTC E132 - ASTM D1883	Código : CRTG-CAL-RE-08 Revisión : 0 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022 Resistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho Material: Afirmado	Registro: Huayacundo_AF-05 Hecho por: Laboratorio Fecha: 27/07/22 Página: 1 de 2
---	---

CALCULO DEL CBR					
Molde N°	04		05		06
Capas N°	5		5		5
Golpes por capa N°	56		25		12
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,710		12,200		12,506
Peso de molde (gr)	7,961		7,721		8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	4,749		4,479		4,345
Volumen del molde (cm ³)	2,133		2,118		2,135
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.226		2.115		2.035
Tara (N°)					
Peso suelo húmedo + tara (gr)	512.0		524.0		542.6
Peso suelo seco + tara (gr)	464.0		475.0		492.0
Peso de tara (gr)	-		-		-
Peso de agua (gr)	48.0		49.0		50.6
Peso de suelo seco (gr)	464.0		475.0		492.0
Contenido de humedad (%)	10.3		10.3		10.3
Densidad seca (gr/cm ³)	2.018		1.917		1.845

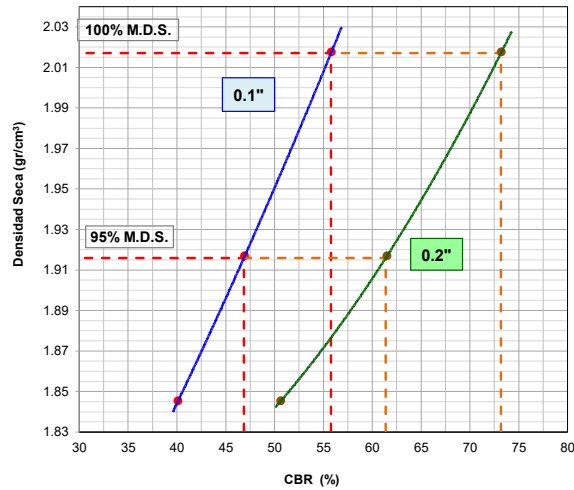
EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-04			MOLDE N° M-05			MOLDE N° M-06		
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		%	%			
27/07/22	0	11:30'	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
28/07/22	24	11:30'	2	0.051	0.043	5	0.127	0.109	9	0.229	0.196
29/07/22	48	11:30'	3	0.076	0.065	5	0.127	0.109	10	0.254	0.218
30/07/22	72	11:30'	3	0.076	0.065	6	0.152	0.131	10	0.254	0.218
31/07/22	96	11:30'	3	0.076	0.065	7	0.178	0.153	12	0.305	0.261

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-04				MOLDE N° M-05				MOLDE N° M-06			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm2	Kg	kg/cm ²	kg/cm2	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		142.5	7.0			94.0	4.6			51.0	2.5		
1.270	0.050		328.9	16.1			246.5	12.1			162.0	7.9		
1.905	0.075		511.8	25.1			485.7	23.8			392.0	19.2		
2.540	0.100	70.31	746.8	36.6	39.2	55.8	621.5	30.4	33.0	46.9	476.0	23.3	28.2	40.1
3.175	0.125		1054.8	51.6			975.8	47.8			631.0	30.9		
3.810	0.150		1283.7	62.8			1164.7	57.0			794.0	38.9		
5.080	0.200	105.46	1548.5	75.8	77.2	73.2	1295.6	63.4	64.9	61.5	1052.0	51.5	53.4	50.6
7.620	0.300		1974.2	96.6			1674.9	82.0			1275.0	62.4		
10.160	0.400		2456.8	120.3			1947.5	95.3			1452.0	71.1		
12.700	0.500		3128.7	153.2			2258.4	110.6			1794.0	87.8		

ELABORADO POR:  PERCY GARCIA PEREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	REVISADO POR:  DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	APROBADO POR:  ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 1259193 
--	---	---

Tesis:	Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_AF-05
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	27/07/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	Afirmado		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



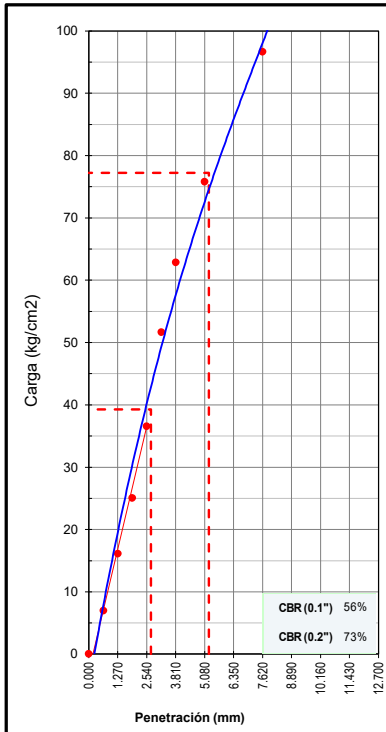
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.017
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 10.3
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.916

RESULTADOS:

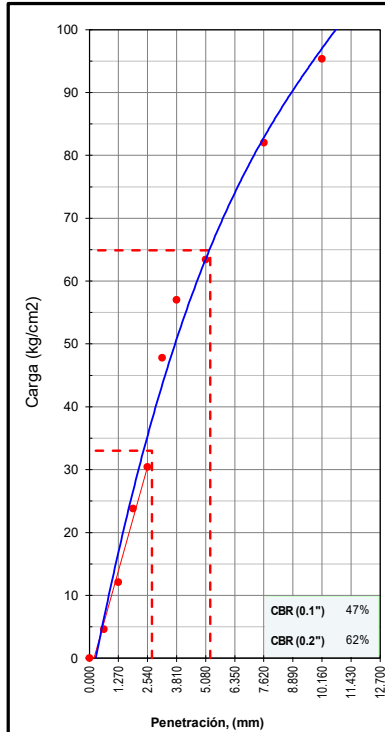
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	55.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	46.8 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	73.2 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	61.4 %

OBSERVACIONES:

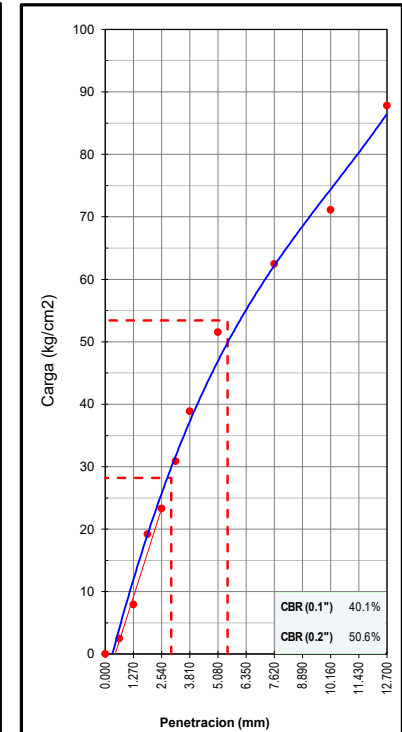
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ELABORADO POR:

[Signature]
PERO GARCIA PEREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II
CRTC

REVISADO POR:

[Signature]
DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II
CRTC

APROBADO POR:

[Signature]
ANDERSON CASTRO CASPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193
CRTC



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 26/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2819.0	2599.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1742.0	1604.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	1077.0	995.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2769.0	2553.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	1027.0	949.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.571	2.566		2.568
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.617	2.612		2.615
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.696	2.690		2.693
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.81	1.80		1.80

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 26/07/22
Material: Afirmado

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1250		
25.40	1"	19.05	3/4"	1255		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1250		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1252		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5007		
Perdida despues del ensayo				1531.6		
Peso Obtenido				3475.4		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				30.6		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TECNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 26/07/22
Material: Afirmado

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1004.2	982.4	21.8	2.2	1.9	0.04
1"	3/4"	500 +/- 30	2	501.2	461.5	39.7	7.9	12.4	0.99
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	673.5	641.2	32.3	4.8	18.8	0.90
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	336.5	308.4	28.1	8.4	24.1	2.01
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	307.1	299.5	7.6	2.5	42.7	3.25
TOTALES								100.0	7.19

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.5	90.1	10.40	10.3	34.3	3.57
N° 08	N° 16	100	2	100.3	92.4	7.90	7.9	27.9	2.20
N° 16	N° 30	100	3	100.2	87.4	12.80	12.8	13.2	1.69
N° 30	N° 50	100	4	100.1	89.6	10.50	10.5	13.0	1.36
N° 50	N° 100	100	5	100.5	88.2	12.30	12.2	11.6	1.43
TOTALES								100.0	10.25

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO ESPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 27/07/22
Material: Afirmado

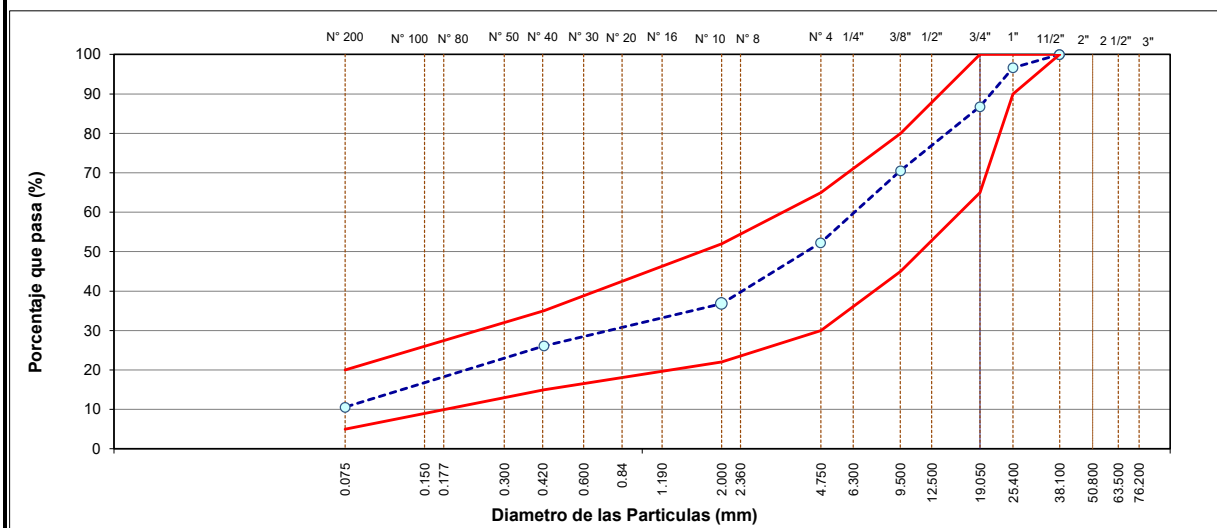
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 17,152 gr.
Fracción : 862.0 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación A-1	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 6.6 Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 25 Índice Plástico (IP) : 5 Clasificación (SUCS) : GP-GM Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 47.7 Arena (%) : 41.7 Finos (%) : 10.6
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0	100 - 100	
1"	25.400	578	3.4	3.4	96.6	90 - 100	
3/4"	19.050	1691	9.9	13.2	86.8	65 - 100	
1/2"	12.700	1445	8.4	21.7	78.4		
3/8"	9.525	1342	7.8	29.5	70.5	45 - 80	
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	3128	18.2	47.7	52.3	30 - 65	
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	255.7	15.5	63.2	36.8	22 - 52	
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	72.6	4.4	67.6	32.4		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	103.1	6.3	73.9	26.1	15 - 35	
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	87.9	5.3	79.2	20.8		
Nº 200	0.075	168.9	10.3	89.5	10.6	5 - 20	
< Nº 200	FONDO	173.8	10.5	100.0			

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 27/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	1,168.0	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	1,095.6	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	72.4	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	1,095.6	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	6.6	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

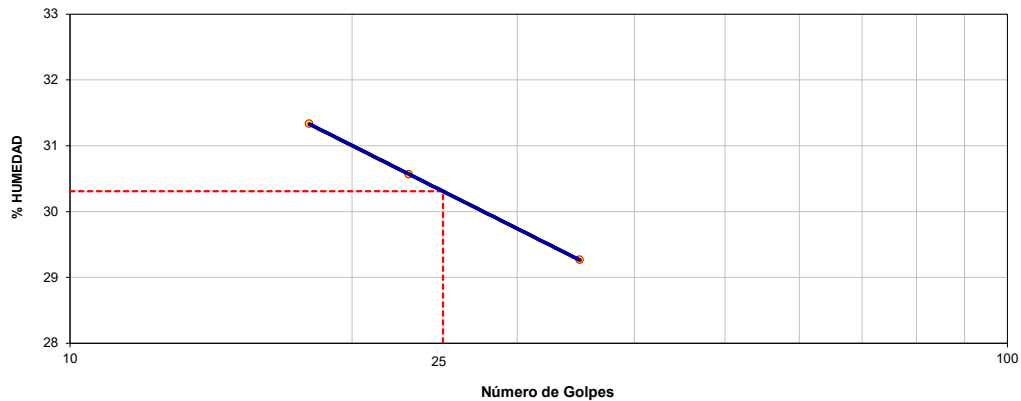
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 28/07/22
Material: Afirmado

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		5	6	7
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	60.35	59.35	65.14
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	53.78	52.58	56.57
Peso del recipiente (C)	gr.	31.33	30.43	29.22
Peso del agua (A-B)	gr.	6.57	6.77	8.57
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	22.45	22.15	27.35
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	29.27	30.56	31.33
Nro. DE GOLPES		35	23	18

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		3	4	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	52.32	55.48	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	47.85	50.40	
Peso del recipiente (C)	gr.	29.87	30.07	
Peso del agua (A-B)	gr.	4.47	5.08	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	17.98	20.33	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	24.86	24.99	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	25	5

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 28/07/22
Material: Afirmado

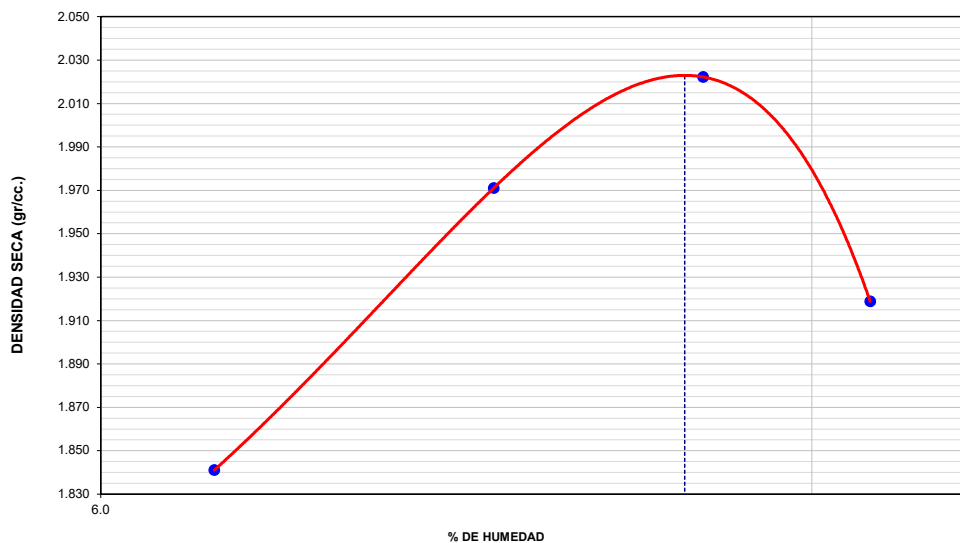
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,092	11,492	11,705	11,532	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,361	4,761	4,974	4,801	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.964	2.145	2.241	2.163	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	733.9	684.8	695.8	592.6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	687.8	629.4	628.0	525.8	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	46.1	55.4	67.8	66.8	
Peso del suelo seco	gr.	688	629	628	526	
Contenido de agua	%	6.7	8.8	10.8	12.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.841	1.971	2.022	1.919	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.023	gr/cc.	Humedad óptima	10.6	%
----------------------	-------	--------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Resistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 28/07/22
Material: Afirmado **Página:** 1 de 2

CALCULO DEL CBR

Molde N°	07	08	09
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,710	12,235	12,589
Peso de molde (gr)	7,961	7,721	8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	4,749	4,514	4,428
Volumen del molde (cm ³)	2,121	2,126	2,134
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.239	2.123	2.075
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (gr)	536.0	524.0	532.0
Peso suelo seco + tara (gr)	484.0	474.0	481.0
Peso de tara (gr)	-	-	-
Peso de agua (gr)	52.0	50.0	51.0
Peso de suelo seco (gr)	484.0	474.0	481.0
Contenido de humedad (%)	10.7	10.5	10.6
Densidad seca (gr/cm ³)	2.022	1.921	1.876

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-07		MOLDE N° M-08		MOLDE N° M-09						
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		%	%					
28/07/22	0	11:30'											
29/07/22	24	11:30'											
30/07/22	48	11:30'											
31/07/22	72	11:30'											
01/08/22	96	11:30'											

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-07				MOLDE N° M-08				MOLDE N° M-09			
			CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%	CARGA Kg	kg/cm ²	CORRECCION kg/cm ²	%
mm	pulg.	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		100.7	4.9			67.4	3.3			33.0	1.6		
1.270	0.050		269.8	13.2			115.8	5.7			67.4	3.3		
1.905	0.075		384.7	18.8			234.5	11.5			102.5	5.0		
2.540	0.100	70.31	795.8	39.0	-	55.4	368.5	18.0	28.1	40.0	126.8	6.2	17.6	25.0
3.175	0.125		953.6	46.7			504.8	24.7			237.4	11.6		
3.810	0.150		1045.6	51.2			695.2	34.0			316.5	15.5		
5.080	0.200	105.46	1364.8	66.8	-	63.4	942.5	46.1	49.8	47.2	485.6	23.8	33.6	31.8
7.620	0.300		1845.8	90.4			1148.7	56.2			795.6	38.9		
10.160	0.400		2395.7	117.3			1364.7	66.8			984.5	48.2		
12.700	0.500		2684.7	131.4			1582.5	77.5			1058.6	51.8		

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



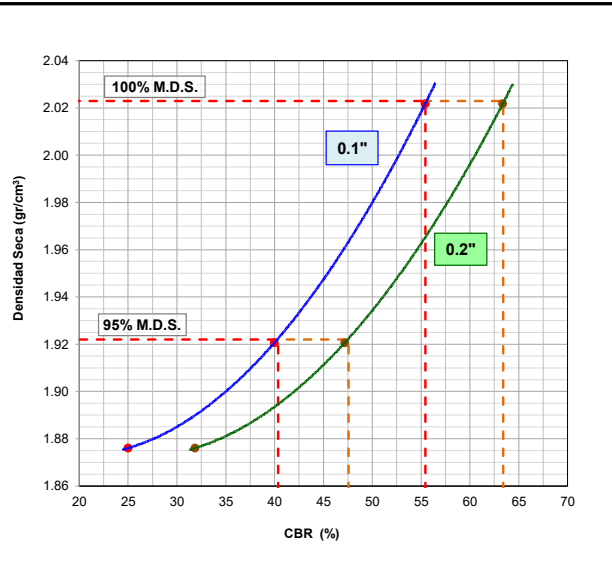
DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ESPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 123193


Tesis:	Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_AF-06
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	28/07/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	Afirmado		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



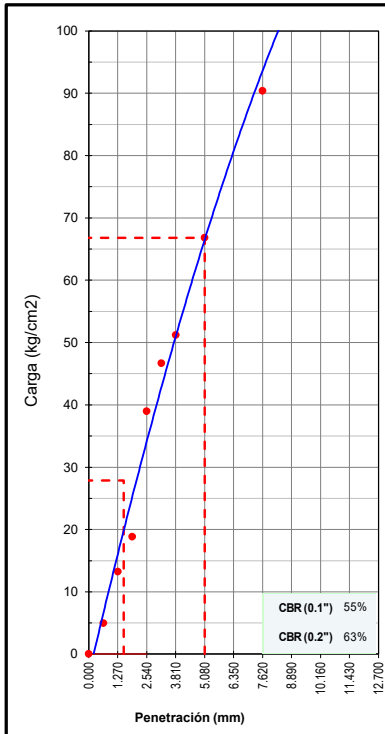
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.023
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 10.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.922

RESULTADOS:

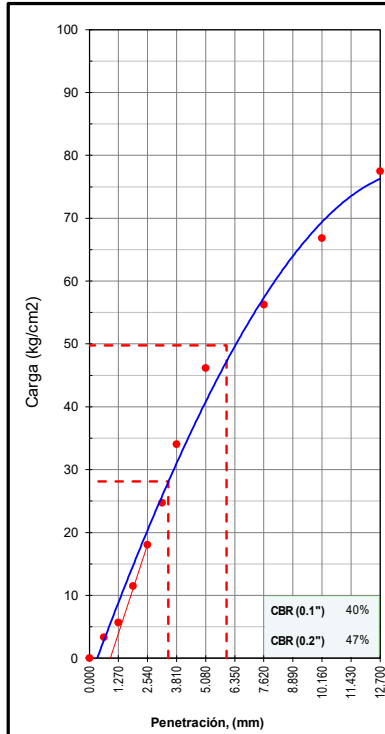
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	55.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	40.3 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	63.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	47.6 %

OBSERVACIONES:

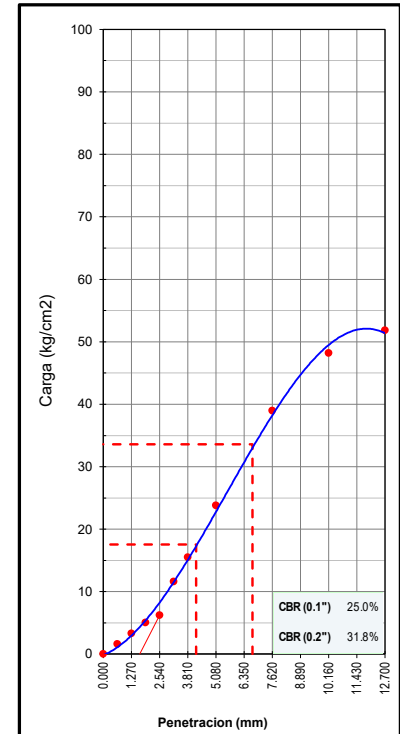
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ELABORADO POR:

[Signature]
PERCY GARCIA PEREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II
CRTG

REVISADO POR:

[Signature]
DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II
CRTG

APROBADO POR:

[Signature]
ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 123193
CRTG



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 27/07/22
Material: Afirmado

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	3080.0	2839.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1903.0	1752.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	1177.0	1087.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	3026.0	2788.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	1123.0	1036.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.571	2.565		2.568
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.617	2.612		2.614
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.695	2.691		2.693
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.78	1.83		1.81

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ESPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_AF-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 27/07/22
Material: Afirmado

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1253		
25.40	1"	19.05	3/4"	1254		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1255		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5012		
Perdida despues del ensayo				1825		
Peso Obtenido				3187		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				36.4		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TECNICO DEL LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO ESPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193


ANEXO 03: CERTIFICADOS DE LABORATORIO

- ENSAYOS DE ESTABILIZADO SUELO CEMENTO



CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO

Código : CRTG-CAL-RES-03
 Revisión : 0
 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022

Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental)

Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A

Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho

Registro: Res_Huayacundo_SC-01

Hecho por: Laboratorio

Fecha: Julio 2022

MATERIAL AFIRMADO PARA TRANSITABILIDAD DE CANTERA HUAYACUNDO KM. 51+900 LADO DERECHO

Registro N°	Fecha	Análisis Granulométrico % que Pasa Tamiz											Humedad Natural (%)	Limite Líquido (%)	IP (%)	Clasificación		Abrasión (%)	Durabilidad (%)		Proctor		Sales Solubles %	Sulfatos %	Peso Específico de Grava (gr/cm³)	
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200				AASHTO	SUCS		Piedra	Arena	M.D.S	O.C.H.				
Huayacundo_SC-01	02/08/22	100.0	100.0	96.2	93.3	82.8	71.7	64.7	47.3	35.6	18.5	11.1	5.6	30	7	A-2-4 (0)	GW-GM	30.9	9.1	11.9	2.042	9.3	0.15	0.07	2.538	
Huayacundo_SC-02	03/08/22	100.0	100.0	100.0	97.7	87.7	78.3	71.8	54.2	40.0	19.2	10.2	5.8	30	8	A-2-4 (0)	GW-GC	32.3	6.6	12.1	2.041	9.8	0.14	0.07	2.548	
Huayacundo_SC-03	04/08/22	100.0	100.0	93.1	89.0	78.6	65.3	53.3	36.2	24.5	13.8	9.1	5.0	30	6	A-1-a (0)	GP-GM	31.1	6.4	10.6	2.033	10.7	0.15	0.08	2.418	
Huayacundo_SC-04	05/08/22	100.0	100.0	92.0	87.5	77.5	68.1	59.1	41.5	32.3	17.9	11.6	5.1	32	9	A-2-4 (0)	GW-GC	33.6	7.7	9.5	2.032	10.5	0.15	0.08	2.543	
Huayacundo_SC-05	06/08/22	100.0	100.0	97.2	93.2	82.7	75.0	68.5	50.9	38.1	17.9	9.1	4.8	30	8	A-2-4 (0)	GW-GC	34.0	6.2	8.2	2.081	10.5	0.17	0.09	2.553	
Huayacundo_SC-06	07/08/22	100.0	100.0	97.9	97.0	87.1	77.7	67.2	49.5	37.0	18.5	10.5	5.6	30	9	A-2-4 (0)	GW-GC	29.6	8.2	11.1	2.094	10.1	0.17	0.09	2.531	
n		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
S		600	600	576	558	496	436	385	280	207	106	62	32	182	47	-	-	192	44	64	12	61	1	0	15	
Xp		100.0	100.0	96.1	92.9	82.7	72.7	64.1	46.6	34.6	17.6	10.3	5.3	30	8	-	-	32	7	11	2.054	10.2	0.2	0.08	2.5	
MIN		100.0	100.0	92.0	87.5	77.5	65.3	53.3	36.2	24.5	13.8	9.1	4.8	30	6	-	-	30	6	8	2.032	9.3	0.1	0.1	2.4	
MAX		100.0	100.0	100.0	97.7	87.7	78.3	71.8	54.2	40.0	19.2	11.6	5.8	32	9	-	-	34	9	12	2.094	10.7	0.2	0.1	2.6	
DESV. ESTANDAR		0.0	0.0	3.0	4.1	4.2	5.3	6.8	6.6	5.6	2.0	1.0	0.4	0.8	1.2	-	-	1.7	1.2	1.5	0.027	0.5	0.0	0.0	0.1	
VARIANZA		0.0	0.0	9.1	17.1	17.7	27.8	46.1	43.8	31.3	3.8	1.0	0.2	0.7	1.4	-	-	2.9	1.3	2.3	0.001	0.3	0.0	0.0	0.0	
COEF. DE VARIACIÓN		0.0	0.0	3.1	4.4	5.1	7.2	10.6	14.2	16.2	11.1	9.8	7.8	2.7	14.9	-	-	5.3	15.7	14.2	1.299	5.3	6.8	9.8	2.0	

ELABORADO POR: PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	REVISADO POR: DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	APROBADO POR: ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193
--	---	--

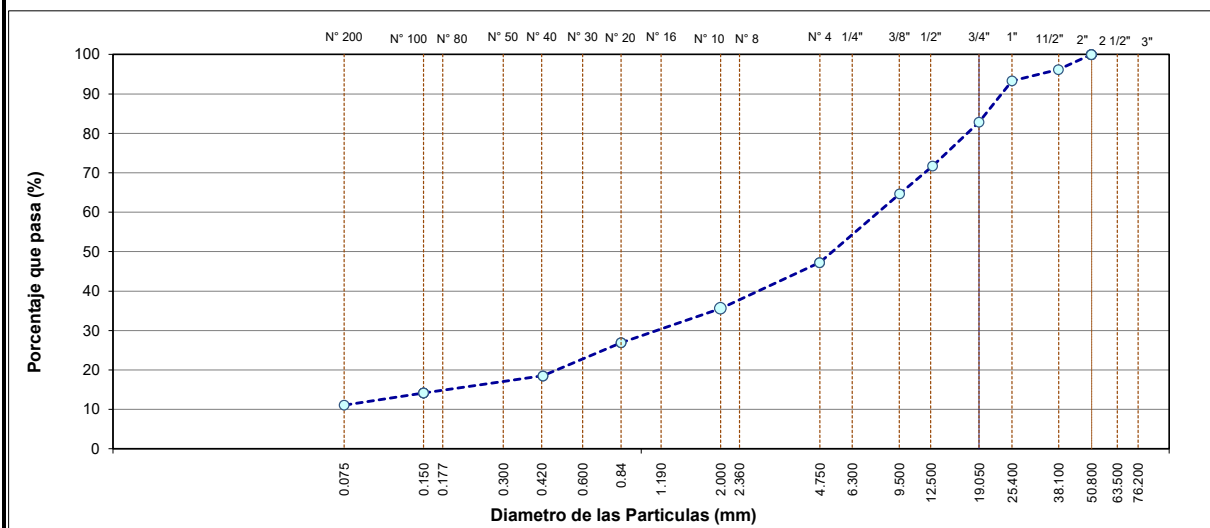
Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 01/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 14,621 gr.
Fracción : 1248.8 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 5.6 Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 23 Índice Plástico (IP) : 7 Clasificación (SUCS) : GW-GM Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 52.7 Arena (%) : 36.2 Finos (%) : 11.1
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	38.100	556	3.8	3.8	96.2		
1"	25.400	423	2.9	6.7	93.3		
3/4"	19.050	1533	10.5	17.2	82.8		
1/2"	12.700	1621	11.1	28.3	71.7		
3/8"	9.525	1034	7.1	35.3	64.7		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	2546	17.4	52.7	47.3		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	307.8	11.7	64.4	35.6		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	230.4	8.7	73.1	26.9		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	221.5	8.4	81.5	18.5		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	113.9	4.3	85.8	14.2		
Nº 200	0.075	82.5	3.1	88.9	11.1		
< Nº 200	FONDO	292.7	11.1	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 01/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	722.5	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	684.1	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	38.4	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	684.1	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	5.6	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERLA GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO ZEPÍN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

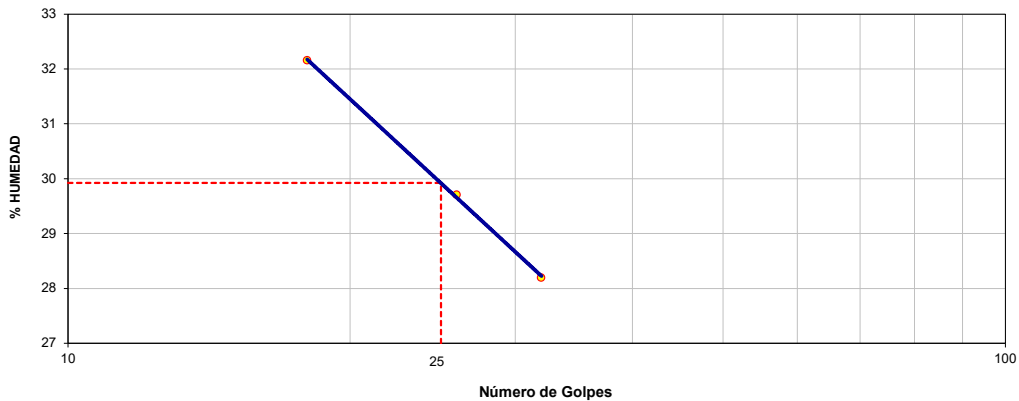
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacondo_SC-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 02/08/22
Material: Suelo-cemento

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
		1	2	3
Nro. de recipiente		1	2	3
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	51.32	51.64	51.95
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	46.51	46.57	46.49
Peso del recipiente (C)	gr.	29.45	29.50	29.51
Peso del agua (A-B)	gr.	4.81	5.07	5.46
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	17.06	17.07	16.98
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	28.19	29.70	32.16
Nro. DE GOLPES		32	26	18

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
		4	5	
Nro. de recipiente		4	5	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	22.61	23.19	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	22.03	22.43	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.53	19.23	
Peso del agua (A-B)	gr.	0.58	0.76	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	2.50	3.20	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	23.20	23.75	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	23	7

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERO GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 02/08/22
Material: Suelo-cemento

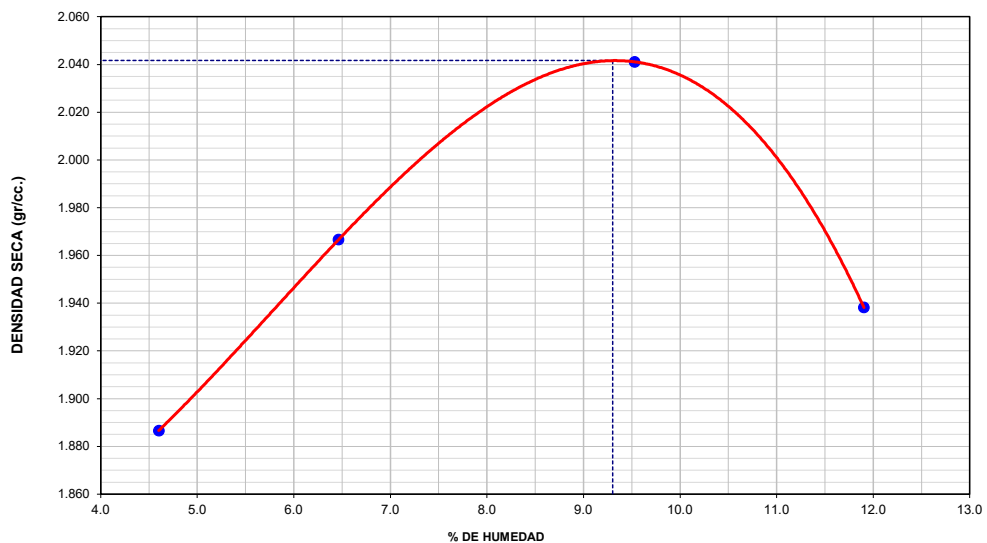
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,112	11,379	11,694	11,546	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,381	4,648	4,963	4,815	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.973	2.094	2.236	2.169	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	715.3	756.1	777.1	883.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	683.8	710.2	709.5	789.7	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	31.5	45.9	67.6	94.0	
Peso del suelo seco	gr.	684	710	710	790	
Contenido de agua	%	4.6	6.5	9.5	11.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.887	1.967	2.041	1.938	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.042	gr/cc.	Humedad óptima	9.3	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 01/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2237.0	2251.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1371.0	1367.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	866.0	884.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2214.0	2228.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	843.0	861.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.557	2.520		2.538
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.583	2.546		2.565
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.626	2.588		2.607
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.04	1.03		1.04

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 01/08/22
Material: Suelo-cemento

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1252		
25.40	1"	19.05	3/4"	1250		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1251		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5003		
Perdida despues del ensayo				1545		
Peso Obtenido				3458		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				30.9		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TECNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 01/08/22
Material: Suelo-cemento

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1000.0	986.5	13.5	1.4	5.9	0.08
1"	3/4"	500 +/- 30	2	500.3	477.2	23.1	4.6	21.4	0.99
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	670.5	649.8	20.7	3.1	22.7	0.70
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	330.2	315.2	15.0	4.5	14.4	0.66
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	300.2	281.4	18.8	6.3	35.6	6.69
TOTALES								100.0	9.11

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.1	91.2	8.90	8.9	34.5	3.07
N° 08	N° 16	100	2	100.5	85.4	15.10	15.0	23.1	3.49
N° 16	N° 30	100	3	100.2	86.7	13.50	13.5	17.3	2.33
N° 30	N° 50	100	4	100.6	88.9	11.70	11.6	16.6	1.94
N° 50	N° 100	100	5	100.5	87.4	13.10	13.0	8.5	1.12
TOTALES								100.0	11.95

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 01/08/22
Material: Suelo-cemento

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1499	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	729	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	629	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

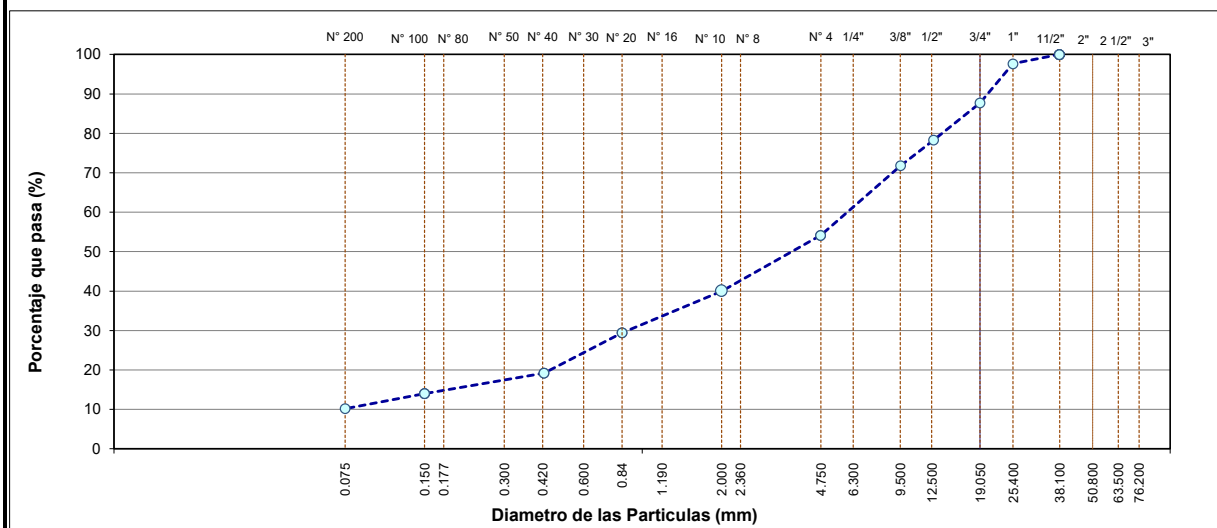

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 02/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2" **Peso inicial seco :** 13,412 gr. **Fracción :** 1095.4 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 5.8 Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 22 Índice Plástico (IP) : 8 Clasificación (SUCS) : GW-GC Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 45.8 Arena (%) : 44.0 Finos (%) : 10.2
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100				100.0		
1"	25.400	314	2.3	2.3	97.7		
3/4"	19.050	1332	9.9	12.3	87.7		
1/2"	12.700	1266	9.4	21.7	78.3		
3/8"	9.525	869	6.5	28.2	71.8		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	2367	17.7	45.8	54.2		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	286.3	14.2	60.0	40.0		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	214.2	10.6	70.6	29.4		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	205.9	10.2	80.8	19.2		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	105.9	5.2	86.0	14.0		
Nº 200	0.075	76.7	3.8	89.8	10.2		
< Nº 200	FONDO	206.4	10.2	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 02/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	846.2	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	799.5	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	46.7	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	799.5	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	5.8	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZEPÍN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

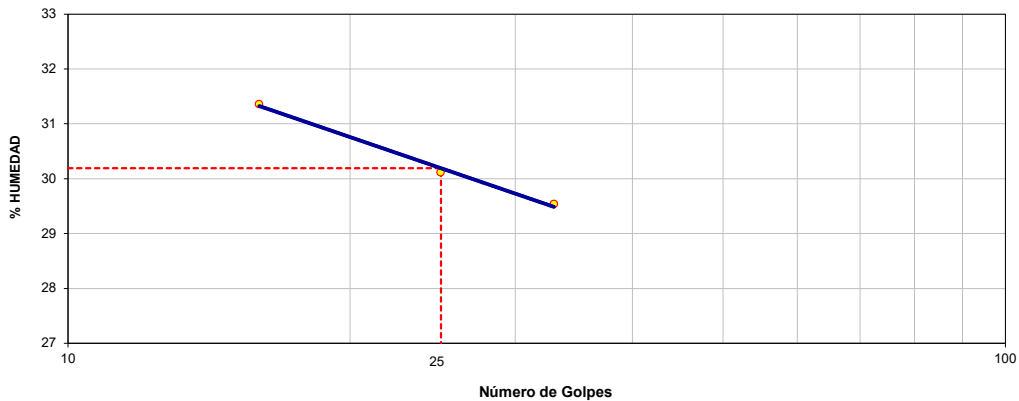
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 03/08/22
Material: Suelo-cemento

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
		1	2	3
Nro. de recipiente		1	2	3
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	46.16	46.61	47.44
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	42.35	42.65	43.16
Peso del recipiente (C)	gr.	29.45	29.50	29.51
Peso del agua (A-B)	gr.	3.81	3.96	4.28
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	12.90	13.15	13.65
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.53	30.11	31.36
Nro. DE GOLPES		33	25	16

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
		5	6	
Nro. de recipiente		5	6	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	34.05	34.14	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	31.36	31.32	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.23	18.72	
Peso del agua (A-B)	gr.	2.69	2.82	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	12.13	12.60	
Cont. de Hum. $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	22.18	22.38	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	22	8

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 03/08/22
Material: Suelo-cemento

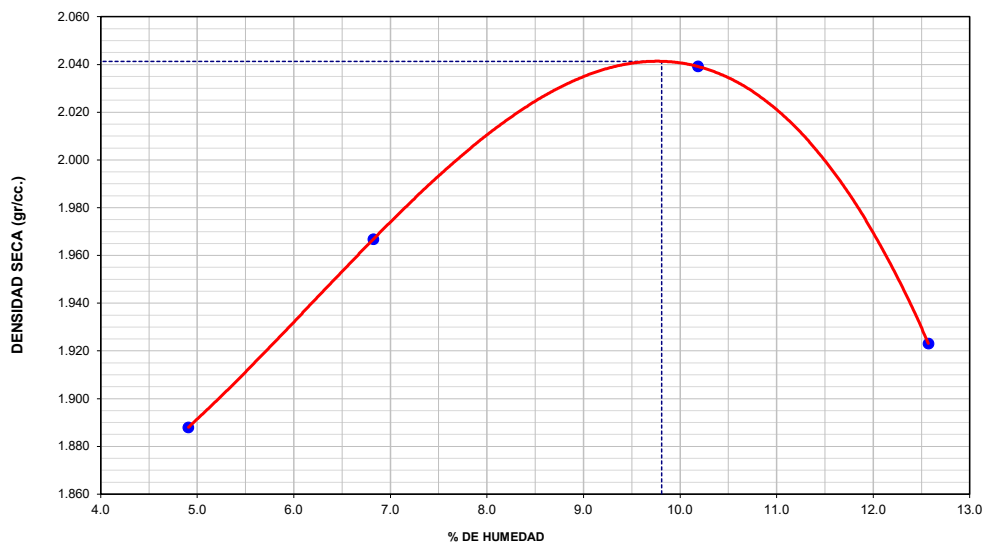
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,128	11,395	11,719	11,537	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,397	4,664	4,988	4,806	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.981	2.101	2.247	2.165	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	500.2	513.6	507.4	526.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	476.8	480.8	460.5	467.7	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	23.4	32.8	46.9	58.8	
Peso del suelo seco	gr.	477	481	461	468	
Contenido de agua	%	4.9	6.8	10.2	12.6	
Densidad Seca	gr/cc	1.888	1.967	2.039	1.923	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.041	gr/cc.	Humedad óptima	9.8	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 02/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2241.0	2220.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1374.0	1356.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	867.0	864.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2217.0	2194.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	843.0	838.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.557	2.539		2.548
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.585	2.569		2.577
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.630	2.618		2.624
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.08	1.19		1.13

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 02/08/22
Material: Suelo-cemento

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1250		
25.40	1"	19.05	3/4"	1250		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1251		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5001		
Perdida despues del ensayo				1615.6		
Peso Obtenido				3385.4		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				32.3		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO ESPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 02/08/22
Material: Suelo-cemento

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1000.5	980.2	20.3	2.0	5.1	0.10
1"	3/4"	500 +/- 30	2	502.6	469.8	32.8	6.5	21.7	1.41
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	672.4	641.2	31.2	4.6	20.6	0.96
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	332.1	317.8	14.3	4.3	14.1	0.61
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	300.9	291.8	9.1	3.0	38.5	3.50
TOTALES								100.0	6.59

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.5	90.7	9.80	9.8	30.5	2.99
N° 08	N° 16	100	2	100.2	89.2	11.00	11.0	24.5	2.69
N° 16	N° 30	100	3	100.0	84.7	15.30	15.3	18.3	2.80
N° 30	N° 50	100	4	100.6	86.4	14.20	14.1	17.6	2.50
N° 50	N° 100	100	5	100.2	87.5	12.70	12.7	9.1	1.15
TOTALES								100.0	12.14

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TÉCNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP: 123193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 02/08/22
Material: Suelo-cemento

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1423	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	749	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	642	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

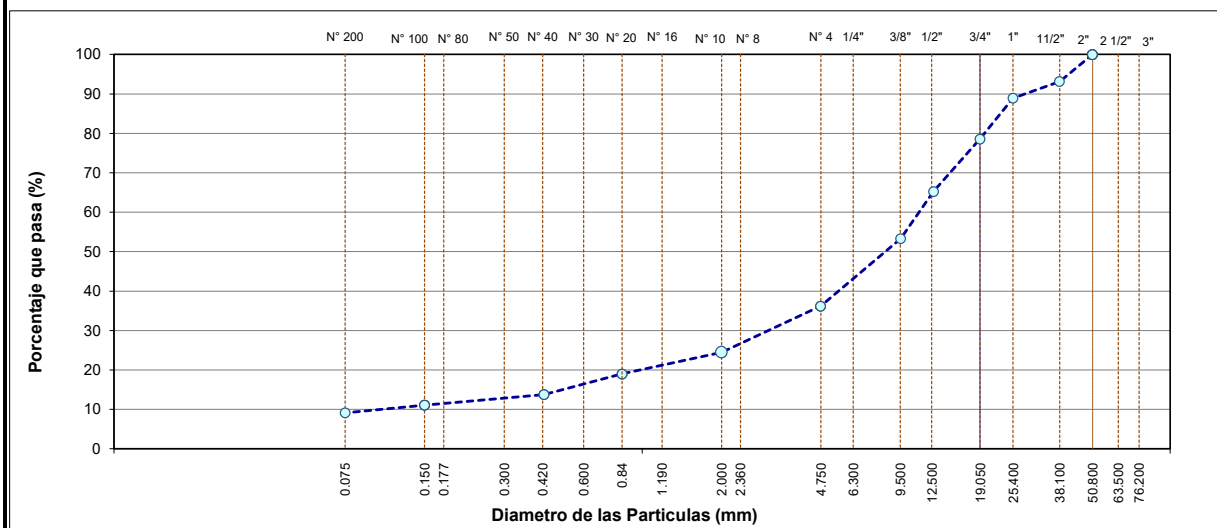

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 03/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 15,654 gr.
Fracción : 1612.3 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 5.0 Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 24 Índice Plástico (IP) : 6 Clasificación (SUCS) : GP-GM Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 63.8 Arena (%) : 27.1 Finos (%) : 9.1
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	38.100	1075	6.9	6.9	93.1		
1"	25.400	655	4.2	11.1	89.0		
3/4"	19.050	1623	10.4	21.4	78.6		
1/2"	12.700	2084	13.3	34.7	65.3		
3/8"	9.525	1874	12.0	46.7	53.3		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	2675	17.1	63.8	36.2		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	523.5	11.8	75.6	24.5		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	242.1	5.4	81.0	19.0		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	232.7	5.2	86.2	13.8		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	119.7	2.7	88.9	11.1		
Nº 200	0.075	86.7	2.0	90.9	9.1		
< Nº 200	FONDO	407.6	9.2	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 03/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA**MUESTRA:** de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	752.1	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	716.3	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	35.8	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	716.3	
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	5.0	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

PERCY GARCIA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

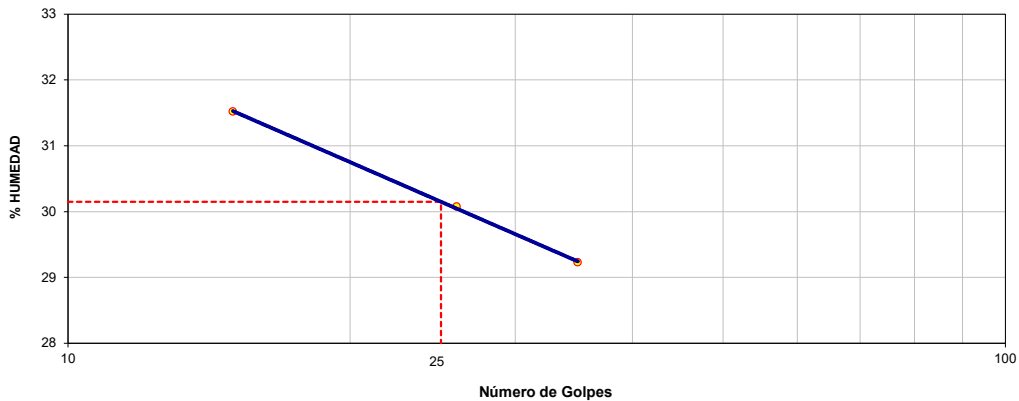
ANDERSON CASTRO ZEPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 04/08/22
Material: Suelo-cemento

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		3	9	12
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	50.69	52.63	54.85
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	45.90	47.22	48.89
Peso del recipiente (C)	gr.	29.51	29.23	29.98
Peso del agua (A-B)	gr.	4.79	5.41	5.96
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	16.39	17.99	18.91
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	29.23	30.07	31.52
Nro. DE GOLPES		35	26	15

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		1	5	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	24.26	24.25	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	23.26	23.30	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.35	19.23	
Peso del agua (A-B)	gr.	1.00	0.95	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	3.91	4.07	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	25.58	23.34	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	24	6

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERICO GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 04/08/22
Material: Suelo-cemento

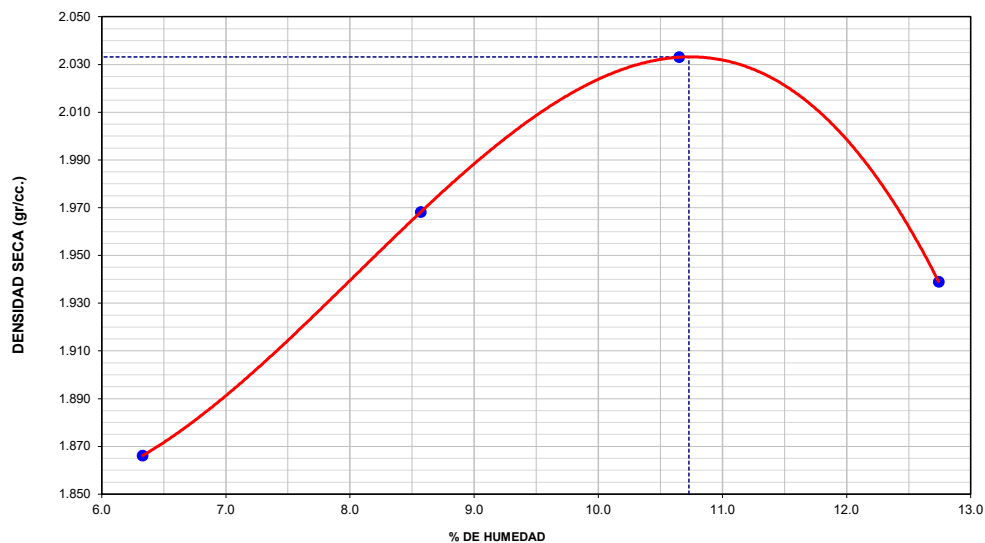
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,136	11,475	11,725	11,584	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,405	4,744	4,994	4,853	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.984	2.137	2.250	2.186	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	525.8	529.5	517.4	502.6	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	494.5	487.7	467.6	445.8	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	31.3	41.8	49.8	56.8	
Peso del suelo seco	gr.	495	488	468	446	
Contenido de agua	%	6.3	8.6	10.7	12.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.866	1.968	2.033	1.939	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.033	gr/cc.	Humedad óptima	10.7	%
----------------------	-------	--------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 03/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2154.0	2149.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1274.0	1270.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	880.0	879.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2130.0	2124.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	856.0	854.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.420	2.416		2.418
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.448	2.445		2.446
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.488	2.487		2.488
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.13	1.18		1.15

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
ENSAYO: ABRASION LOS ANGELES
(MTC E207 - ASTM C131/C-535 - AASTHO T96)

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 03/08/22
Material: Suelo-cemento

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1252		
25.40	1"	19.05	3/4"	1253		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1250		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1251		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5006		
Perdida despues del ensayo				1555.8		
Peso Obtenido				3450.2		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				31.1		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO CARPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
 Revisión : 0
 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 03/08/22
Material: Suelo-cemento

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1000.2	967.5	32.7	3.3	7.3	0.24
1"	3/4"	500 +/- 30	2	505.8	474.8	31.0	6.1	18.2	1.12
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	671.2	642.7	28.5	4.2	23.4	0.99
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	330.9	315.4	15.5	4.7	21.0	0.99
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	300.7	290.4	10.3	3.4	30.0	3.09
TOTALES								100.0	6.43

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.1	88.6	11.50	11.5	40.5	4.66
N° 08	N° 16	100	2	100.0	90.4	9.60	9.6	27.9	2.67
N° 16	N° 30	100	3	100.6	91.2	9.40	9.3	12.9	1.21
N° 30	N° 50	100	4	100.8	89.5	11.30	11.2	12.4	1.40
N° 50	N° 100	100	5	100.9	90.7	10.20	10.1	6.4	0.65
TOTALES								100.0	10.59

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 123193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 03/08/22
Material: Suelo-cemento

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1485	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	752	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	628	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

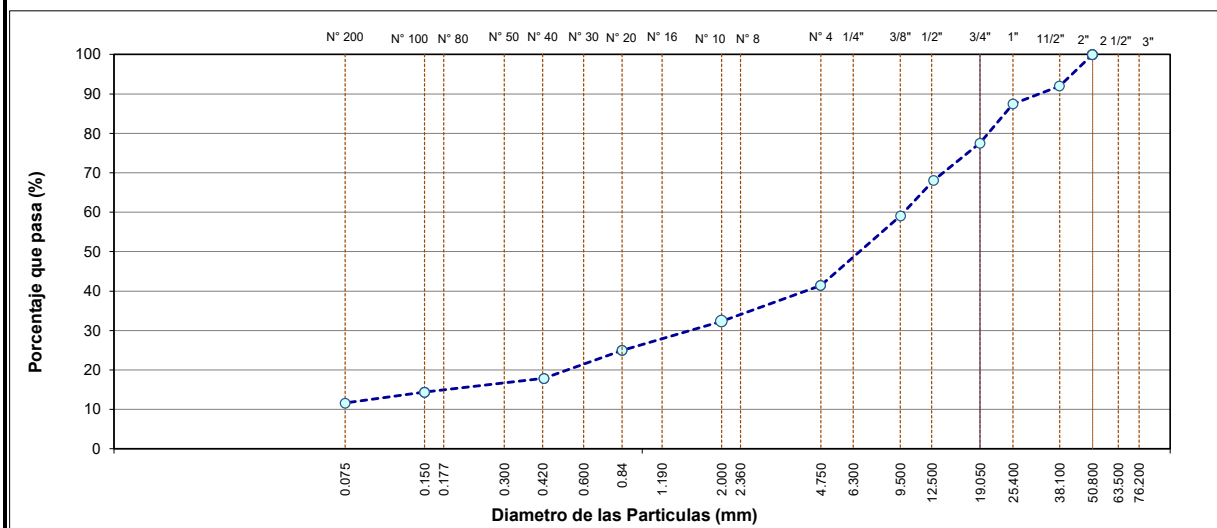

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 04/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 12.431 gr.
Fracción : 1204.0 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						H. Natural Material (%) : 5.1
2 1/2"	63.500						Límite Líquido (LL) : 32
2"	50.800				100.0		Límite Plástico (LP) : 23
1 1/2"	38.100	996	8.0	8.0	92.0		Índice Plástico (IP) : 9
1"	25.400	564	4.5	12.6	87.5		Clasificación (SUCS) : GW-GC
3/4"	19.050	1234	9.9	22.5	77.5		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	1174	9.4	31.9	68.1		Índice de Grupo : 0
3/8"	9.525	1115	9.0	40.9	59.1		
1/4"	6.350						Grava (%) : 58.5
Nº 4	4.750	2194	17.7	58.5	41.5		Arena (%) : 29.9
Nº 8	2.360						Finos (%) : 11.6
Nº 10	2.000	265.4	9.1	67.7	32.3		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	213.8	7.4	75.0	25.0		OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	206.1	7.1	82.1	17.9		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	101.4	3.5	85.6	14.4		
Nº 200	0.075	80.4	2.8	88.4	11.6		
< Nº 200	FONDO	336.9	11.6	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 04/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	746.5	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	710.1	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	36.4	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	710.1	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	5.1	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO ZEPÍN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

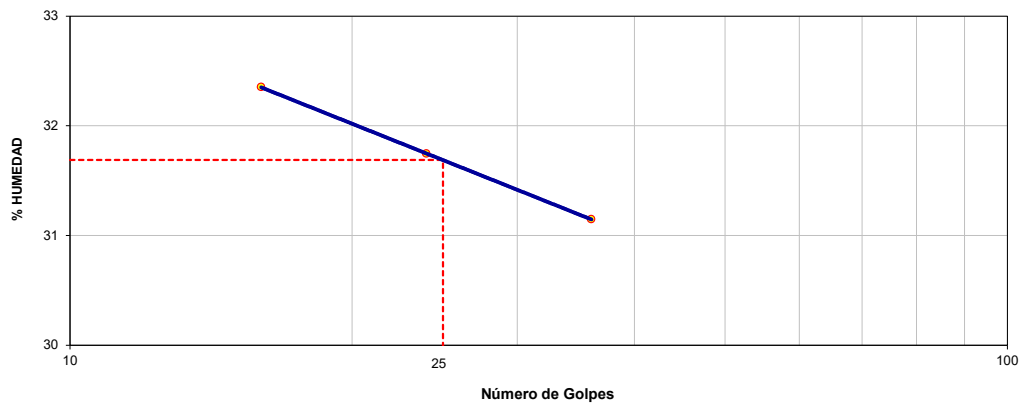
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 05/08/22
Material: Suelo-cemento

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		4	5	6
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	60.35	61.25	62.85
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	53.08	53.85	54.83
Peso del recipiente (C)	gr.	29.74	30.54	30.04
Peso del agua (A-B)	gr.	7.27	7.40	8.02
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	23.34	23.31	24.79
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	31.15	31.75	32.35
Nro. DE GOLPES		36	24	16

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		4	5	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	58.58	55.65	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	51.31	48.85	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.53	19.23	
Peso del agua (A-B)	gr.	7.27	6.80	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	31.78	29.62	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	22.88	22.96	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	32	23	9

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 05/08/22
Material: Suelo-cemento

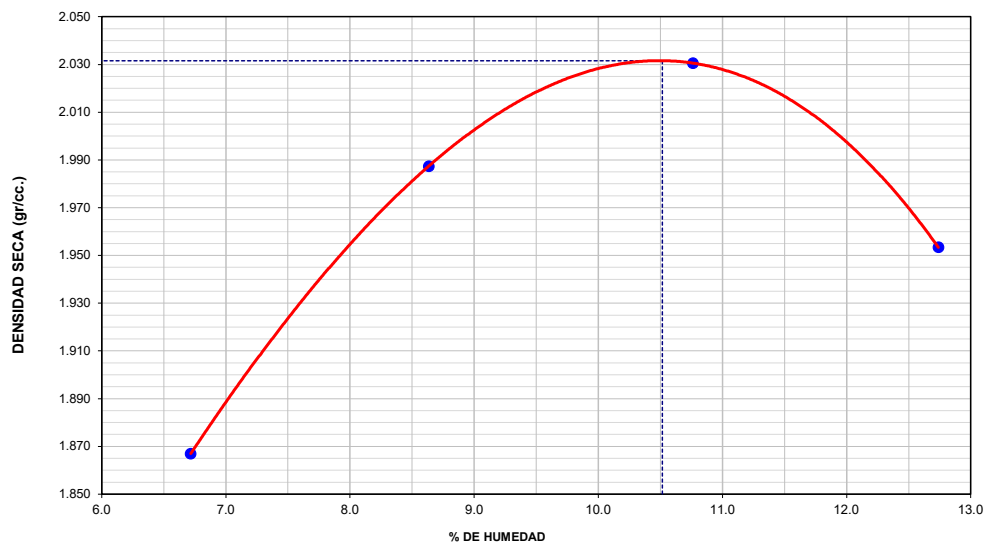
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,154	11,524	11,724	11,620	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,423	4,793	4,993	4,889	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.992	2.159	2.249	2.202	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	502.1	518.4	501.2	512.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	470.5	477.2	452.5	454.5	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	31.6	41.2	48.7	57.9	
Peso del suelo seco	gr.	471	477	453	455	
Contenido de agua	%	6.7	8.6	10.8	12.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.867	1.987	2.031	1.953	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.032	gr/cc.	Humedad óptima	10.5	%
----------------------	-------	--------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 04/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2315.0	2364.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1416.0	1444.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	899.0	920.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2289.0	2337.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	873.0	893.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.546	2.540		2.543
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.575	2.570		2.572
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.622	2.617		2.620
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.14	1.16		1.15

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 04/08/22
Material: Suelo-cemento

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1250		
25.40	1"	19.05	3/4"	1250		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1252		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1253		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5005		
Perdida despues del ensayo				1683.6		
Peso Obtenido				3321.4		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				33.6		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 QIP 123133




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 04/08/22
Material: Suelo-cemento

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1001.2	673.4	327.8	32.7	9.0	2.94
1"	3/4"	500 +/- 30	2	504.2	477.8	26.4	5.2	19.7	1.03
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	673.2	653.2	20.0	3.0	18.7	0.56
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	330.5	319.8	10.7	3.2	17.8	0.57
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	300.8	293.4	7.4	2.5	34.9	2.58
TOTALES								100.0	7.69

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.0	92.1	7.90	7.9	39.5	3.12
N° 08	N° 16	100	2	100.5	87.6	12.90	12.8	20.4	2.64
N° 16	N° 30	100	3	101.2	93.1	8.10	8.0	16.5	1.33
N° 30	N° 50	100	4	100.6	90.4	10.20	10.1	15.9	1.62
N° 50	N° 100	100	5	101.8	91.2	10.60	10.4	7.8	0.83
TOTALES								100.0	9.53

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 04/08/22
Material: Suelo-cemento

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1521	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	814	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	684	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 05/08/22
Material: Suelo-cemento

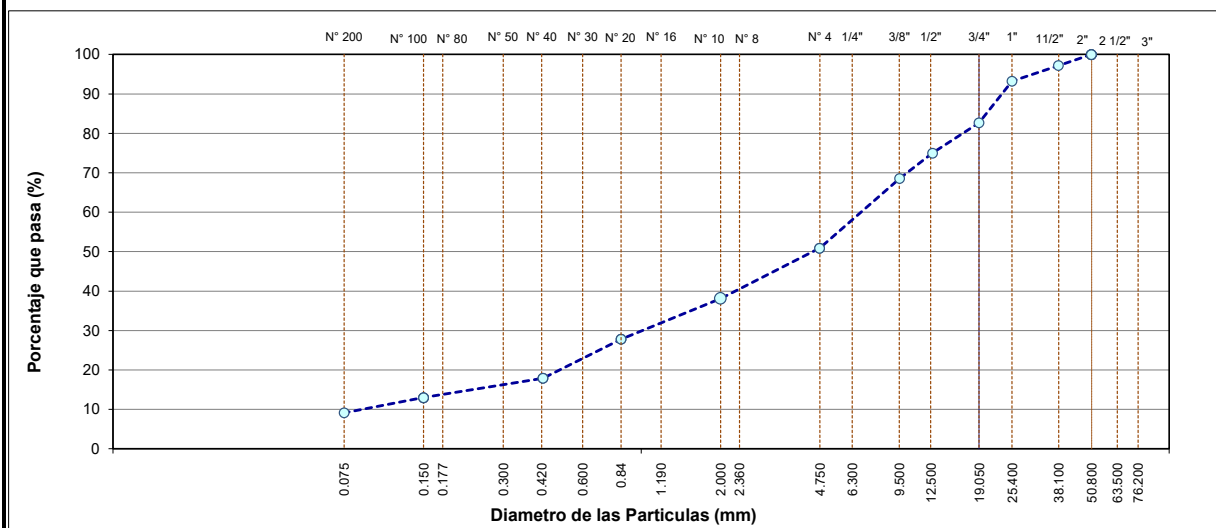
DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 16,357 gr.
Fracción : 1390.0 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 4.8 Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 22 Índice Plástico (IP) : 8 Clasificación (SUCS) : GW-GC Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 49.1 Arena (%) : 41.8 Finos (%) : 9.1
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	38.100	458	2.8	2.8	97.2		
1"	25.400	652	4.0	6.8	93.2		
3/4"	19.050	1724	10.5	17.3	82.7		
1/2"	12.700	1253	7.7	25.0	75.0		
3/8"	9.525	1059	6.5	31.5	68.5		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	2887	17.7	49.1	50.9		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	349.2	12.8	61.9	38.1		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	281.3	10.3	72.2	27.8		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	271.2	9.9	82.1	17.9		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	133.4	4.9	87.0	13.0		
Nº 200	0.075	105.8	3.9	90.9	9.1		
< Nº 200	FONDO	249.1	9.1	100.0			

OBSERVACIONES :

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 05/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	842.5	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	804.2	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	38.3	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	804.2	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	4.8	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

PERLA GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

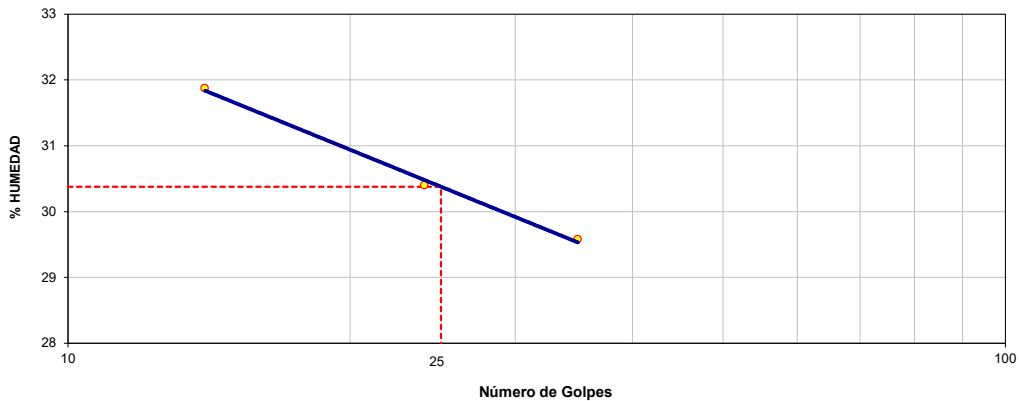
ANDERSON CASTRO ESPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 06/08/22
Material: Suelo-cemento

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		4	5	6
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	61.50	60.48	62.52
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	54.25	53.50	54.67
Peso del recipiente (C)	gr.	29.74	30.54	30.04
Peso del agua (A-B)	gr.	7.25	6.98	7.85
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	24.51	22.96	24.63
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	29.58	30.40	31.87
Nro. DE GOLPES		35	24	14

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		7	8	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	59.65	60.15	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	52.34	52.71	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.16	19.06	
Peso del agua (A-B)	gr.	7.31	7.44	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	33.18	33.65	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	22.03	22.11	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	22	8

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 06/08/22
Material: Suelo-cemento

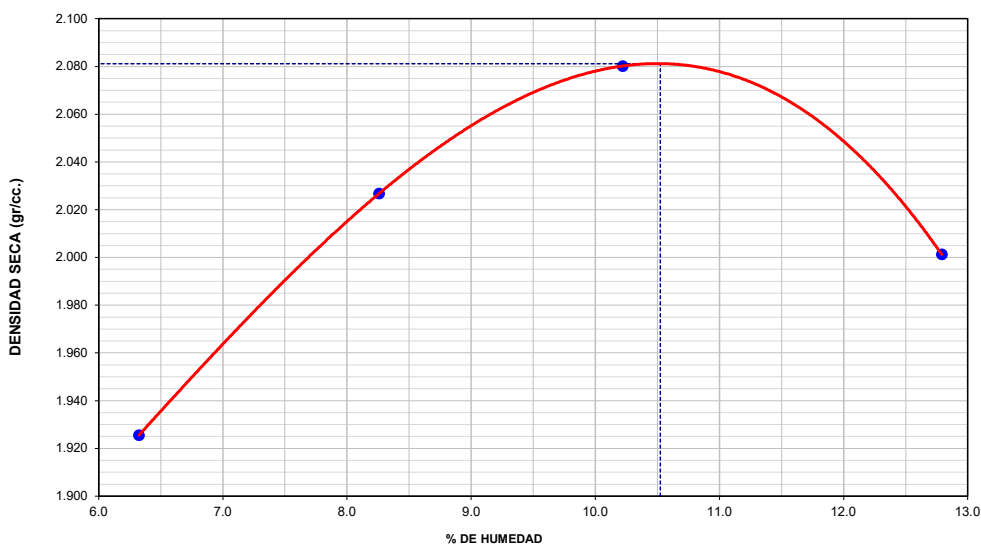
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,276	11,602	11,821	11,742	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,545	4,871	5,090	5,011	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.047	2.194	2.293	2.257	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	521.2	504.7	511.2	524.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	490.2	466.2	463.8	465.2	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	31.0	38.5	47.4	59.5	
Peso del suelo seco	gr.	490	466	464	465	
Contenido de agua	%	6.3	8.3	10.2	12.8	
Densidad Seca	gr/cc	1.926	2.027	2.080	2.001	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.081	gr/cc.	Humedad óptima	10.5	%
----------------------	-------	--------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS
GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 05/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2215.0	2204.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1344.0	1360.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	871.0	844.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2194.0	2184.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	850.0	824.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.519	2.588		2.553
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.543	2.611		2.577
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.581	2.650		2.616
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	0.96	0.92		0.94

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacondo_SC-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 05/08/22
Material: Suelo-cemento

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1255		
25.40	1"	19.05	3/4"	1253		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1254		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5012		
Perdida despues del ensayo				1704.2		
Peso Obtenido				3307.8		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				34.0		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 05/08/22
Material: Suelo-cemento

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1004.2	682.5	321.7	32.0	8.6	2.76
1"	3/4"	500 +/- 30	2	505.2	479.8	25.4	5.0	22.8	1.14
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	672.5	653.8	18.7	2.8	16.5	0.46
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	334.1	321.4	12.7	3.8	14.0	0.53
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	300.8	297.4	3.4	1.1	38.1	1.30
TOTALES								100.0	6.19

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.8	93.5	7.30	7.2	31.8	2.32
N° 08	N° 16	100	2	101.2	89.6	11.60	11.5	23.0	2.67
N° 16	N° 30	100	3	101.6	94.7	6.90	6.8	18.5	1.28
N° 30	N° 50	100	4	100.8	92.8	8.00	7.9	17.9	1.43
N° 50	N° 100	100	5	102.5	96.8	5.70	5.6	8.8	0.50
TOTALES								100.0	8.20

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 123193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 05/08/22
Material: Suelo-cemento

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1678	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	904	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	728	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

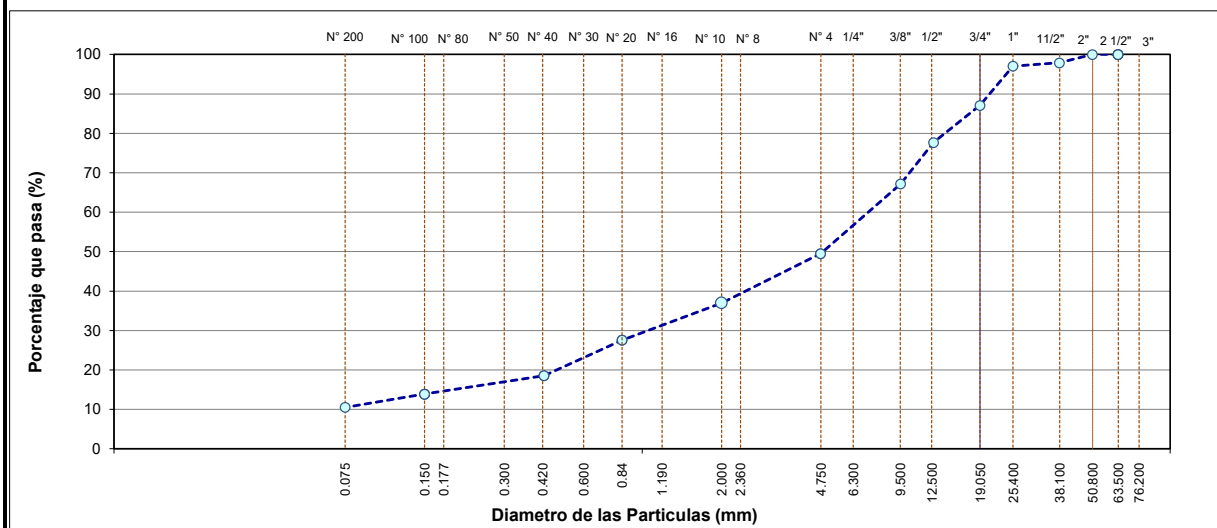

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 06/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 17,449 gr.
Fracción : 1469.1 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						H. Natural Material (%) : 5.6
2 1/2"	63.500				100.0		Límite Líquido (LL) : 30
2"	50.800	123	0.7	0.7	99.3		Límite Plástico (LP) : 21
1 1/2"	38.100	248	1.4	2.1	97.9		Índice Plástico (IP) : 9
1"	25.400	148	0.9	3.0	97.0		Clasificación (SUCS) : GW-GC
3/4"	19.050	1733	9.9	12.9	87.1		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	1646	9.4	22.3	77.7		Índice de Grupo : 0
3/8"	9.525	1830	10.5	32.8	67.2		
1/4"	6.350						Grava (%) : 50.5
Nº 4	4.750	3080	17.7	50.5	49.5		Arena (%) : 39.0
Nº 8	2.360						Finos (%) : 10.5
Nº 10	2.000	372.4	12.6	63.0	37.0		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	278.8	9.4	72.4	27.6		OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	268.1	9.0	81.5	18.5		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	137.8	4.7	86.1	13.9		
Nº 200	0.075	99.8	3.4	89.5	10.5		
< Nº 200	FONDO	312.2	10.5	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 06/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	524.7	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	497.1	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	27.6	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	497.1	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	5.6	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

PERLA GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

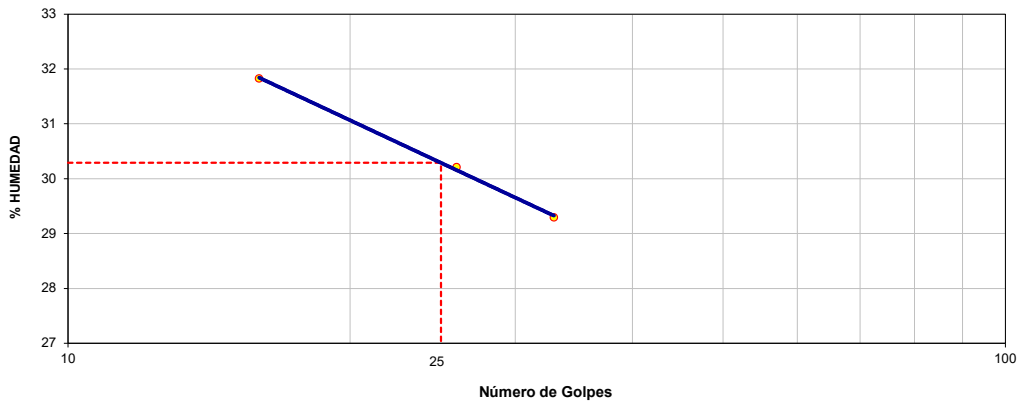
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 07/08/22
Material: Suelo-cemento

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		3	2	1
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	61.60	60.58	62.63
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	54.33	53.37	54.62
Peso del recipiente (C)	gr.	29.51	29.50	29.45
Peso del agua (A-B)	gr.	7.27	7.21	8.01
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	24.82	23.87	25.17
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.29	30.21	31.82
Nro. DE GOLPES		33	26	16

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		7	8	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	59.55	60.05	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	52.47	52.89	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.16	19.06	
Peso del agua (A-B)	gr.	7.08	7.16	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	33.31	33.83	
Cont. de Hum. $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	21.25	21.16	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	21	9

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ESPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 07/08/22
Material: Suelo-cemento

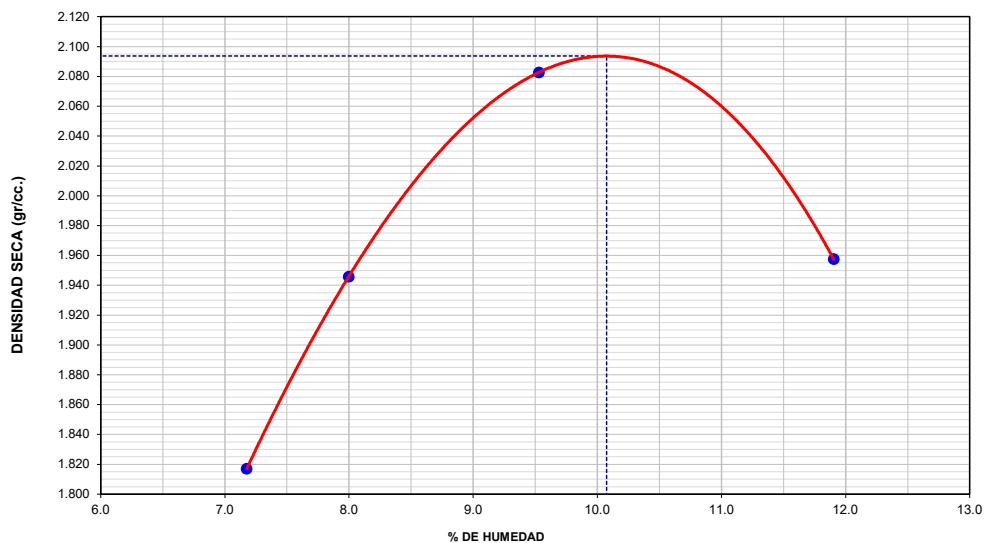
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,054	11,396	11,795	11,594	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,323	4,665	5,064	4,863	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.947	2.101	2.281	2.191	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	515.3	556.4	777.1	883.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	480.8	515.2	709.5	789.7	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	34.5	41.2	67.6	94.0	
Peso del suelo seco	gr.	481	515	710	790	
Contenido de agua	%	7.2	8.0	9.5	11.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.817	1.946	2.083	1.958	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.094	gr/cc.	Humedad óptima	10.1	%
----------------------	-------	--------	----------------	------	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 06/08/22
Material: Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2233.0	2053.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1362.0	1249.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	871.0	804.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2211.0	2029.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	849.0	780.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.538	2.524		2.531
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.564	2.553		2.559
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.604	2.601		2.603
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.00	1.18		1.09

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP: 123193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 06/08/22
Material: Suelo-cemento

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1255		
25.40	1"	19.05	3/4"	1250		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1253		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5008		
Perdida despues del ensayo				1484		
Peso Obtenido				3524		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				29.6		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TECNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO ESPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
 Revisión : 0
 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 06/08/22
Material: Suelo-cemento

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Perdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1004.2	993.2	11.0	1.1	1.8	0.02
1"	3/4"	500 +/- 30	2	502.3	482.5	19.8	3.9	20.5	0.81
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	672.5	654.5	18.0	2.7	19.5	0.52
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	332.4	318.5	13.9	4.2	21.7	0.91
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	301.2	284.9	16.3	5.4	36.5	5.95
TOTALES								100.0	8.21

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Perdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.0	90.4	9.60	9.6	33.1	3.18
N° 08	N° 16	100	2	100.6	84.2	16.40	16.3	23.6	3.86
N° 16	N° 30	100	3	100.4	92.5	7.90	7.9	17.6	1.39
N° 30	N° 50	100	4	100.0	90.0	10.00	10.0	17.0	1.70
N° 50	N° 100	100	5	101.2	89.6	11.60	11.5	8.7	1.01
TOTALES								100.0	11.14

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SC-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 06/08/22
Material: Suelo-cemento

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1674	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	904	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	754	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


ANEXO 03: CERTIFICADOS DE LABORATORIO

- DISEÑO DEL SUELO CEMENTO

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_DSC_01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Diseño Suelo-cemento

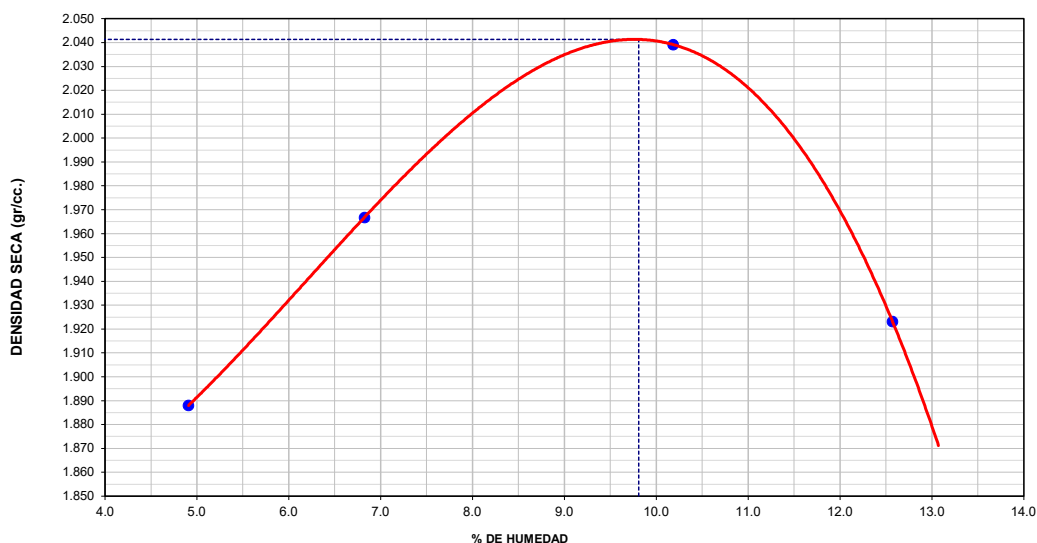
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,128	11,395	11,719	11,537	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,397	4,664	4,988	4,806	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.981	2.101	2.247	2.165	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	500.2	513.6	507.4	526.5	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	476.8	480.8	460.5	467.7	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	23.4	32.8	46.9	58.8	
Peso del suelo seco	gr.	477	481	461	468	
Contenido de agua	%	4.9	6.8	10.2	12.6	
Densidad Seca	gr/cc	1.888	1.967	2.039	1.923	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.041	gr/cc.	Humedad óptima	9.8	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---








RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método "C"

ELABORADO POR	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 

	ENSAYO:										Código : CRTG-CAL-RE-01	
	MOLDEO DE CUERPOS DE PROBETA DE SUELO - CEMENTO										Revisión : 0	
											Fecha : Julio 2021	
Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022 Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) Registro: Huayacunco_DSC_01 Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Hecho por: Laboratorio Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho Fecha: 08/08/22 Material: Diseño Suelo-cemento												
COMPOSICION DE MUESTRA												
RESULTADOS DE ENSAYO			DATOS DE EQUIPO						PARAMETROS			
Densidad Máxima Seca:	2.041		Pisón N°	1		Peso del Pison 10 Lbs.				Energía Compactada: 10 Lbs		
% de Humedad Optima:	9.8		Cilindro N°	1	2	3	4	5	6	Proctor Modificado al 95%		
% de Humedad Natural:	5.5		Volume de cilindro	1660	1669	1664	1661	1681	1659	Número de golpes: 56		
			Peso de cilindro	4870	4960	4990	4926	4883	4934	Capas: 5		
DATOS DE LA MEZCLA												
ITEMS	MATERIAL			%		OBSERVACIONES						
1	Material Acopiado de Cantera			100.0%								
2												
3												
VERIFICACION DE MOLDEO												
Número de Cilindro	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD							CUERPO DE PRUEBA	
				Cápsulas	Peso humedo	Peso Seco	Peso Cápsula	Água	Suelo Seco	Humedad	Densidad Humeda	Densidad Seca
N°	(%)	(g)	(g)	N°	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g/cm3)	(g/cm3)
1	1.00	8580	3710		500.1	458.5		41.6	458.5	9.07	2.235	2.049
2	1.00	8684	3724		500.2	458.7		41.5	458.7	9.05	2.231	2.046
3	1.00	8697	3707		500.5	458.9		41.6	458.9	9.07	2.228	2.043
4	1.00	8642	3716		500.2	458.2		42.0	458.2	9.17	2.237	2.049
Promedio										9.09	2.233	2.047
1	1.50	8561	3691		526.5	483.5		43.0	483.5	8.89	2.223	2.042
2	1.50	8675	3715		521.4	478.8		42.6	478.8	8.90	2.226	2.044
3	1.50	8695	3705		523.7	480.9		42.8	480.9	8.90	2.227	2.045
4	1.50	8624	3698		518.5	475.9		42.6	475.9	8.95	2.226	2.043
Promedio										8.91	2.226	2.043
1	2.00	8573	3703		517.7	475.4		42.3	475.4	8.90	2.231	2.048
2	2.00	8674	3714		513.2	470.8		42.4	470.8	9.01	2.225	2.041
3	2.00	8688	3698		524.4	481.1		43.3	481.1	9.00	2.222	2.039
4	2.00	8626	3700		507.4	465.5		41.9	465.5	9.00	2.228	2.044
Promedio										8.98	2.226	2.043
1	2.50	8567	3697		524.3	480.6		43.7	480.6	9.09	2.227	2.041
2	2.50	8675	3715		528.0	484.3		43.7	484.3	9.02	2.226	2.042
3	2.50	8701	3711		523.6	479.9		43.7	479.9	9.11	2.230	2.044
4	2.50	8636	3710		513.2	470.7		42.5	470.7	9.03	2.234	2.049
Promedio										9.06	2.229	2.044
ELABORADO POR				REVISADO POR:				APROBADO POR:				
 PERCY GARCIA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 				 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 				 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 				



ENSAYO:
**RESISTENCIA PROMEDIO A COMPRESION SIMPLE
SUELO CEMENTO**

Código : CRTG-CAL-RE-01

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacunco_DSC_01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Diseño Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	1.00			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4
FECHA DE MOLDEO	08/08/2022	08/08/2022	08/08/2022	08/08/2022
FECHA DE ROTURA	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022
EDAD (DIAS)	7	7	7	7
LECTURA DIAL (KN)	4.05	5.19	4.94	4.32
LECTURA DIAL (Kg)	412.98	529.23	503.74	440.52
DIAMETRO (cm)	10.28	10.27	10.29	10.27
AREA (cm ²)	83.00	82.84	83.16	82.84
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	4.98	6.39	6.06	5.32
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	5.68			

PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	1.50			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4
FECHA DE MOLDEO	08/08/2022	08/08/2022	08/08/2022	08/08/2022
FECHA DE ROTURA	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022
EDAD (DIAS)	7	7	7	7
LECTURA DIAL (KN)	9.03	8.21	9.05	8.52
LECTURA DIAL (Kg)	920.80	837.19	922.84	868.80
DIAMETRO (cm)	10.28	10.28	10.31	10.30
AREA (cm ²)	83.00	83.00	83.48	83.32
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	11.09	10.09	11.05	10.43
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	10.67			

PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	2.00			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4
FECHA DE MOLDEO	08/08/2022	08/08/2022	08/08/2022	08/08/2022
FECHA DE ROTURA	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022
EDAD (DIAS)	7	7	7	7
LECTURA DIAL (KN)	15.67	16.43	15.07	15.10
LECTURA DIAL (Kg)	1597.89	1675.39	1536.71	1539.77
DIAMETRO (cm)	10.27	10.26	10.30	10.28
AREA (cm ²)	82.84	82.68	83.32	83.00
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	19.29	20.26	18.44	18.55
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	19.14			

PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO	2.50			
CUERPO DE PROBETA N°	1	2	3	4
FECHA DE MOLDEO	08/08/2022	08/08/2022	08/08/2022	08/08/2022
FECHA DE ROTURA	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022
EDAD (DIAS)	7	7	7	7
LECTURA DIAL (KN)	22.69	22.48	23.44	22.08
LECTURA DIAL (Kg)	2313.74	2292.32	2390.21	2251.53
DIAMETRO (cm)	10.29	10.27	10.25	10.26
AREA (cm ²)	83.16	82.84	82.52	82.68
RESISTENCIA (Kg/cm ²)	27.82	27.67	28.97	27.23
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm ²)	27.92			

ELABORADO POR

REVISADO POR:

APROBADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 125193



ENSAYO:
**RESISTENCIAS PROMEDIO A COMPRESION SIMPLE
SUELO CEMENTO (OPTIMO)**

Código : CRTG-CAL-RE-01

Revisión : 0

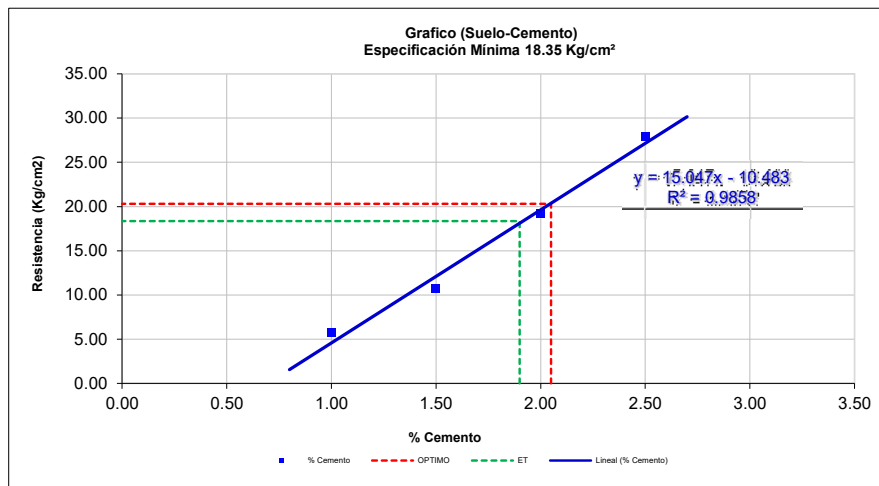
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacunco_DSC_01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Diseño Suelo-cemento

DATOS DE LA MUESTRA

Máxima Densidad Seca: **2.041** **% Cemento Necesario** **2.1**
Óptimo contenido de Humedad: **9.8**








% Cemento	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad de Rotura	Resistencia (KN)	Resistencia (Kg)	Area (Cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1.00	08/08/22	15/08/22	7	4.63	471.62	83.20	5.67
1.50	08/08/22	15/08/22	7	8.70	887.41	83.20	10.67
2.00	08/08/22	15/08/22	7	15.57	1587.44	82.96	19.14
2.50	08/08/22	15/08/22	7	22.67	2311.95	82.80	27.92



Para una Resistencia de 18.35 Kg/cm ² a 7 días	% de Cemento ANDINO Tipo I	1.9
	Margen de Seguridad 10%	0.19
	% de Cemento adoptado	2.1

Observaciones: _____

ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPÍN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193

	ENSAYO:		Código : CRTG-CAL-RE-01									
	MOLDEO DE CUERPOS Y ROTURA DE PROBETA DE		Revisión : 0									
	SUELO - CEMENTO PARA LA VERIFICAICON DEL OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO		Fecha : Julio 2021									
Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022 Tesisas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) Registro: Huayacunco_DSC_01 Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Hecho por: Laboratorio Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho Fecha: 16/08/22 Material: -												
% de Cemento adoptado		2.1										
COMPOCISION DE MUESTRA												
RESULTADOS DE ENSAYO		DATOS DE EQUIPO			PARAMETROS							
Densidad Máxima Seca:	1.900	Pisón N°	1	Peso del Pison 10 Lbs.		Energia Compactada: 10 Lbs						
% de Humedad Optima:	13.3	Cilindro N°	1	2	3	4	5	6	Proctor Modificado al 95%			
% de Humedad Natural:	8.1	Volume de cilindro	1660	1669	1664	1661	1681	1659	Número de golpes: 44			
		Peso de cilindro	4870	4960	4990	4926	4883	4934	Capas: 5			
DATOS DE LA MEZCLA												
ITEMS	MATERIAL		%	OBSERVACIONES								
1	Material Acopiado de Cantera		100.0%									
2												
3												
VERIFICACION DE MOLDEO												
Número de Cilindro	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD							CUERPO DE PRUEBA	
				Cápsulas	Peso humedo	Peso Seco	Peso Cápsula	Água	Suelo Seco	Humedad	Densidad Humeda	Densidad Seca
N°	(%)	(g)	(g)	N°	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g/cm3)	(g/cm3)
1	2.10	8522	3652	566.0	518.9			47.1	518.9	9.08	2.200	2.017
2	2.10	8622	3662	602.4	551.9			50.5	551.9	9.15	2.194	2.010
3	2.10	8639	3649	590.5	541.7			48.8	541.7	9.01	2.193	2.012
4	2.10	8583	3657	516.5	473.7			42.8	473.7	9.04	2.202	2.019
Promedio										9.07		2.015
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO				2.10								
CUERPO DE PROBETA N°		1	2	3	4							
FECHA DE MOLDEO		16/08/2022	16/08/2022	16/08/2022	16/08/2022							
FECHA DE ROTURA		23/08/2022	23/08/2022	23/08/2022	23/08/2022							
EDAD (DIAS)		7	7	7	7							
LECTURA DIAL (KN)		17.16	18.04	16.95	17.54							
LECTURA DIAL (Kg)		1749.83	1839.57	1728.42	1788.58							
DIAMETRO (cm)		10.30	10.32	10.28	10.28							
AREA (cm²)		83.32	83.65	83.00	83.00							
RESISTENCIA (Kg/cm²)		21.00	21.99	20.82	21.55							
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm²)		21.34										
ELABORADO POR			REVISADO POR:			APROBADO POR:						
 PERCY GARCIA PEREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP-125193 						

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022

Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacunco_DSC_01

Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio

Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 24/08/22

Material: Diseño Suelo-cemento

Máxima Densidad Seca	g/cm³	2.041	PESOS DE BRIQUETAS - MÉTODO "B"				PARÁMETROS	
Ópt. Cont. Humedad	%	9.8	Nº Briqueta	1	2	Nº Briqueta	1	2
Óptimo de Cemento	%	2.1	Peso Original Briq.	3853.9	3751.8	Volumen Original	1697	1677
Humedad de Arena	%	1.49	Peso Seco a 110 °C	3835.6	3730.3	% de Volumen	99.8	100.0
Humedad de Grava	%	0.80	Peso Seco Corregido	3817.4	3708.9	% Humedad	0.5	0.6

COMPOSICIÓN DE MUESTRA									
Peso total de la Mezcla			Suelo Grueso		Suelo Fino		%		
4500 (g)			Peso hum.: 542.0 (g)		Peso humedo: 252.1 (g)		% Grava 46.2		
			Peso seco: 537.7 (g)		Peso seco: 248.4 (g)		% Arena 53.8		

Especimen	Peso del Cemento	Peso del Suelo Seco		Agua Necesaria	CANTIDADES DE AGUA					
		Grava	Arena		Humedad Real de Arena	Humedad Real de Grava	Aumentar o disminuir	Perdida por Evaporación	Agua a agregar	
Nº	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g)	(g)
1	94.5	2079	2327	441	0.80	0.37	389	0.20	9	398
2	94.5	2079	2327	441	0.80	0.37	389	0.20	9	398

VERIFICACIÓN DE MOLDEO															
Briqueta	Diámetro	Altura	Volumen Original	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD						CUERPO DE PRUEBA		
							Tara	Peso hume.	Peso Seco	Peso Cáps.	Agua	Suelo Seco	Humedad	Densid. Hume.	Densid. Aparen.
Nº	Ø	h	V	(%)	(g)	(g)	Nº	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g)	(g/cm3)
1	10.31	20.33	1697	1.5		4032.0		472.1	451.3		20.8	451.3	4.61	2.376	2.271
2	10.25	20.32	1677	1.5		4021.0		533.8	510.3		23.5	510.3	4.61	2.398	2.292

CAMBIO DE VOLUMEN Y HUMEDAD DEL ESPECIMEN														
Ciclo	Hora	Briqueta	Peso del Especimen húmedo	Diámetro	Altura	Vol. del Esp.	Porcentaje de Volumen	Peso Especimen Seco	Diámetro	Altura	Vol. del Esp.	Porcentaje de Volumen	Promedio de Volumen	Porcentaje de Humedad
Briqueta			(g)	Ø	h	V	%	(g)	Ø	h	V	%	%	%
1		Nº 1	4055.0	10.28	20.32	1687	99.4	3900.3	10.30	20.32	1693	99.8	99.6	3.97
2		Nº 1	4043.2	10.30	20.32	1693	99.8	3892.2	10.30	20.34	1695	99.9	99.8	3.88
3		Nº 1	4041.2	10.29	20.34	1691	99.6	3886.7	10.27	20.32	1683	99.2	99.4	3.98
4		Nº 1	4037.4	10.28	20.34	1688	99.5	3886.6	10.29	20.32	1690	99.6	99.5	3.88
5		Nº 1	4034.5	10.27	20.33	1684	99.2	3886.3	10.28	20.35	1681	99.1	99.1	3.81
6		Nº 1	4033.2	10.24	20.38	1678	98.9	3886.3	10.29	20.34	1691	99.6	99.3	3.78
7		Nº 1	4031.6	10.31	20.31	1696	99.9	3879.7	10.29	20.34	1691	99.6	99.8	3.92
8		Nº 1	4031.6	10.29	20.35	1692	99.7	3863.6	10.31	20.34	1698	100.1	99.9	4.35
9		Nº 1	4028.2	10.30	20.33	1694	99.8	3865.8	10.31	20.34	1698	100.1	99.9	4.20
10		Nº 1	4028.2	10.31	20.34	1698	100.1	3853.1	10.31	20.40	1703	100.4	100.2	4.54
11		Nº 1	4028.0	10.31	20.36	1700	100.2	3867.4	10.32	20.37	1704	100.4	100.3	4.15
12		Nº 1	4026.5	10.33	20.35	1706	100.5	3853.9	10.34	20.36	1710	100.8	100.6	4.48

PÉRDIDA DE SUELO CEMENTO DEL ESPECIMEN									
Ciclo	Hora	Briqueta	Diámetro	Altura	Volumen del Especimen	Peso despues de 5 Horas en Agua	Peso despues de 48 Horas en Horno a 71 °C	Peso despues del Cepillado	Perdida Suelo-Cemento
Briqueta			Ø	h	V	(g)	(g)	(g)	%
1		Nº 2	10.27	20.32	1683	4045.0	3894.5	3882.1	0.89
2		Nº 2	10.25	20.31	1676	4016.0	3862.9	3857.5	1.52
3		Nº 2	10.24	20.33	1674	4009.1	3852.9	3843.5	1.88
4		Nº 2	10.24	20.29	1671	3996.3	3850.4	3842.6	1.90
5		Nº 2	10.28	20.35	1689	3985.7	3844.5	3837.1	2.04
6		Nº 2	10.24	20.31	1673	3975.6	3935.1	3824.6	2.36
7		Nº 2	10.25	20.33	1678	3964.2	3819.4	3810.4	2.72
8		Nº 2	10.25	20.33	1678	3954.9	3795.2	3790.3	3.23
9		Nº 2	10.24	20.33	1674	3946.7	3790.5	3786.1	3.34
10		Nº 2	10.30	20.33	1694	3940.2	3774.9	3764.0	3.90
11		Nº 2	10.22	20.33	1668	3929.1	3781.0	3770.8	3.73
12		Nº 2	10.23	20.34	1672	3919.4	3755.7	3751.8	4.22

Perdida Suelo-Cemento 4.2 %

<p>ELABORADO POR:</p> <p>PERO GARCIA PEREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II</p>	<p>REVISADO POR:</p> <p>DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II</p>	<p>APROBADO POR:</p> <p>ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193</p>
--	--	---

		Ensayo							Código : CRTG-CAL-RE-01					
		HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS							Revisión : 0					
									Fecha : Julio 2021					
Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022 Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) Registro: Huayacunco_DSC_01 Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Hecho por: Laboratorio Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho Fecha: 24/08/22 Material: Diseño Suelo-cemento														
Máxima Densidad Seca	g/cm ³	2.041	PESOS DE BRIQUETAS - MÉTODO "B"					PARÁMETROS						
Ópt. Cont. Humedad	%	9.8	Nº Briqueta	1	2	Nº Briqueta	1	2	Energía Compactada:					
Óptimo de Cemento	%	2.5	Peso Original Briq.	3831.4	3798.7	Volumen Original	1670	1685	Proctor Modificado al 100%					
Humedad de Arena	%	0.48	Peso Seco a 110 °C	3809.1	3774.1	% de Volumen	99.8	99.7	Número de golpes:					
Humedad de Grava	%	0.99	Peso Seco Corregido	3786.9	3749.7	% Humedad	0.6	0.7	56					
COMPOSICIÓN DE MUESTRA														
Peso total de la Mezcla			Suelo Grueso		Peso hum.: 542.0 (g)	Suelo Fino	Peso humedo: 250.1 (g)	% Grava	46.2					
4500 (g)					Peso seco: 536.7 (g)		Peso seco: 248.9 (g)	% Arena	53.8					
Especimen		Peso del Cemento	Peso del Suelo Seco		Agua Necesaria	CANTIDADES DE AGUA								
			Grava	Arena		Humedad Real de Arena	Humedad Real de Grava	Aumentar o disminuir	Perdida por Evaporación	Agua a agregar				
Nº		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g)				
1		112.5	2079	2309	441	0.26	0.46	408	0.20	9				
2		112.5	2079	2309	441	0.26	0.46	408	0.20	9				
VERIFICACIÓN DE MOLDEO														
Briqueta	Diámetro	Altura	Volumen Original	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD						CUERPO DE PRUEBA	
							Tara	Peso hume.	Peso Seco	Peso Cáps.	Agua	Suelo Seco	Humedad	Densid. Hume.
Nº	Ø	h	V	(%)	(g)	(g)	Nº	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g)	(g/cm ³)
1	10.23	20.32	1670	2.1		3992.0		512.4	489.7	22.7	489.7	4.64	2.390	2.285
2	10.28	20.30	1685	2.1		4010.0		502.9	481.2	21.7	481.2	4.51	2.380	2.277
CAMBIO DE VOLUMEN Y HUMEDAD DEL ESPECIMEN														
Ciclo	Hora	Briqueta	Peso del Especimen húmedo	Diámetro	Altura	Vol. del Esp.	Porcentaje de Volumen	Peso Especimen Seco	Diámetro	Altura	Vol. del Esp.	Porcentaje de Volumen	Promedio de Volumen	Porcentaje de Humedad
Briqueta			(g)	Ø	h	V	%	(g)	Ø	h	V	%	%	%
1		Nº 1	4032.8	10.22	20.30	1665	99.7	3873.5	10.25	20.30	1675	100.3	100.0	4.11
2		Nº 1	4018.2	10.20	20.31	1660	99.4	3963.2	10.21	20.31	1663	99.6	99.5	1.39
3		Nº 1	4014.4	10.22	20.31	1666	99.8	3963.2	10.21	20.30	1662	99.5	99.6	1.29
4		Nº 1	4007.9	10.21	20.30	1662	99.5	3858.2	10.18	20.27	1650	98.8	99.2	3.88
5		Nº 1	4004.3	10.27	20.31	1682	100.7	3858.8	10.20	20.26	1656	99.2	99.9	3.77
6		Nº 1	4001.7	10.16	20.31	1647	98.6	3856.8	10.21	20.29	1661	99.5	99.0	3.76
7		Nº 1	4002.0	10.22	20.35	1669	99.9	3854.0	10.21	20.27	1660	99.4	99.7	3.84
8		Nº 1	4002.4	10.22	20.32	1667	99.8	3841.1	10.24	20.30	1672	100.1	100.0	4.20
9		Nº 1	4001.4	10.23	20.32	1670	100.0	3839.2	10.22	20.34	1669	99.9	100.0	4.22
10		Nº 1	4000.1	10.24	20.33	1674	100.2	3828.5	10.24	20.33	1674	100.2	100.2	4.48
11		Nº 1	4002.5	10.24	20.32	1673	100.2	3842.2	10.24	20.33	1674	100.2	100.2	4.17
12		Nº 1	4000.6	10.25	20.33	1678	100.5	3831.4	10.27	20.32	1683	100.8	100.6	4.42
PÉRDIDA DE SUELO CEMENTO DEL ESPECIMEN														
Ciclo	Hora	Briqueta	Diámetro	Altura	Volumen del Especimen	Peso despues de 5 Horas en Agua	Peso despues de 48 Horas en Horno a 71 °C	Peso despues del Cepillado	Perdida Suelo-Cemento					
Briqueta			Ø	h	V	(g)	(g)	(g)	%					
1		Nº 2	10.29	20.30	1688	4061.2	3907.8	3888.2	1.15					
2		Nº 2	10.29	20.30	1688	4026.8	3864.6	3859.4	1.88					
3		Nº 2	10.27	20.28	1680	4018.0	3866.9	3859.4	1.88					
4		Nº 2	10.25	20.27	1673	4007.0	3861.3	3854.8	2.00					
5		Nº 2	10.22	20.27	1663	3997.9	3856.7	3852.2	2.06					
6		Nº 2	10.24	20.31	1673	3992.8	3850.7	3844.5	2.26					
7		Nº 2	10.25	20.27	1673	3986.4	3840.7	3836.4	2.46					
8		Nº 2	10.28	20.31	1686	3981.3	3826.9	3824.5	2.77					
9		Nº 2	10.27	20.32	1683	3976.5	3818.2	3814.5	3.02					
10		Nº 2	10.30	20.33	1694	3871.5	3801.6	3798.3	3.43					
11		Nº 2	10.27	20.32	1683	3969.1	3812.4	3808.2	3.18					
12		Nº 2	10.26	20.33	1681	3962.7	3801.0	3798.7	3.42					
Perdida Suelo-Cemento 3.4 %														
ELABORADO POR					REVISADO POR:					APROBADO POR:				
 PERCY GARCIA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 					 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 					 ANDERSON CASTRO ESPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 				



Ensayo

Código : CRTG-CAL-RE-01

HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacunco_DSC_01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 24/08/22
Material: Diseño Suelo-cemento

Máxima Densidad Seca	g/cm³	2.041	PESOS DE BRIQUETAS - MÉTODO "B"						PARÁMETROS	
Ópt. Cont. Humedad	%	9.8	Nº Briqueta	1	2	Nº Briqueta	1	2	Energía Compactada:	
Óptimo de Cemento	%	2.5	Peso Original Briq.	3900.8	3856.0	Volumen Original	1700	1685	Proctor Modificado al 100%	
Humedad de Arena	%	1.39	Peso Seco a 110 °C	3867.5	3825.0	% de Volumen	99.9	99.6	Número de golpes:	
Humedad de Grava	%	1.13	Peso Seco Corregido	3834.5	3794.2	% Humedad	0.9	0.8	56	

COMPOSICIÓN DE MUESTRA

Peso total de la Mezcla		Suelo Grueso		Suelo Fino		% Grava		% Arena	
4500	(g)	Peso humed:	548.2	(g)	Peso humedo:	342.0	(g)	46.2	
		Peso seco:	542.1	(g)	Peso seco:	337.3	(g)	53.8	

CANTIDADES DE AGUA

Especimen	Peso del Cemento	Peso del Suelo Seco		Agua Necesaria	Humedad Real de Arena	Humedad Real de Grava	Aumentar o disminuir	Perdida por Evaporación		Agua a agregar
		Grava	Arena					(g)	(g)	
Nº	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g)	(g)
1	112.5	2079	2309	441	0.75	0.52	384	0.20	9	393
2	112.5	2079	2309	441	0.75	0.52	384	0.20	9	393

VERIFICACIÓN DE MOLDEO

Briqueta	Diámetro	Altura	Volumen Original	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD						CUERPO DE PRUEBA		
							Tara	Peso hume.	Peso Seco	Peso Cáps.	Agua	Suelo Seco	Humedad	Densid. Hume.	Densid. Aparen.
Nº	Ø	h	V	(%)	(g)	(g)	Nº	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g)	(g/cm3)
1	10.32	20.32	1700	2.5		4039.0		452.0	431.8		20.2	431.8	4.68	2.376	2.270
2	10.28	20.30	1685	2.5		4048.2		435.1	415.4		19.7	415.4	4.74	2.402	2.294

CAMBIO DE VOLUMEN Y HUMEDAD DEL ESPECIMEN

Ciclo	Hora	Briqueta	Peso del Especimen húmedo	Diámetro	Altura	Vol. del Esp.	Porcentaje de Volumen	Peso Especimen Seco	Diámetro	Altura	Vol. del Esp.	Porcentaje de Volumen	Promedio de Volumen	Porcentaje de Humedad
Briqueta			(g)	Ø	h	V	%	(g)	Ø	h	V	%	%	%
1		Nº 1	4074.2	10.31	20.32	1696	99.8	3938.5	10.31	20.31	1696	99.8	99.8	3.45
2		Nº 1	4063.0	10.31	20.31	1696	99.8	3920.9	10.31	20.32	1696	99.8	99.8	3.62
3		Nº 1	4061.0	10.31	20.33	1697	99.8	3924.6	10.30	20.31	1692	99.5	99.7	3.48
4		Nº 1	4057.6	10.30	20.31	1692	99.5	3930.9	10.29	20.31	1689	99.4	99.4	3.22
5		Nº 1	4055.3	10.34	20.32	1706	100.4	3933.1	10.34	20.32	1706	100.4	100.4	3.11
6		Nº 1	4054.4	10.27	20.36	1687	99.2	3930.2	10.27	20.31	1682	98.9	99.1	3.16
7		Nº 1	4054.4	10.31	20.34	1698	99.9	3926.1	10.28	20.32	1687	99.2	99.6	3.27
8		Nº 1	4054.1	10.31	20.32	1696	99.8	3907.1	10.31	20.32	1696	99.8	99.8	3.76
9		Nº 1	4052.2	10.31	20.33	1697	99.8	3904.3	10.31	20.33	1697	99.8	99.8	3.79
10		Nº 1	4051.5	10.34	20.33	1707	100.4	3894.5	10.31	20.34	1698	99.9	100.1	4.03
11		Nº 1	4054.4	10.33	20.37	1707	100.4	3911.1	10.34	20.34	1708	100.5	100.4	3.66
12		Nº 1	4052.6	10.35	20.34	1711	100.6	3900.8	10.35	20.34	1711	100.6	100.6	3.89

PÉRDIDA DE SUELO CEMENTO DEL ESPECIMEN

Ciclo	Hora	Briqueta	Diámetro	Altura	Volumen del Especimen	Peso despues de 5 Horas en Agua	Peso despues de 48 Horas en Horno a 71 °C	Peso despues del Cepillado	Perdida Suelo-Cemento
Briqueta			Ø	h	V	(g)	(g)	(g)	%
1		Nº 2	10.25	20.30	1675	4081.6	3934.6	3922.1	1.12
2		Nº 2	10.26	20.29	1678	4055.6	3904.4	3900.2	1.67
3		Nº 2	10.25	20.30	1675	4049.5	3908.7	3903.0	1.60
4		Nº 2	10.23	20.28	1667	4041.4	3904.4	3898.7	1.71
5		Nº 2	10.23	20.26	1665	4033.5	3901.7	3897.7	1.73
6		Nº 2	10.20	20.32	1660	4030.0	3897.5	3893.5	1.84
7		Nº 2	10.27	20.29	1681	4025.6	3890.9	3887.6	1.99
8		Nº 2	10.28	20.33	1687	4022.2	3885.6	3877.8	2.24
9		Nº 2	10.27	20.31	1682	4017.9	3869.4	3866.9	2.51
10		Nº 2	10.30	20.31	1692	4014.0	3855.7	3852.0	2.89
11		Nº 2	10.29	20.31	1689	4012.5	3866.6	3863.7	2.59
12		Nº 2	10.29	20.31	1689	4008.1	3858.2	3856.0	2.79

Perdida Suelo-Cemento 2.9 %

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

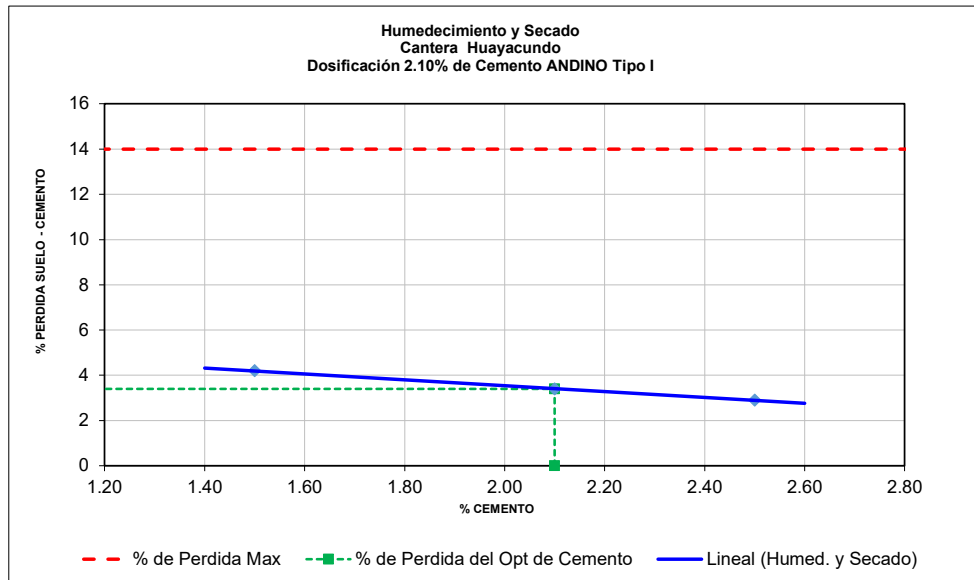
ANDERSON CASTRO CASPÍN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193

	Ensayo	Código : CRTG-CAL-RE-01
	HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS	Revisión : 0
		Fecha : Julio 2021

Tesis:	Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	
Tesistas:	Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Registro: Huayacunco_DSC_01
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Hecho por: Laboratorio
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Fecha: 24/08/22
Material:	Diseño Suelo-cemento	

Máxima Densidad Seca:	2.041	% Cemento Necesario
Óptimo contenido de Humedad:	9.8	2.1

% Cemento	% Desgaste (Humed. Y Secado)
1.50	4.2
2.10	3.4
2.50	2.9



% Perdida de Suelo Cemento Admisible por el Ensayo de Humedecimiento y Secado es de 14.00 %, Según las Normas ASTM D559, AASHTO T135.

Observaciones: Este moldeo se realizo con suelo granular + Cemento ANDINO Tipo I
% por perdida de desgaste es **3.4%** para el optimo de cemento 2.1%
, menor al admisilbe de 14.0%

ELABORADO POR	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERO GARCIA PEREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 

ANEXO 03: CERTIFICADOS DE LABORATORIO

- ENSAYOS DE ESTABILIZADO SUELO CON POLIMERO MEGASOIL



CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO

Código : CRTG-CAL-RES-03
 Revisión : 0
 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tosistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental)
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho

Registro: Res_Huayacundo_SCM-01
Hecho por: Laboratorio
Fecha: Agosto 2022

MATERIAL SUELO CEMENTO MAS ADITIVO QUIMICO MEGASOIL CANTERA HUAYACUNDO KM. 51+900 LADO DRECHO

Registro N°	Fecha	Análisis Granulométrico % que Pasa Tamiz											Humedad Natural (%)	Limite Líquido (%)	IP (%)	Clasificación		Abrasión (%)	Durabilidad (%)		Proctor		Sales Solubles %	Sulfatos %	Peso Específico de Grava (gr/cm³)
		3"	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N° 4	N° 10	N° 40	N° 200				AASHTO	SUCS		Piedra	Arena	M.D.S	O.C.H.			
Huayacundo_SCM-01	08/08/22	100.0	100.0	95.9	91.8	85.3	74.2	67.2	49.7	36.7	17.6	9.3	4.5	31	7	A-2-4 (0)	GW-GM	31.4	10.3	12.9	2.115	9.6	0.15	0.07	2.510
Huayacundo_SCM-02	09/08/22	100.0	100.0	96.3	89.7	82.3	71.3	64.3	47.0	35.2	17.9	10.3	4.8	30	9	A-2-4 (0)	GW-GC	32.1	11.6	10.9	2.168	9.2	0.16	0.07	2.624
Huayacundo_SCM-03	10/08/22	100.0	100.0	96.3	89.7	82.3	71.3	64.3	46.9	35.1	17.8	10.2	4.3	31	10	A-2-4 (0)	GW-GC	30.7	11.3	9.8	2.130	9.9	0.18	0.08	2.223
Huayacundo_SCM-04	11/08/22	100.0	100.0	95.8	88.9	81.9	71.1	64.1	46.8	34.7	17.1	9.8	5.1	32	11	A-2-6 (0)	GW-GC	30.8	11.9	9.3	2.153	9.4	0.20	0.08	2.699
Huayacundo_SCM-05	15/08/22	100.0	100.0	95.8	88.9	81.9	72.4	65.7	48.7	36.4	17.9	9.6	6.4	31	8	A-2-4 (0)	GW-GM	30.1	14.3	10.1			0.20	0.09	2.693
Huayacundo_SCM-06	17/08/22	100.0	100.0	96.3	89.7	82.4	71.4	64.4	47.1	35.2	17.9	10.0	4.7	31	10	A-2-4 (0)	GW-GC	28.8	9.3	8.7			0.19	0.09	2.217
n		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	4	4	6	6	6
S		600	600	576	539	496	432	390	286	213	106	59	30	186	55	-	-	184	69	62	9	38	1	0	15
Xp		100.0	100.0	96.1	89.8	82.7	72.0	65.0	47.7	35.6	17.7	9.9	5.0	31	9	-	-	31	11	10	2.142	9.5	0.2	0.1	2.5
MIN		100.0	100.0	95.8	88.9	81.9	71.1	64.1	46.8	34.7	17.1	9.3	4.3	30	7	-	-	29	9	9	2.115	9.2	0.2	0.1	2.2
MAX		100.0	100.0	96.3	91.8	85.3	74.2	67.2	49.7	36.7	17.9	10.3	6.4	32	11	-	-	32	14	13	2.168	9.9	0.2	0.1	2.7
DESV. ESTANDAR		0.0	0.0	0.3	1.0	1.3	1.2	1.2	0.8	0.3	0.4	0.4	0.8	0.6	1.5	-	-	1.1	1.7	1.5	0.024	0.3	0.0	0.0	0.2
VARIANZA		0.0	0.0	0.1	1.1	1.7	1.4	1.5	1.5	0.7	0.1	0.2	0.6	0.4	2.2	-	-	1.2	2.9	2.2	0.001	0.1	0.0	0.0	0.0
COEF. DE VARIACIÓN		0.0	0.0	0.3	1.2	1.6	1.7	1.9	2.6	2.3	1.8	4.1	15.2	2.0	16.1	-	-	3.6	14.9	14.3	1.101	3.1	11.6	10.7	8.9

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
----------------	---------------	---------------

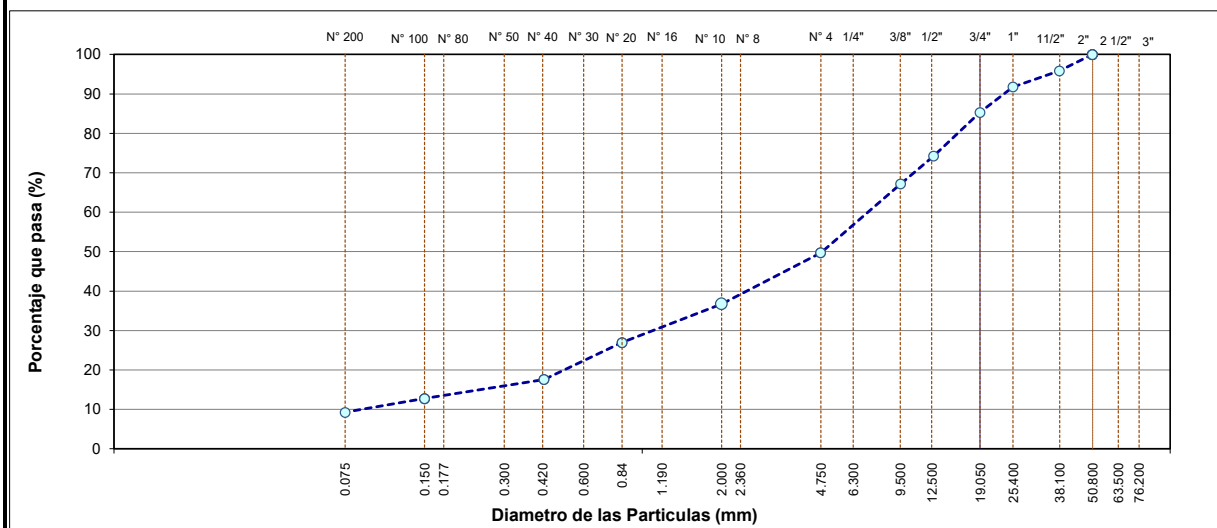
Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 15,790 gr.
Fracción : 1268.7 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						H. Natural Material (%) : 4.5
2 1/2"	63.500						Límite Líquido (LL) : 31
2"	50.800				100.0		Límite Plástico (LP) : 24
1 1/2"	38.100	652	4.1	4.1	95.9		Índice Plástico (IP) : 7
1"	25.400	645	4.1	8.2	91.8		Clasificación (SUCS) : GW-GM
3/4"	19.050	1023	6.5	14.7	85.3		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	1751	11.1	25.8	74.2		Índice de Grupo : 0
3/8"	9.525	1117	7.1	32.9	67.2		
1/4"	6.350						Grava (%) : 50.3
Nº 4	4.750	2749	17.4	50.3	49.7		Arena (%) : 40.5
Nº 8	2.360						Finos (%) : 9.3
Nº 10	2.000	332.4	13.0	63.3	36.7		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	248.8	9.8	73.0	27.0		OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	239.2	9.4	82.4	17.6		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	123.0	4.8	87.2	12.8		
Nº 200	0.075	89.1	3.5	90.7	9.3		
< Nº 200	FONDO	236.2	9.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPÍN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	1,026.5	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	982.5	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	44.0	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	982.5	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	4.5	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERCE GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO ZEPÍN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

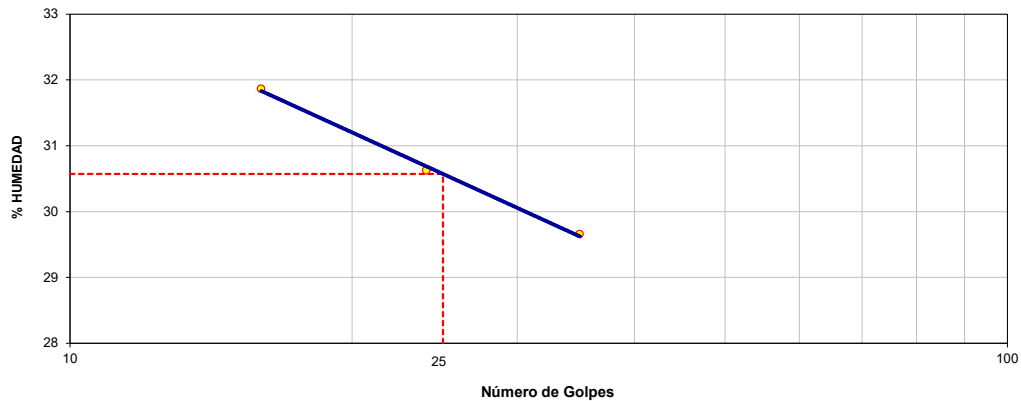
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 09/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		5	6	7
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	51.22	51.58	51.01
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	46.49	46.53	45.95
Peso del recipiente (C)	gr.	30.54	30.04	30.07
Peso del agua (A-B)	gr.	4.73	5.05	5.06
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	15.95	16.49	15.88
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	29.66	30.62	31.86
Nro. DE GOLPES		35	24	16

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		6	7	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	23.21	23.49	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	22.37	22.65	
Peso del recipiente (C)	gr.	18.72	19.16	
Peso del agua (A-B)	gr.	0.84	0.84	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	3.65	3.49	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	23.01	24.07	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	31	24	7

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2195.0	2215.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1327.0	1346.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	868.0	869.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2171.0	2189.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	844.0	843.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.501	2.519		2.510
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.529	2.549		2.539
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.572	2.597		2.584
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.11	1.19		1.15

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1253		
25.40	1"	19.05	3/4"	1251		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1255		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1251		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5010		
Perdida despues del ensayo				1573		
Peso Obtenido				3437		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				31.4		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TECNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Perdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1004.5	976.5	28.0	2.8	8.8	0.25
1"	3/4"	500 +/- 30	2	508.2	467.3	40.9	8.0	14.0	1.13
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	677.3	645.8	31.5	4.7	24.0	1.12
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	332.2	313.2	19.0	5.7	15.3	0.88
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	302.8	284.4	18.4	6.1	37.7	6.94
TOTALES								100.0	10.32

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Perdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.5	90.4	10.10	10.0	32.0	3.23
N° 08	N° 16	100	2	100.3	84.9	15.40	15.4	24.0	3.69
N° 16	N° 30	100	3	100.3	85.4	14.90	14.9	17.9	2.67
N° 30	N° 50	100	4	100.5	88.1	12.40	12.3	17.2	2.14
N° 50	N° 100	100	5	100.1	86.8	13.30	13.3	8.9	1.18
TOTALES								100.0	12.91

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 08/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1532	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	734	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	705	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

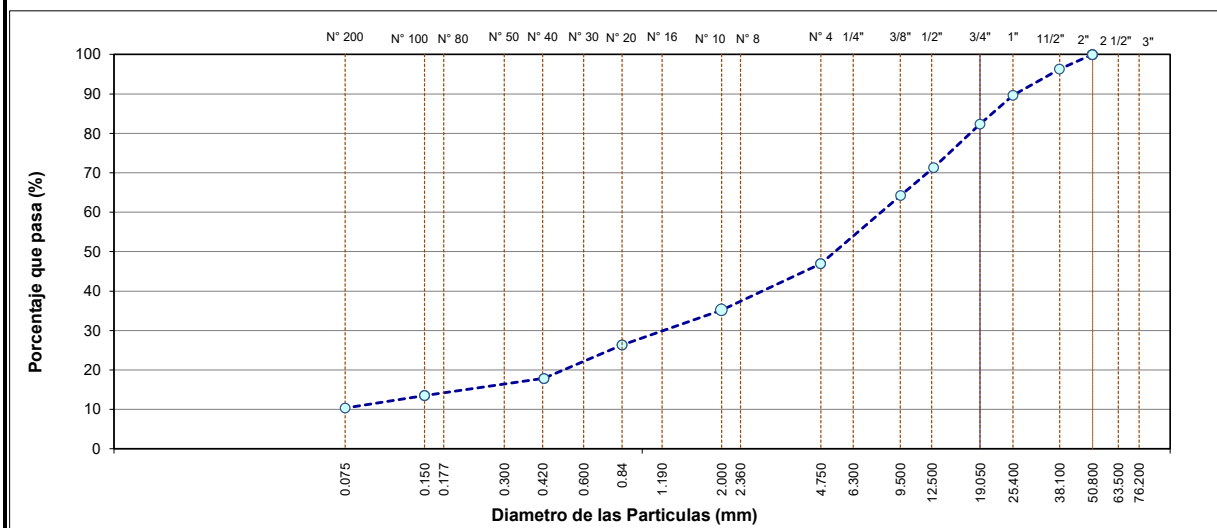

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 09/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 11,586 gr.
Fracción : 966.2 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 4.8 Límite Líquido (LL) : 30 Límite Plástico (LP) : 21 Índice Plástico (IP) : 9 Clasificación (SUCS) : GW-GC Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 53.1 Arena (%) : 36.6 Finos (%) : 10.3
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	38.100	428	3.7	3.7	96.3		
1"	25.400	771	6.7	10.3	89.7		
3/4"	19.050	849	7.3	17.7	82.3		
1/2"	12.700	1278	11.0	28.7	71.3		
3/8"	9.525	815	7.0	35.7	64.3		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	2007	17.3	53.1	47.0		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	242.7	11.8	64.8	35.2		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	181.6	8.8	73.7	26.3		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	174.6	8.5	82.1	17.9		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	89.8	4.4	86.5	13.5		
Nº 200	0.075	65.0	3.2	89.7	10.3		
< Nº 200	FONDO	212.5	10.3	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPÍN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 09/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	1,253.2	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	1,195.4	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	57.8	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	1,195.4	
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	4.8	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

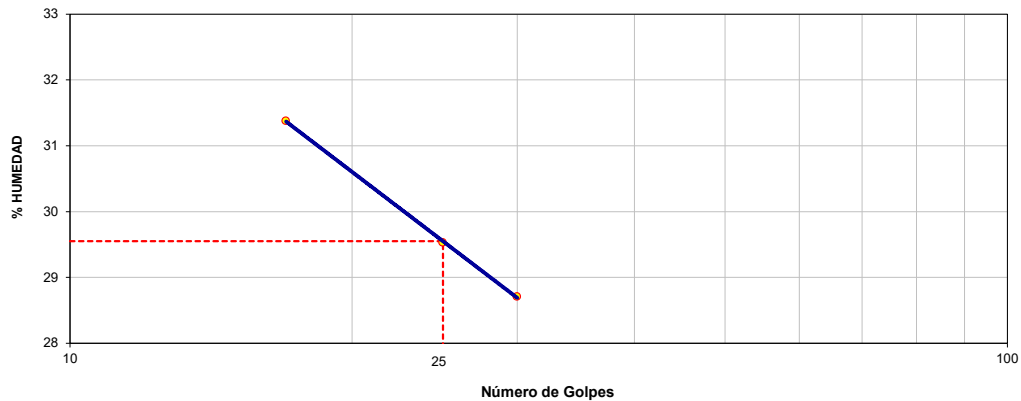
ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 10/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		8	9	10
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	50.21	52.61	51.29
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	45.66	47.28	46.21
Peso del recipiente (C)	gr.	29.81	29.23	30.02
Peso del agua (A-B)	gr.	4.55	5.33	5.08
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	15.85	18.05	16.19
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	28.71	29.53	31.38
Nro. DE GOLPES		30	25	17

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		9	10	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	25.29	26.21	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	24.29	24.96	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.62	19.16	
Peso del agua (A-B)	gr.	1.00	1.25	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	4.67	5.80	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	21.41	21.55	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	30	21	9

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO ZISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 09/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2258.0	2295.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1407.0	1429.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	851.0	866.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2234.0	2272.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	827.0	843.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.625	2.624		2.624
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.653	2.650		2.652
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.701	2.695		2.698
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.07	1.01		1.04

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 09/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1250		
25.40	1"	19.05	3/4"	1255		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1253		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5008		
Perdida despues del ensayo				1606		
Peso Obtenido				3402		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				32.1		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TECNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 09/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1002.5	974.8	27.7	2.8	13.5	0.37
1"	3/4"	500 +/- 30	2	502.3	470.1	32.2	6.4	14.9	0.95
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	671.2	638.2	33.0	4.9	22.3	1.10
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	331.1	314.2	16.9	5.1	14.2	0.73
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	303.2	279.2	24.0	7.9	35.1	8.42
TOTALES								100.0	11.57

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	101.2	93.2	8.00	7.9	34.1	2.73
N° 08	N° 16	100	2	100.9	89.4	11.50	11.4	23.2	2.67
N° 16	N° 30	100	3	101.1	86.3	14.80	14.6	17.4	2.57
N° 30	N° 50	100	4	100.5	89.4	11.10	11.0	16.7	1.85
N° 50	N° 100	100	5	100.1	87.6	12.50	12.5	8.6	1.07
TOTALES								100.0	10.90

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TÉCNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 09/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1584	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	719	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	685	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

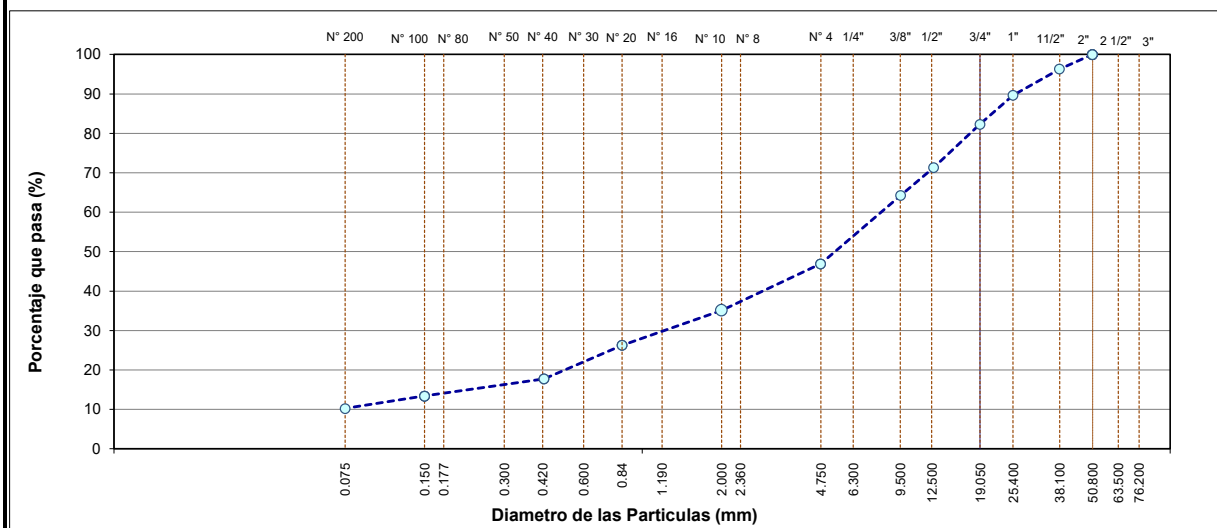

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 10/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 14,135 gr.
Fracción : 1176.0 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						H. Natural Material (%) : 4.3
2 1/2"	63.500						Límite Líquido (LL) : 31
2"	50.800				100.0		Límite Plástico (LP) : 21
1 1/2"	38.100	522	3.7	3.7	96.3		Índice Plástico (IP) : 10
1"	25.400	941	6.7	10.4	89.7		Clasificación (SUCS) : GW-GC
3/4"	19.050	1036	7.3	17.7	82.3		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	1559	11.0	28.7	71.3		Índice de Grupo : 0
3/8"	9.525	994	7.0	35.7	64.3		
1/4"	6.350						Grava (%) : 53.1
Nº 4	4.750	2449	17.3	53.1	46.9		Arena (%) : 36.7
Nº 8	2.360						Finos (%) : 10.2
Nº 10	2.000	296.1	11.8	64.9	35.1		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	221.6	8.8	73.7	26.3		OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	213.0	8.5	82.2	17.8		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	109.6	4.4	86.6	13.4		
Nº 200	0.075	79.3	3.2	89.8	10.2		
< Nº 200	FONDO	256.4	10.2	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPÍN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 10/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	953.2	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	914.2	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	39.0	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	914.2	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	4.3	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

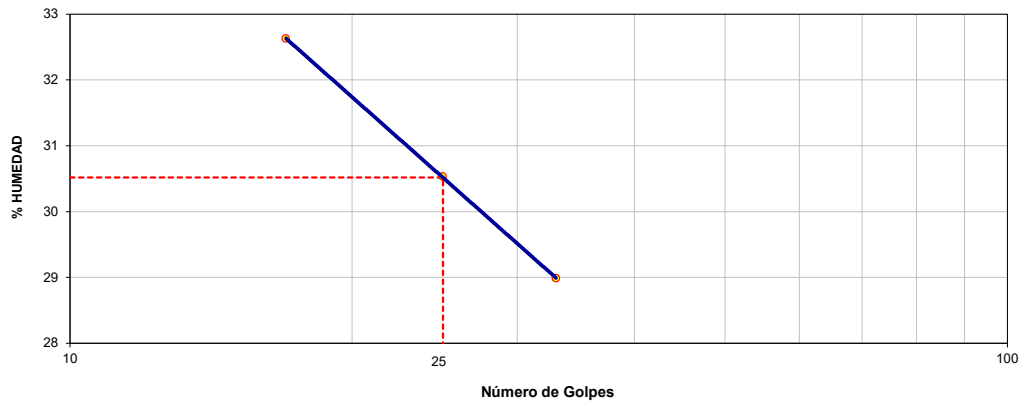
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 11/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		15	16	17
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	55.23	54.29	53.21
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	51.63	50.84	49.52
Peso del recipiente (C)	gr.	39.21	39.54	38.21
Peso del agua (A-B)	gr.	3.60	3.45	3.69
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	12.42	11.30	11.31
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	28.99	30.53	32.63
Nro. DE GOLPES		33	25	17

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		15	16	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	30.21	30.65	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	28.59	28.86	
Peso del recipiente (C)	gr.	20.80	20.27	
Peso del agua (A-B)	gr.	1.62	1.79	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	7.79	8.59	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	20.80	20.84	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	31	21	10

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 10/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2125.0	2156.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1186.0	1190.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	939.0	966.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2102.0	2132.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	916.0	942.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.239	2.207		2.223
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.263	2.232		2.247
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.295	2.263		2.279
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.09	1.13		1.11

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 10/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1252		
25.40	1"	19.05	3/4"	1251		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1250		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1250		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5003		
Perdida despues del ensayo				1537		
Peso Obtenido				3466		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				30.7		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


 PERCY GARCIA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
 (MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
 Revisión : 0
 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 10/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1003.2	970.2	33.0	3.3	13.5	0.44
1"	3/4"	500 +/- 30	2	501.7	467.3	34.4	6.9	14.8	1.02
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	670.2	631.2	39.0	5.8	22.3	1.30
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	330.8	317.2	13.6	4.1	14.2	0.59
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	300.8	278.2	22.6	7.5	35.1	7.93
TOTALES								100.0	11.28

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.5	94.2	6.30	6.3	34.1	2.15
N° 08	N° 16	100	2	100.1	90.6	9.50	9.5	23.2	2.21
N° 16	N° 30	100	3	101.2	87.2	14.00	13.8	17.4	2.43
N° 30	N° 50	100	4	100.6	88.7	11.90	11.8	16.7	1.99
N° 50	N° 100	100	5	100.8	88.6	12.20	12.1	8.6	1.05
TOTALES								100.0	9.82

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 10/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1842	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	765	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	620	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

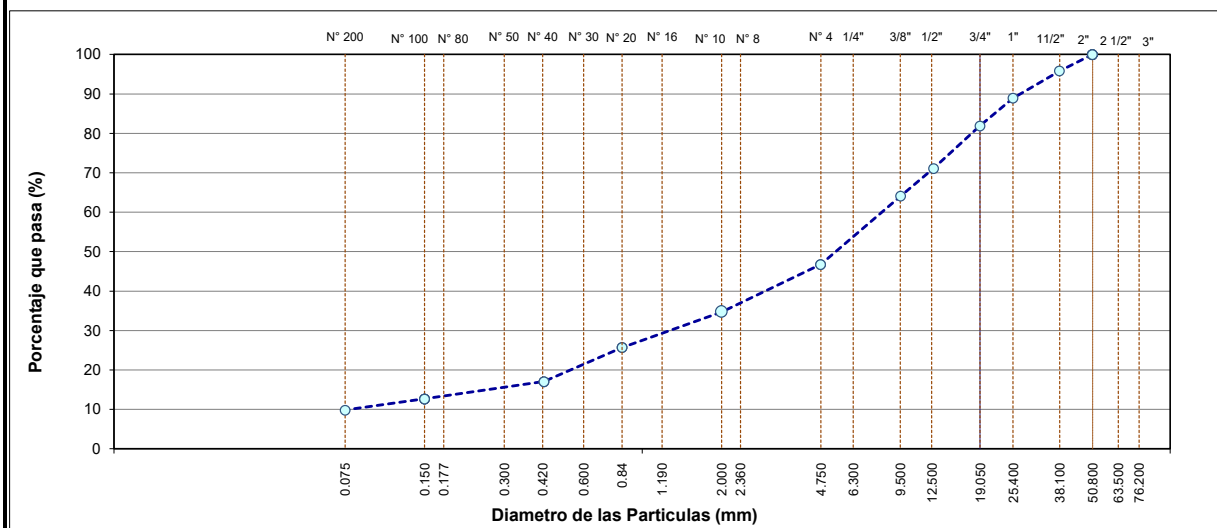

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 11/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 23,040 gr.
Fracción : 1875.4 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						H. Natural Material (%) : 5.1 Límite Líquido (LL) : 32 Límite Plástico (LP) : 21 Índice Plástico (IP) : 11 Clasificación (SUCS) : GW-GC Clasificación (AASHTO) : A-2-6 (0) Índice de Grupo : 0 Grava (%) : 53.2 Arena (%) : 37.0 Finos (%) : 9.8
4"	101.600						
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800				100.0		
1 1/2"	38.100	963	4.2	4.2	95.8		
1"	25.400	1586	6.9	11.1	88.9		
3/4"	19.050	1620	7.0	18.1	81.9		
1/2"	12.700	2485	10.8	28.9	71.1		
3/8"	9.525	1620	7.0	35.9	64.1		
1/4"	6.350						
Nº 4	4.750	3992	17.3	53.2	46.8		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	482.6	12.0	65.3	34.7		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	361.2	9.0	74.3	25.7		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	347.6	8.7	83.0	17.1		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	175.2	4.4	87.3	12.7		
Nº 200	0.075	115.3	2.9	90.2	9.8		
< Nº 200	FONDO	393.5	9.8	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 11/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	1,026.5	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	976.3	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	50.2	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	976.3	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	5.1	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO CISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

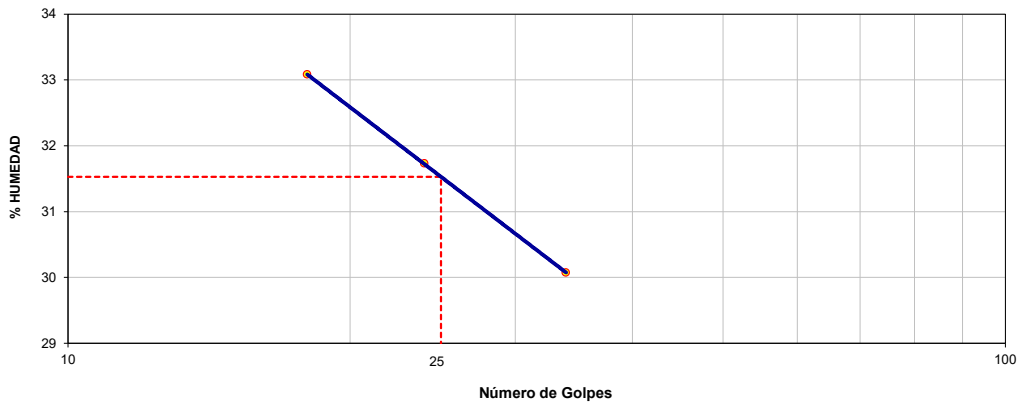
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 12/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		3	4	5
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	58.23	57.64	57.05
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	51.59	50.92	50.46
Peso del recipiente (C)	gr.	29.51	29.74	30.54
Peso del agua (A-B)	gr.	6.64	6.72	6.59
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	22.08	21.18	19.92
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	30.07	31.73	33.08
Nro. DE GOLPES		34	24	18

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		4	5	
Peso Recipiente + Suelo humedo (A)	gr.	31.12	32.27	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	29.09	29.96	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.53	19.23	
Peso del agua (A-B)	gr.	2.03	2.31	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	9.56	10.73	
Cont. de Hum. $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	21.23	21.53	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	32	21	11

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 11/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2253.0	2267.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1425.0	1438.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	828.0	829.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2230.0	2242.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	805.0	804.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.693	2.704		2.699
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.721	2.735		2.728
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.770	2.789		2.779
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.03	1.12		1.07

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 11/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1250		
25.40	1"	19.05	3/4"	1250		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1251		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1253		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5004		
Perdida despues del ensayo				1539		
Peso Obtenido				3465		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				30.8		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 11/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Perdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1005.2	967.5	37.7	3.8	14.0	0.53
1"	3/4"	500 +/- 30	2	498.6	462.3	36.3	7.3	14.3	1.04
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	671.2	634.8	36.4	5.4	22.0	1.19
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	332.5	311.4	21.1	6.3	14.3	0.91
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	298.5	275.2	23.3	7.8	35.3	8.23
TOTALES								100.0	11.90

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Perdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.1	93.8	6.30	6.3	33.7	2.12
N° 08	N° 16	100	2	100.3	91.6	8.70	8.7	23.4	2.04
N° 16	N° 30	100	3	100.5	88.2	12.30	12.2	17.5	2.16
N° 30	N° 50	100	4	100.0	89.6	10.40	10.4	16.9	1.75
N° 50	N° 100	100	5	101.0	86.4	14.60	14.5	8.5	1.24
TOTALES								100.0	9.31

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:

PERCY GARCIA PEREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 11/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1976	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	824	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	702	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

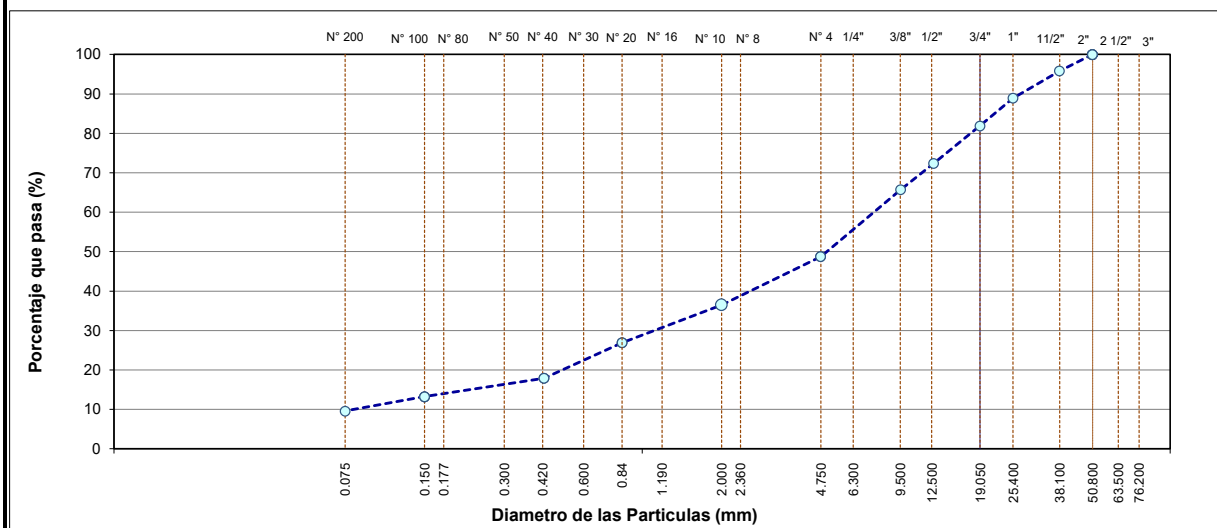

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 15/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 26,726 gr.
Fracción : 2175.5 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						H. Natural Material (%) : 6.4
2 1/2"	63.500						Límite Líquido (LL) : 31
2"	50.800				100.0		Límite Plástico (LP) : 23
1 1/2"	38.100	1117	4.2	4.2	95.8		Índice Plástico (IP) : 8
1"	25.400	1840	6.9	11.1	88.9		Clasificación (SUCS) : GW-GM
3/4"	19.050	1879	7.0	18.1	81.9		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	2549	9.5	27.6	72.4		Índice de Grupo : 0
3/8"	9.525	1785	6.7	34.3	65.7		
1/4"	6.350						Grava (%) : 51.3
Nº 4	4.750	4532	17.0	51.3	48.7		Arena (%) : 39.2
Nº 8	2.360						Finos (%) : 9.6
Nº 10	2.000	548.5	12.3	63.6	36.4		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	426.5	9.6	73.1	26.9		OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	400.8	9.0	82.1	17.9		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	208.5	4.7	86.8	13.2		
Nº 200	0.075	163.5	3.7	90.4	9.6		
< Nº 200	FONDO	427.7	9.6	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO ZÚÑIGA
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02

Revisión : 0

Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 15/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	852.6	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	801.4	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	51.2	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	801.4	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	6.4	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO ESPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

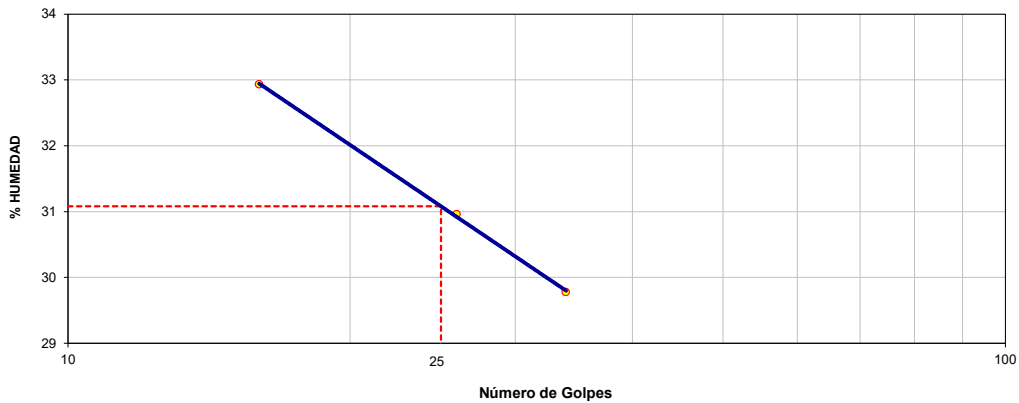
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 16/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
		1	2	3
Nro. de recipiente		1	2	3
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	58.13	57.42	57.04
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	51.55	50.82	50.22
Peso del recipiente (C)	gr.	29.45	29.50	29.51
Peso del agua (A-B)	gr.	6.58	6.60	6.82
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	22.10	21.32	20.71
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	29.77	30.96	32.93
Nro. DE GOLPES		34	26	16

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
		1	2	
Nro. de recipiente		1	2	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	31.28	31.27	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	29.09	29.12	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.35	19.77	
Peso del agua (A-B)	gr.	2.19	2.15	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	9.74	9.35	
Cont. de Hum. $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	22.48	22.99	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	31	23	8

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERCY GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS
GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 15/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	2523.0	2539.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1596.0	1611.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	927.0	928.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	2491.0	2504.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	895.0	893.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.687	2.698		2.693
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.722	2.736		2.729
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.783	2.804		2.794
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	1.28	1.40		1.34

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 15/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1251		
25.40	1"	19.05	3/4"	1252		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1255		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1253		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5011		
Perdida despues del ensayo				1507		
Peso Obtenido				3504		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				30.1		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCIA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO CASPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 15/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1002.3	965.4	36.9	3.7	14.6	0.54
1"	3/4"	500 +/- 30	2	501.5	460.8	40.7	8.1	14.9	1.21
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	670.8	631.2	39.6	5.9	20.3	1.20
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	331.8	308.4	23.4	7.1	14.2	1.00
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	300.2	271.4	28.8	9.6	36.0	10.37
TOTALES								100.0	14.32

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.5	92.8	7.70	7.7	32.3	2.49
N° 08	N° 16	100	2	100.8	92.4	8.40	8.3	23.4	1.97
N° 16	N° 30	100	3	100.4	87.5	12.90	12.8	18.2	2.35
N° 30	N° 50	100	4	100.9	88.6	12.30	12.2	17.1	2.11
N° 50	N° 100	100	5	100.7	87.0	13.70	13.6	8.9	1.22
TOTALES								100.0	10.13

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TÉCNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-05
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 15/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	2045	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	943	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	865	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

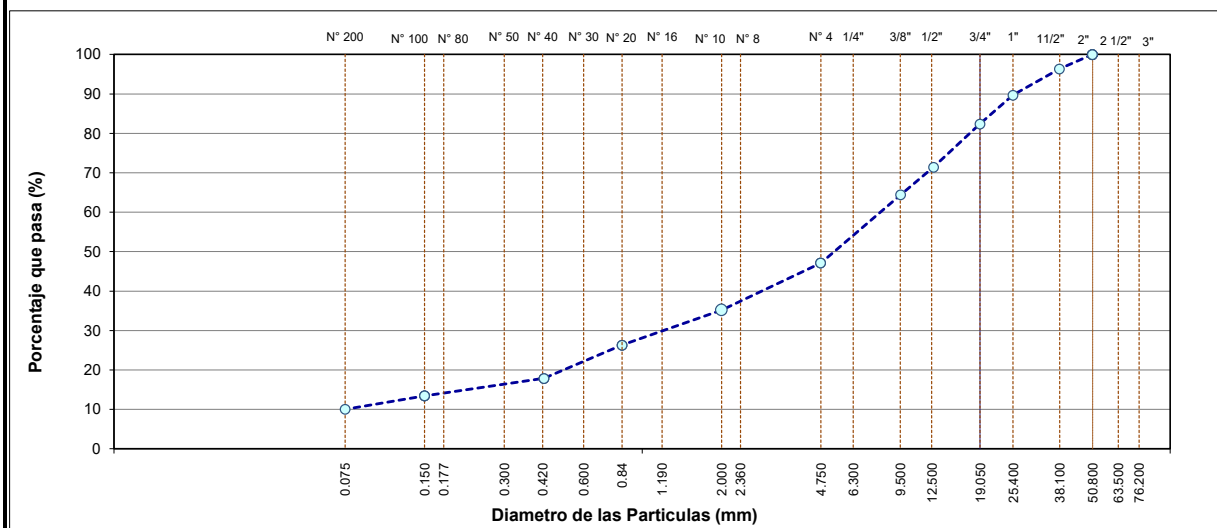

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesisistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 17/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera **Tamaño Máximo :** 2"
Peso inicial seco : 13,284 gr.
Fracción : 1101.0 gr.

Tamiz	Abertura (mm.)	Peso Retenido	Porcentaje Retenido	Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa	Especificación	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
5"	127.000						
4"	101.600						
3"	76.200						H. Natural Material (%) : 4.7
2 1/2"	63.500						Límite Líquido (LL) : 31
2"	50.800				100.0		Límite Plástico (LP) : 21
1 1/2"	38.100	486	3.7	3.7	96.3		Índice Plástico (IP) : 10
1"	25.400	882	6.6	10.3	89.7		Clasificación (SUCS) : GW-GC
3/4"	19.050	970	7.3	17.6	82.4		Clasificación (AASHTO) : A-2-4 (0)
1/2"	12.700	1459	11.0	28.6	71.4		Índice de Grupo : 0
3/8"	9.525	928	7.0	35.6	64.4		
1/4"	6.350						Grava (%) : 52.9
Nº 4	4.750	2301	17.3	52.9	47.1		Arena (%) : 37.1
Nº 8	2.360						Finos (%) : 10.0
Nº 10	2.000	278.4	11.9	64.8	35.2		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	208.1	8.9	73.7	26.3		OBSERVACIONES :
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	197.2	8.4	82.1	17.9		
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150	103.5	4.4	86.6	13.4		
Nº 200	0.075	79.8	3.4	90.0	10.0		
< Nº 200	FONDO	234.0	10.0	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPÍN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193




ENSAYO:
CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
MTC E108 - ASTM D2216

Código : CRTG-CAL-RE-02
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 17/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: de cantera

Descripción	Unidad	Ensayos	
Nro. de recipiente		-	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	1,025.6	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	979.5	
Peso del recipiente (C)	gr.	-	
Peso del agua (A-B)	gr.	46.1	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	979.5	
Cont. Humedad $W=(A-B)/(B-C)*100$	%	4.7	

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193




ENSAYO:
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
MTC E110, E111 - ASTM D424 - AASHTO T89, T90

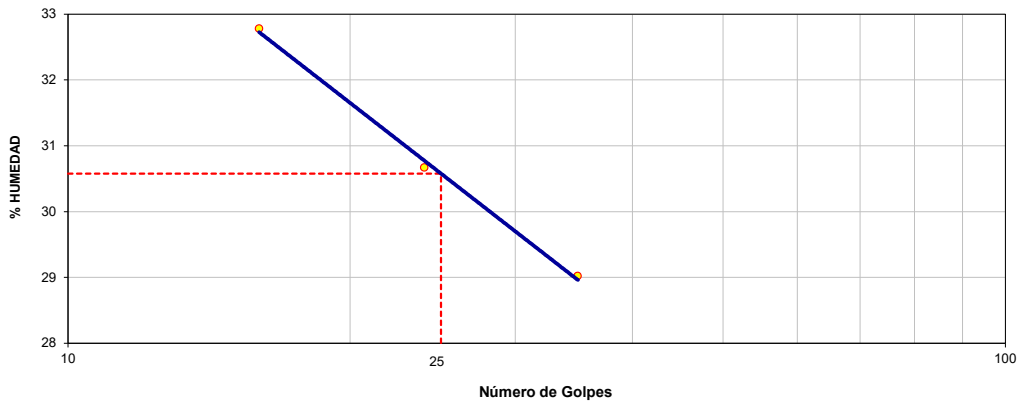
Código : CRTG-CAL-RE-03
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 18/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

Descripción	Unidad	Límite Líquido (MTC E 110)		
Nro. de recipiente		9	10	11
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	58.13	57.12	56.21
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	51.63	50.76	49.52
Peso del recipiente (C)	gr.	29.23	30.02	29.11
Peso del agua (A-B)	gr.	6.50	6.36	6.69
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	22.40	20.74	20.41
Cont. Humedad $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	29.02	30.67	32.78
Nro. DE GOLPES		35	24	16

Descripción	Unidad	Límite Plástico (MTC E 111)		
Nro. de recipiente		10	11	
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	30.21	30.65	
Peso recipiente + Suelo seco (B)	gr.	28.30	28.70	
Peso del recipiente (C)	gr.	19.16	19.39	
Peso del agua (A-B)	gr.	1.91	1.95	
Peso del suelo seco (B-C)	gr.	9.14	9.31	
Cont. de Hum. $[W=(A-B)/(B-C)*100]$	%	20.90	20.95	

RELACION HUMEDAD - NUMERO DE GOLPES



ENSAYO	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
Resultados	31	21	10

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
 PERO GARCÍA PÉREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193



ENSAYO:
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
MTC E206 - ASTM C127 - AASHTO T85

Código : CRTG-CAL-RE-12
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 17/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA: Grava >3/4"

RECIPIENTE		1	2	3	PROMEDIO
A. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire)	gr.	1935.0	1967.0		
B. Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua)	gr.	1081.0	1080.0		
C. Vol. de masa + vol de vacíos (A - B)	cc.	854.0	887.0		
D. Peso material seco en estufa (105 °C)	gr.	1916.0	1943.0		
E. Vol. de masa (C - (A - D))	gr.	835.0	863.0		
F. Pe bulk (Base seca) (D / C)	gr.	2.244	2.191		2.217
G. Pe bulk (Base saturada) (A / C)	gr/cc.	2.266	2.218		2.242
H. Pe Aparente (Base Seca) (D / E)	gr/cc.	2.295	2.251		2.273
I. % de absorción ((A - D) / D * 100)	%	0.99	1.24		1.11

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 17/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

TAMICES NORMALIZADOS				GRADACIÓN		
Pasa Tamiz		Retenido en Tamiz		A	B	C
mm	pulg.	mm	pulg.			
38.10	1 1/2"	25.40	1"	1250		
25.40	1"	19.05	3/4"	1250		
19.05	3/4"	12.70	1/2"	1251		
12.70	1/2"	9.53	3/8"	1255		
9.53	3/8"	6.35	1/4"			
6.35	1/4"	4.76	N° 04			
4.76	N°4	2.36	N° 08			
Peso Total				5006		
Perdida despues del ensayo				1443		
Peso Obtenido				3563		
N° de Esferas				12		
Peso de las Esferas				5006		
Porcentaje Obtenido				28.8		

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


 PERCY GARCIA PEREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II



 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 123193




ENSAYO:
DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE MAGNESIO
(MTC E209 - ASTM C88 - AASTHO T104)

Código : CRTG-CAL-RE-16
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 17/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

AGREGADO GRUESO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
2"	1 1/2"								
1 1/2"	1"	1000 +/- 50	1	1005.6	968.5	37.1	3.7	13.5	0.50
1"	3/4"	500 +/- 30	2	504.2	466.5	37.7	7.5	14.8	1.11
3/4"	1/2"	670 +/- 10	3	673.2	628.1	45.1	6.7	22.3	1.49
1/2"	3/8"	330 +/- 5	4	331.2	312.5	18.7	5.6	14.2	0.80
3/8"	N° 04"	300 +/- 5	5	301.8	286.5	15.3	5.1	35.2	5.38
TOTALES								100.0	9.29

AGREGADO FINO

Tamaño de Tamiz		Peso Requer. (gr.)	Recipient. N°	Peso Inicial (gr.)	Peso Final (gr.)	Pérdida		Escalonado Original %	Pérdida Corregida %
						Peso (gr.)	%		
3/8"	N° 04	100							
N° 04	N° 08	100	1	100.0	95.2	4.80	4.8	34.0	1.63
N° 08	N° 16	100	2	100.6	91.8	8.80	8.7	23.4	2.06
N° 16	N° 30	100	3	100.1	88.5	11.60	11.6	17.5	2.02
N° 30	N° 50	100	4	100.8	89.4	11.40	11.3	16.5	1.89
N° 50	N° 100	100	5	100.3	87.2	13.10	13.1	8.7	1.14
TOTALES								100.0	8.73

OBSERVACIONES : Ensayo realizado con Sulfato de Magnesio

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193



ENSAYO:
ENSAYO: ANALISIS QUIMICOS

Código : CRTG-CAL-RE-14
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_SCM-06
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 17/08/22
Material: Suelo-cemento mas Megasoil

ANALISIS QUIMICO	RESULTADOS	UNIDAD
Sales Solubles NTP 339.152	1894	ppm
Sulfatos Expresado como: Ion Sulfatos NTP 339.178	867	ppm
Cloruros Expresado como: Ion Cloruro NTP 339.177	720	ppm

OBSERVACIONES :

ELABORADO POR:

REVISADO POR:

APROBADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II



ANDERSON CASTRO ZISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193


ANEXO 03: CERTIFICADOS DE LABORATORIO

- DISEÑO DEL SUELO ESTABILIZADO CON POLIMERO MEGASOIL



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_DSCM-01
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 16/08/22
Material: 1.3 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado

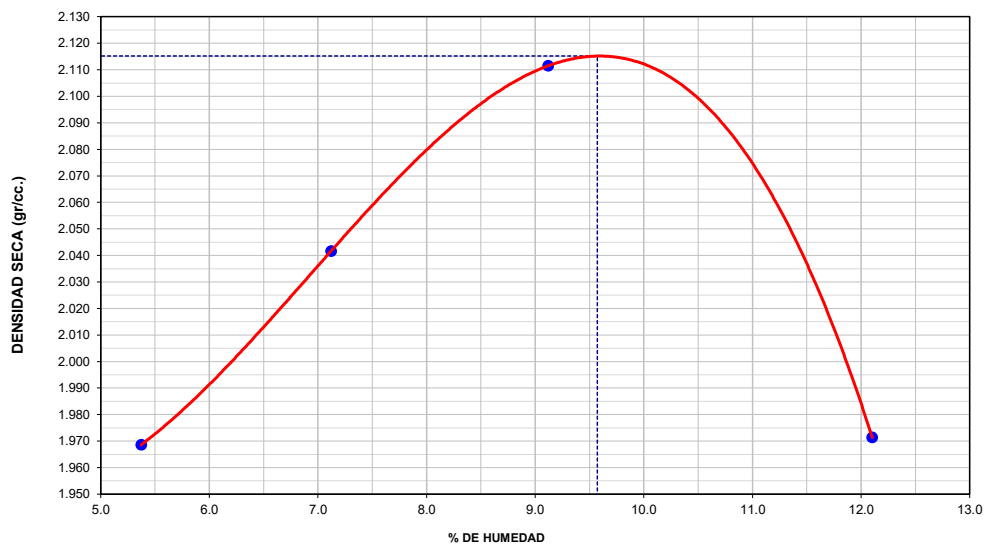
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,336	11,586	11,846	11,637	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,605	4,855	5,115	4,906	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,074	2,187	2,304	2,210	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	419.8	422.8	452.3	402.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	398.4	394.7	414.5	358.6	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	21.4	28.1	37.8	43.4	
Peso del suelo seco	gr.	398	395	415	359	
Contenido de agua	%	5.4	7.1	9.1	12.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.969	2.042	2.111	1.971	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.115	gr/cc.	Humedad óptima	9.6	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CÁRSPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

	ENSAYO: CBR DE SUELOS MTC E132 - ASTM D1883	Código : CRTG-CAL-RE-08 Revisión : 0 Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022 Registo: Huayacundo_DSCM-01 Resistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) Hecho por: Laboratorio Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Fecha: 16/08/22 Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho Página: 1 de 2 Material: 1.3 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado
--

CALCULO DEL CBR					
Molde N°	09		10		11
Capas N°	5		5		5
Golpes por capa N°	56		25		12
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,910		12,452		12,600
Peso de molde (gr)	7,961		7,721		8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	4,949		4,731		4,439
Volumen del molde (cm ³)	2,134		2,132		2,126
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.319		2.219		2.088
Tara (N°)					
Peso suelo húmedo + tara (gr)	500.0		504.0		501.0
Peso suelo seco + tara (gr)	456.0		460.0		457.0
Peso de tara (gr)	-		-		-
Peso de agua (gr)	44.0		44.0		44.0
Peso de suelo seco (gr)	456.0		460.0		457.0
Contenido de humedad (%)	9.6		9.6		9.6
Densidad seca (gr/cm ³)	2.115		2.025		1.905

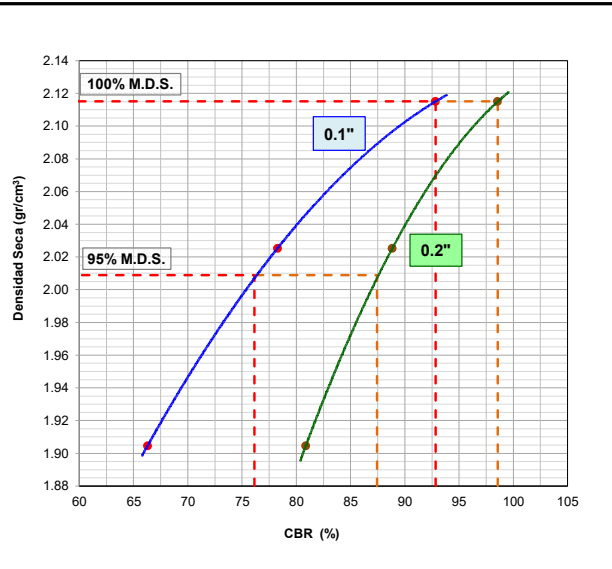
EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-09				MOLDE N° M-10				MOLDE N° M-11	
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		%	%				
16/08/22	0	11:30'										
17/08/22	24	11:30'	NO EXPANSIVO									
18/08/22	48	11:30'										
19/08/22	72	11:30'										
20/08/22	96	11:30'										

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-09				MOLDE N° M-10				MOLDE N° M-11			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		750.0	36.7			541.0	26.5			369.0	18.1		
1.270	0.050		957.0	46.8			748.0	36.6			576.0	28.2		
1.905	0.075		1165.0	57.0			956.0	46.8			784.0	38.4		
2.540	0.100	70.31	1333.0	65.3	-	92.8	1124.0	55.0	-	78.3	952.0	46.6	-	66.3
3.175	0.125		1627.0	79.6			1418.0	69.4			1246.0	61.0		
3.810	0.150		1707.0	83.6			1498.0	73.3			1326.0	64.9		
5.080	0.200	105.46	2123.0	103.9	-	98.5	1914.0	93.7	-	88.8	1742.0	85.3	-	80.9
7.620	0.300		2644.0	129.4			2435.0	119.2			2263.0	110.8		
10.160	0.400		3137.0	153.6			2928.0	143.3			2756.0	134.9		
12.700	0.500		3910.0	191.4			3701.0	181.2			3529.0	172.8		

ELABORADO POR:  PERCY GARCIA PEREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	REVISADO POR:  DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	APROBADO POR:  ANDERSON CASTRO ESPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 
--	---	--

Tesis:	Evaluación de las Propiedades Físico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_DSCM-01
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	16/08/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	1.3 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



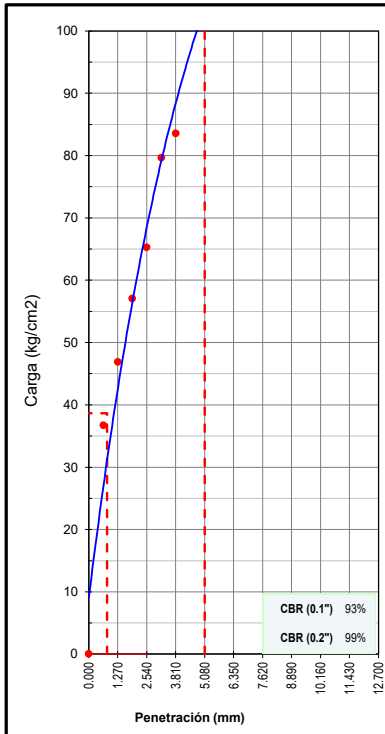
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.115
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.009

RESULTADOS:

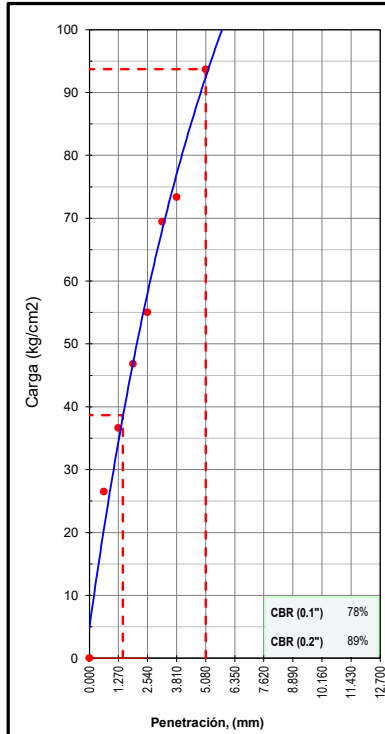
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	92.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	76.1 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	98.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	87.4 %

OBSERVACIONES:

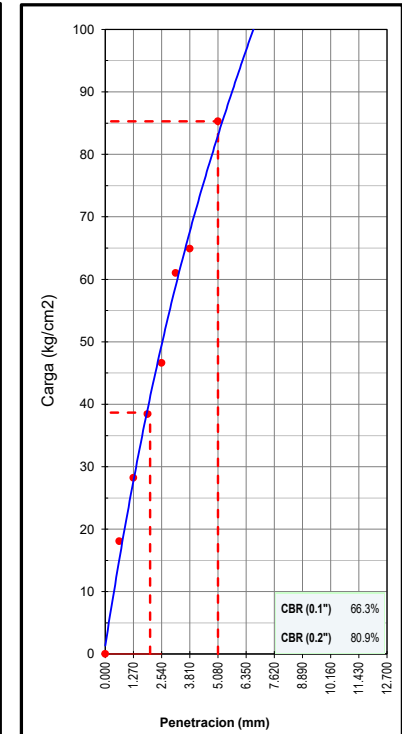
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ELABORADO POR:









 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDIVILA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPÍN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193


	ENSAYO:		Código : CRTG-CAL-RE-01									
	MOLDEO DE CUERPOS Y ROTURA DE PROBETA DE		Revisión : 0									
	SUELO - CEMENTO PARA LA VERIFICAICON DEL OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO		Fecha : Julio 2021									
Tesis: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación del Corredor Vial N° 7 - Tramo II Tesistas: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Registro: Huayacunco_DSCM_01 Tramo: Huayacunco Km 51+900 Hecho por: Laboratorio Cantera: Suelo Estabilizado con Cemento Andino + Megasoil Fecha: 15/08/22 Material: 1.3 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado												
<table border="1"> <tr> <td style="background-color: yellow;">% de Cemento adoptado</td> <td style="background-color: yellow;">1.3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">% de Megasoil adoptado</td> <td style="background-color: yellow;">2.3</td> </tr> </table>		% de Cemento adoptado	1.3	% de Megasoil adoptado	2.3							
% de Cemento adoptado	1.3											
% de Megasoil adoptado	2.3											
COMPOCISON DE MUESTRA												
RESULTADOS DE ENSAYO		DATOS DE EQUIPO			PARAMETROS							
Densidad Máxima Seca:	1.900	Pisón N°	1	Peso del Pisón 10 Lbs.		Energía Compactada: 10 Lbs						
% de Humedad Óptima:	13.3	Cilindro N°	1	2	3	4	5	6	Proctor Modificado al 95%			
% de Humedad Natural:	8.1	Volume de cilindro	1660	1669	1664	1661	1681	1659	Número de golpes: 44			
		Peso de cilindro	4870	4960	4990	4926	4883	4934	Capas: 5			
DATOS DE LA MEZCLA												
ITEMS	MATERIAL		%	OBSERVACIONES								
1	Material Acopiado de Cantera		100.0%									
2	Cemento Andino		1.3%									
3	Megasoil		2.3%									
VERIFICACION DE MOLDEO												
Número de Cilindro	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD				CUERPO DE PRUEBA				
N°	(%)	(g)	(g)	Cápsulas	Peso humedo	Peso Seco	Peso Cápsula	Água	Suelo Seco	Humedad	Densidad Humeda	Densidad Seca
1	1.30	8381	3511	N°	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g/cm3)	(g/cm3)
2	1.30	8489	3529		566.0	516.6		49.4	516.6	9.56	2.115	1.930
3	1.30	8509	3519		602.4	549.6		52.8	549.6	9.61	2.114	1.929
4	1.30	8437	3511		590.5	538.5		52.0	538.5	9.66	2.115	1.929
					521.4	475.7		45.7	475.7	9.61	2.114	1.929
					Promedio					9.61		1.929
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO		1.3 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado										
CUERPO DE PROBETA N°		1	2	3	0							
FECHA DE MOLDEO		15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022							
FECHA DE ROTURA		22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022							
EDAD (DIAS)		7	7	7	7							
LECTURA DIAL (KN)		11.21	10.86	11.74	12.01							
LECTURA DIAL (Kg)		1143.10	1107.41	1197.15	1224.68							
DIAMETRO (cm)		10.30	10.32	10.28	10.29							
AREA (cm²)		83.32	83.65	83.00	83.16							
RESISTENCIA (Kg/cm²)		13.72	13.24	14.42	14.73							
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm²)		14.03										
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:						
 PERC GARCIA PEREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 						



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_DSCM-02
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 16/08/22
Material: 1.3 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado

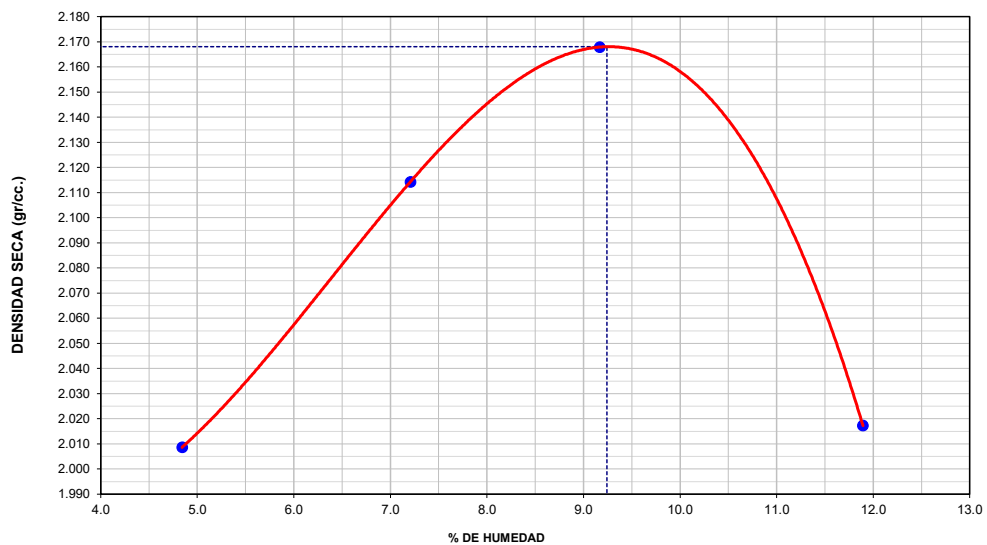
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,406	11,763	11,985	11,742	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,675	5,032	5,254	5,011	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,106	2,267	2,367	2,257	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	504.5	516.2	520.4	528.7	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	481.2	481.5	476.7	472.5	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	23.3	34.7	43.7	56.2	
Peso del suelo seco	gr.	481	482	477	473	
Contenido de agua	%	4.8	7.2	9.2	11.9	
Densidad Seca	gr/cc	2.009	2.114	2.168	2.017	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.168	gr/cc.	Humedad óptima	9.2	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:


PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO ARISPÍN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

	ENSAYO: CBR DE SUELOS MTC E132 - ASTM D1883	Código : CRTG-CAL-RE-08 Revisión : 0 Fecha : Julio 2021

Tesis:	Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_DSCM-02
Tesisistas:	Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	17/08/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	1 de 2
Material:	1.3 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado		

CALCULO DEL CBR					
Molde N°	04		05		06
Capas N°	5		5		5
Golpes por capa N°	56		25		12
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	13,016		12,542		12,797
Peso de molde (gr)	7,961		7,721		8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	5,055		4,821		4,636
Volumen del molde (cm ³)	2,133		2,118		2,135
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.370		2.276		2.171
Tara (N°)					
Peso suelo húmedo + tara (gr)	504.0		500.0		512.0
Peso suelo seco + tara (gr)	461.0		458.0		469.0
Peso de tara (gr)	-		-		-
Peso de agua (gr)	43.0		42.0		43.0
Peso de suelo seco (gr)	461.0		458.0		469.0
Contenido de humedad (%)	9.3		9.2		9.2
Densidad seca (gr/cm ³)	2.168		2.085		1.989

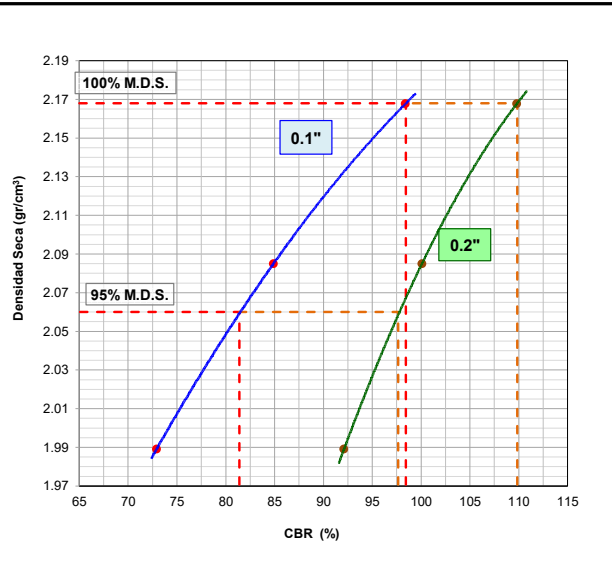
EXPANSION												
FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-04				MOLDE N° M-05				MOLDE N° M-06	
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		
				mm	%		%	%				
17/08/22	0	11:30'										
18/08/22	24	11:30'	NO EXPANSIVO									
19/08/22	48	11:30'										
20/08/22	72	11:30'										
21/08/22	96	11:30'										

PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-04				MOLDE N° M-05				MOLDE N° M-06			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		849.0	41.6			640.0	31.3			468.0	22.9		
1.270	0.050		1023.0	50.1			814.0	39.8			642.0	31.4		
1.905	0.075		1230.0	60.2			1021.0	50.0			849.0	41.6		
2.540	0.100	70.31	1413.0	69.2	-	98.4	1219.0	59.7	-	84.9	1047.0	51.3	-	72.9
3.175	0.125		1701.0	83.3			1492.0	73.0			1320.0	64.6		
3.810	0.150		1967.0	96.3			1758.0	86.1			1586.0	77.6		
5.080	0.200	105.46	2365.0	115.8	-	109.8	2156.0	105.5	-	100.1	1984.0	97.1	-	92.1
7.620	0.300		2735.0	133.9			2526.0	123.7			2354.0	115.2		
10.160	0.400		3275.0	160.3			3066.0	150.1			2894.0	141.7		
12.700	0.500		4123.0	201.8			3914.0	191.6			3742.0	183.2		

ELABORADO POR:  PERCY GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	REVISADO POR:  DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 	APROBADO POR:  ANDERSON CASTRO ESPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 
--	---	--

Tesis:	Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_DSCM-02
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	17/08/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	1.3 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado		

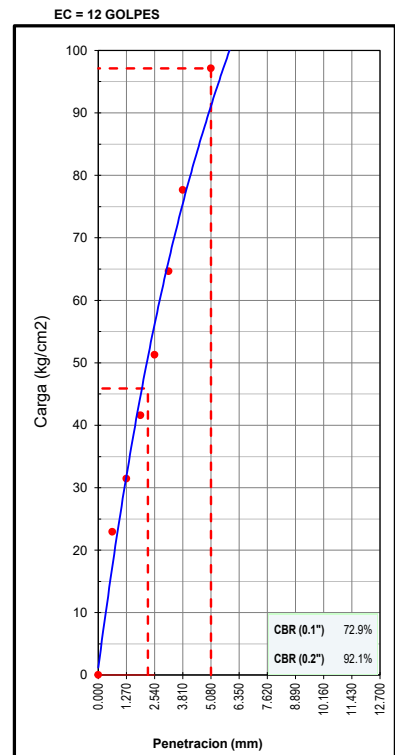
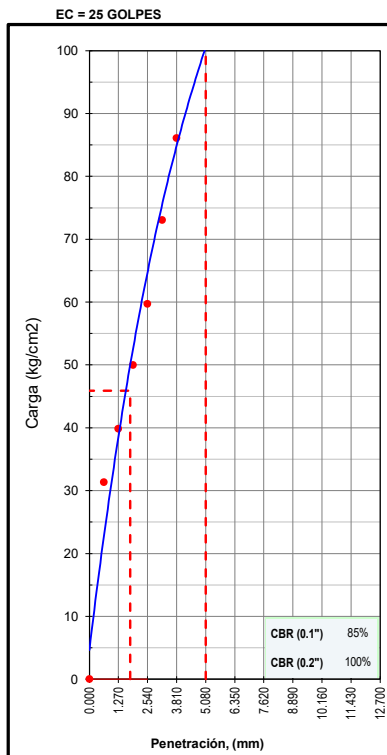
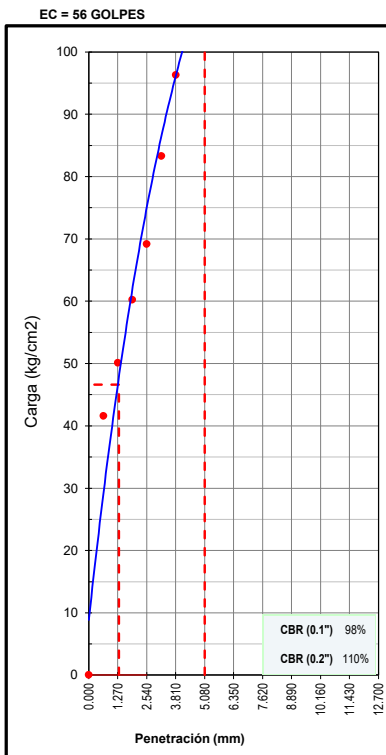
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.168
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.2
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.060

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 98.4 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 81.4 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 109.8 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 97.7 %

OBSERVACIONES:



ELABORADO POR:


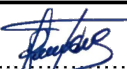



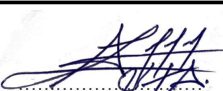


 PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


 DENIS VALDOVÍA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193


	ENSAYO:		Código : CRTG-CAL-RE-01									
	MOLDEO DE CUERPOS Y ROTURA DE PROBETA DE		Revisión : 0									
	SUELO - CEMENTO PARA LA VERIFICAICON DEL OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO		Fecha : Julio 2021									
Tesis: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación del Corredor Vial N° 7 - Tramo II Tesisistas: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Registro: Huayacundo_DSCM-02 Tramo: Huayacundo Km 51+900 Hecho por: Laboratorio Cantera: Suelo Estabilizado con Cemento Andino + Megasoil Fecha: 16/08/22 Material: 1.3 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado												
<table border="1"> <tr> <td style="background-color: yellow;">% de Cemento adoptado</td> <td style="background-color: yellow;">1.3</td> </tr> <tr> <td style="background-color: yellow;">% de Megasoil adoptado</td> <td style="background-color: yellow;">2.8</td> </tr> </table>		% de Cemento adoptado	1.3	% de Megasoil adoptado	2.8							
% de Cemento adoptado	1.3											
% de Megasoil adoptado	2.8											
COMPOCISON DE MUESTRA												
RESULTADOS DE ENSAYO		DATOS DE EQUIPO			PARAMETROS							
Densidad Máxima Seca:	2.168	Pisón N°	1	Peso del Pisón 10 Lbs.		Energía Compactada: 10 Lbs						
% de Humedad Óptima:	9.2	Cilindro N°	1	2	3	4	5	6	Proctor Modificado al 95%			
% de Humedad Natural:	6.1	Volume de cilindro	1660	1669	1664	1661	1681	1659	Número de golpes: 44			
		Peso de cilindro	4870	4960	4990	4926	4883	4934	Capas: 5			
DATOS DE LA MEZCLA												
ITEMS	MATERIAL		%	OBSERVACIONES								
1	Material Acopiado de Cantera		100.0%									
2	Cemento Andino		1.3%									
3	Megasoil		2.8%									
VERIFICACION DE MOLDEO												
Número de Cilindro	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD				CUERPO DE PRUEBA				
N°	(%)	(g)	(g)	Cápsulas	Peso humedo	Peso Seco	Peso Cápsula	Água	Suelo Seco	Humedad	Densidad Humeda	Densidad Seca
1	1.30	8469	3599		502.0	459.4		42.6	459.4	9.27	2.168	1.984
2	1.30	8574	3614		512.0	468.2		43.8	468.2	9.35	2.165	1.980
3	1.30	8594	3604		530.0	485.2		44.8	485.2	9.23	2.166	1.983
4	1.30	8528	3602		520.0	476.0		44.0	476.0	9.24	2.169	1.985
Promedio										9.28		1.983
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO		1.3 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado										
CUERPO DE PROBETA N°		1	2	3	4							
FECHA DE MOLDEO		16/08/2022		16/08/2022		16/08/2022		16/08/2022				
FECHA DE ROTURA		23/08/2022		23/08/2022		23/08/2022		23/08/2022				
EDAD (DIAS)		7		7		7		7				
LECTURA DIAL (KN)		14.26		14.87		14.05		15.04				
LECTURA DIAL (Kg)		1454.12		1516.32		1432.70		1533.65				
DIAMETRO (cm)		10.30		10.32		10.28		10.29				
AREA (cm²)		83.32		83.65		83.00		83.16				
RESISTENCIA (Kg/cm²)		17.45		18.13		17.26		18.44				
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm²)		17.82										
ELABORADO POR:			REVISADO POR:				APROBADO POR:					
 PERO GARCIA PEREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 				 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 					



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_DSCM-03
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 17/08/22
Material: 1.8 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado

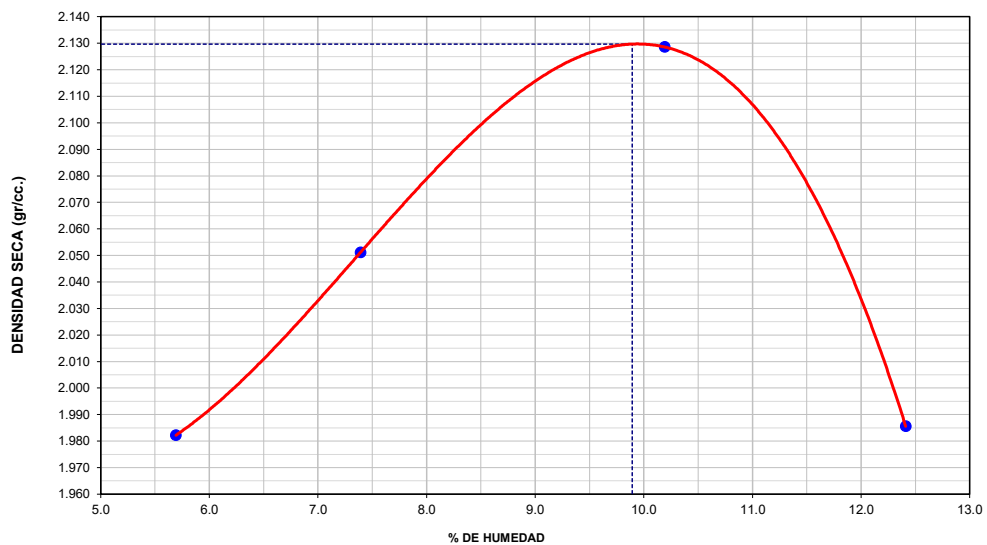
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,382	11,621	11,938	11,686	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,651	4,890	5,207	4,955	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.095	2.203	2.345	2.232	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	516.2	504.2	510.4	517.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	488.4	469.5	463.2	460.1	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	27.8	34.7	47.2	57.1	
Peso del suelo seco	gr.	488	470	463	460	
Contenido de agua	%	5.7	7.4	10.2	12.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.982	2.051	2.129	1.986	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.130	gr/cc.	Humedad óptima	9.9	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:








PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

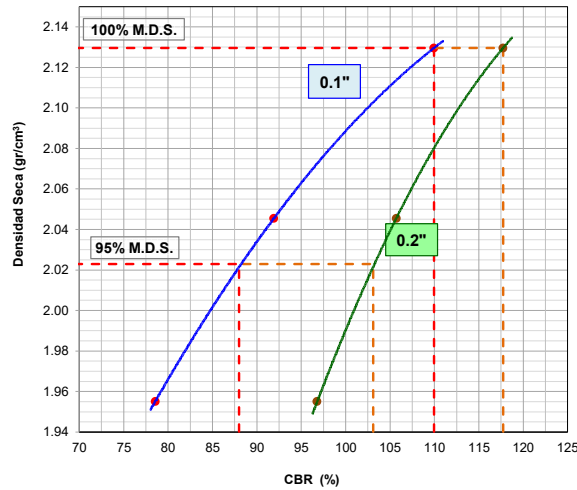
APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

		ENSAYO: CBR DE SUELOS MTC E132 - ASTM D1883				Código : CRTG-CAL-RE-08 Revisión : 0 Fecha : Julio 2021								
Tesis:		Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022												
Tesisistas:		Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental)				Registro: Huayacundo_DSCM-03								
Tramo:		Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A				Hecho por: Laboratorio								
Cantera:		HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho				Fecha: 17/08/22								
Material:		1.8 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado				Página: 1 de 2								
CALCULO DEL CBR														
Molde N°	13		14		15									
Capas N°	5		5		5									
Golpes por capa N°	56		25		12									
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO									
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,927		12,496		12,704									
Peso de molde (gr)	7,961		7,721		8,161									
Peso del suelo húmedo (gr)	4,966		4,775		4,543									
Volumen del molde (cm ³)	2,122		2,126		2,115									
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.340		2.246		2.148									
Tara (N°)														
Peso suelo húmedo + tara (gr)	500.0		504.0		512.0									
Peso suelo seco + tara (gr)	455.0		459.0		466.0									
Peso de tara (gr)	-		-		-									
Peso de agua (gr)	45.0		45.0		46.0									
Peso de suelo seco (gr)	455.0		459.0		466.0									
Contenido de humedad (%)	9.9		9.8		9.9									
Densidad seca (gr/cm ³)	2.130		2.045		1.955									
EXPANSION														
FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-13		MOLDE N° M-14		MOLDE N° M-15							
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION				
				mm	%		%	%						
17/08/22	0	11:30'												
18/08/22	24	11:30'	NO EXPANSIVO											
19/08/22	48	11:30'												
20/08/22	72	11:30'												
21/08/22	96	11:30'												
PENETRACION														
PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-13				MOLDE N° M-14				MOLDE N° M-15			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		978.0	47.9			719.0	35.2			527.0	25.8		
1.270	0.050		1219.0	59.7			960.0	47.0			768.0	37.6		
1.905	0.075		1401.0	68.6			1142.0	55.9			950.0	46.5		
2.540	0.100	70.31	1579.0	77.3	-	109.9	1320.0	64.6	-	91.9	1128.0	55.2	-	78.5
3.175	0.125		1918.0	93.9			1659.0	81.2			1467.0	71.8		
3.810	0.150		2136.0	104.6			1877.0	91.9			1685.0	82.5		
5.080	0.200	105.46	2536.0	124.1	-	117.7	2277.0	111.5	-	105.7	2085.0	102.1	-	96.8
7.620	0.300		2904.0	142.2			2645.0	129.5			2453.0	120.1		
10.160	0.400		3507.0	171.7			3248.0	159.0			3056.0	149.6		
12.700	0.500		4469.0	218.8			4250.0	208.0			4058.0	198.6		
ELABORADO POR:			REVISADO POR:					APROBADO POR:						
 PERCY GARCIA PEREZ TECNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 					 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 						

Tesis:	Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_DSCM-03
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	17/08/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	1.8 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado		

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



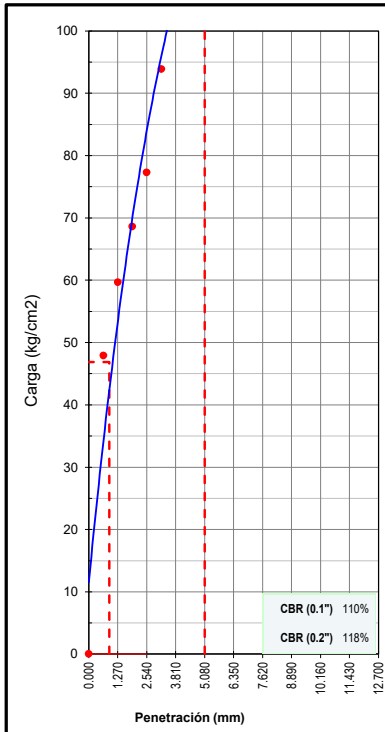
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.130
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.9
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.023

RESULTADOS:

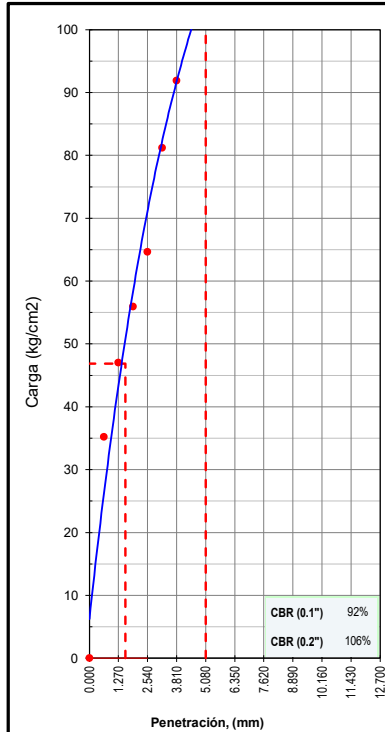
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	=	110.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	=	88.0 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	=	117.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	=	103.1 %

OBSERVACIONES:

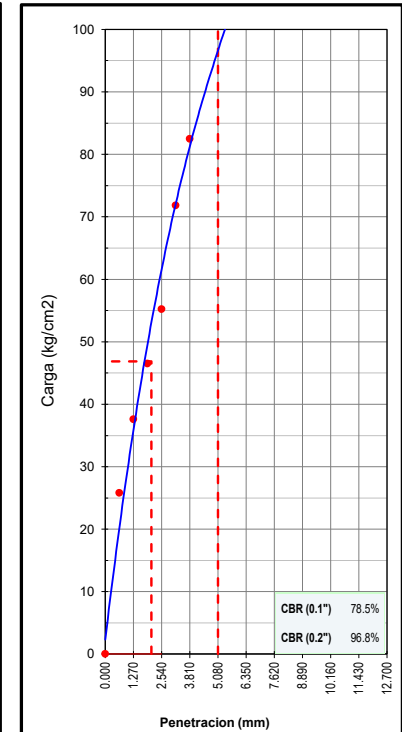
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



ELABORADO POR:


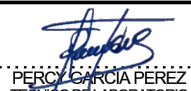



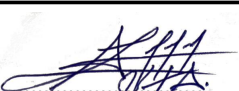


PERO GARCIA PEREZ
 TECNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 129193


	ENSAYO:		Código : CRTG-CAL-RE-01									
	MOLDEO DE CUERPOS Y ROTURA DE PROBETA DE		Revisión : 0									
	SUELO - CEMENTO PARA LA VERIFICAICON DEL OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO		Fecha : Julio 2021									
Tesis: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación del Corredor Vial N° 7 - Tramo II Tesisistas: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Registro: Huayacunco_DSCM_03 Tramo: Huayacunco Km 51+900 Hecho por: Laboratorio Cantera: Suelo Estabilizado con Cemento Andino + Megasoil Fecha: 17/08/22 Material: 1.8 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado												
<table border="1"> <tr> <td>% de Cemento adoptado</td> <td style="text-align: center;">1.8</td> </tr> <tr> <td>% de Megasoil adoptado</td> <td style="text-align: center;">2.3</td> </tr> </table>		% de Cemento adoptado	1.8	% de Megasoil adoptado	2.3							
% de Cemento adoptado	1.8											
% de Megasoil adoptado	2.3											
COMPOCISON DE MUESTRA												
RESULTADOS DE ENSAYO		DATOS DE EQUIPO			PARAMETROS							
Densidad Máxima Seca:	2.130	Pisón N°	1	Peso del Pisón 10 Lbs.		Energía Compactada: 10 Lbs						
% de Humedad Óptima:	9.9	Cilindro N°	1	2	3	4	5	6	Proctor Modificado al 95%			
% de Humedad Natural:	5.7	Volume de cilindro	1660	1669	1664	1661	1681	1659	Número de golpes: 44			
		Peso de cilindro	4870	4960	4990	4926	4883	4934	Capas: 5			
DATOS DE LA MEZCLA												
ITEMS	MATERIAL		%	OBSERVACIONES								
1	Material Acopiado de Cantera		100.0%									
2	Cemento Andino		1.8%									
3	Megasoil		2.3%									
VERIFICACION DE MOLDEO												
Número de Cilindro	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD			CUERPO DE PRUEBA					
N°	(%)	(g)	(g)	Cápsulas	Peso humedo	Peso Seco	Peso Cápsula	Água	Suelo Seco	Humedad	Densidad Humeda	Densidad Seca
1	1.80	8405	3535	N°	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g/cm3)	(g/cm3)
2	1.80	8517	3557		520.0	473.0		47.0	473.0	9.94	2.130	1.937
3	1.80	8534	3544		510.0	464.0		46.0	464.0	9.91	2.131	1.939
4	1.80	8468	3542		512.0	466.0		46.0	466.0	9.87	2.130	1.938
					507.0	461.0		46.0	461.0	9.98	2.132	1.939
Promedio										9.92		1.938
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO				1.8 % de Cemento adoptado + 2.3% de Megasoil adoptado								
CUERPO DE PROBETA N°				1	2	3	4					
FECHA DE MOLDEO				17/08/2022	17/08/2022	17/08/2022	17/08/2022					
FECHA DE ROTURA				24/08/2022	24/08/2022	24/08/2022	24/08/2022					
EDAD (DIAS)				7	7	7	7					
LECTURA DIAL (KN)				18.52	19.20	18.85	19.54					
LECTURA DIAL (Kg)				1888.51	1957.85	1922.16	1992.53					
DIAMETRO (cm)				10.25	10.29	10.31	10.30					
AREA (cm²)				82.52	83.16	83.48	83.32					
RESISTENCIA (Kg/cm²)				22.89	23.54	23.02	23.91					
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm²)				23.34								
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:						
 PERCY GARCIA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 123183 						



ENSAYO:
PROCTOR MODIFICADO
MTC E115 - ASTM D1557

Código : CRTG-CAL-RE-05
Revisión : 0
Fecha : Julio 2021

Tesis: Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_DSCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 18/08/22
Material: 1.8 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado

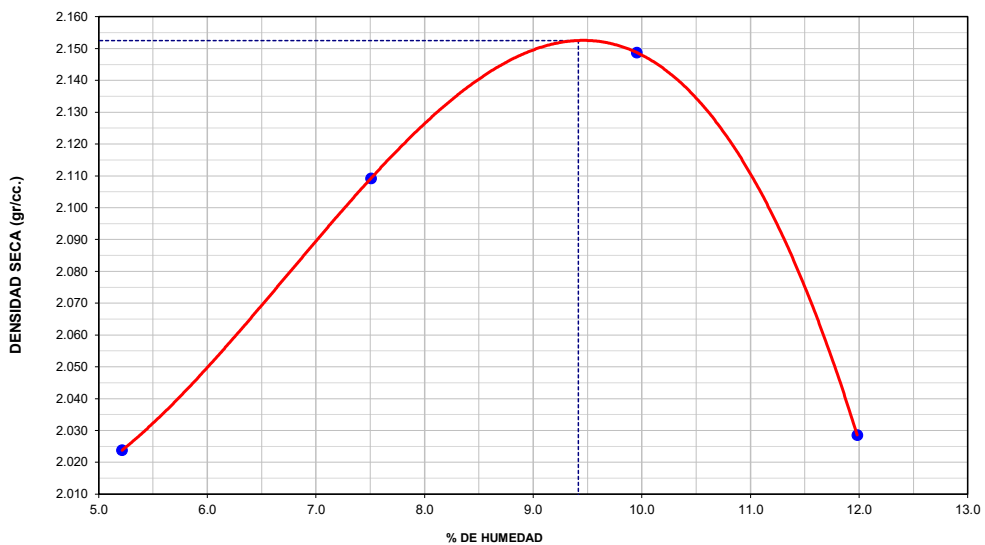
Molde Numero.	01	Volumen Molde	2220	m3.	Numero de capas	5
		Peso Molde	6731	gr.	Numero de golpes	56

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,458	11,765	11,976	11,774	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,727	5,034	5,245	5,043	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.129	2.268	2.363	2.272	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	500.4	500.1	500.5	500.0	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	475.6	465.2	455.2	446.5	
Peso de la Tara	gr.	-	-	-	-	
Peso del agua	gr.	24.8	34.9	45.3	53.5	
Peso del suelo seco	gr.	476	465	455	447	
Contenido de agua	%	5.2	7.5	10.0	12.0	
Densidad Seca	gr/cc	2.024	2.109	2.149	2.029	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	2.153	gr/cc.	Humedad óptima	9.4	%
----------------------	-------	--------	----------------	-----	---

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES :

Método de Ensayo "C"

ELABORADO POR:

PERCY GARCÍA PÉREZ
TECNICO DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

REVISADO POR:

DENIS VALDIVIA FLORES
JEFE DE LABORATORIO
Corredor Vial 07 Tramo II

APROBADO POR:

ANDERSON CASTRO CRISPIN
Esp. En Suelos y Pavimentos
CIP 129193

Tesis: Evaluacion de las Propiedades Fisico-Mecanicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022
Tesistas: Anali Villalba - Pilar Venegas (Universidad Continental) **Registro:** Huayacundo_DSCM-04
Tramo: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A **Hecho por:** Laboratorio
Cantera: HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho **Fecha:** 18/08/22
Material: 1.8 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado **Página:** 1 de 2

CALCULO DEL CBR

Molde N°	01	02	03
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (gr)	12,902	12,475	12,694
Peso de molde (gr)	7,961	7,721	8,161
Peso del suelo húmedo (gr)	4,941	4,754	4,533
Volumen del molde (cm ³)	2,099	2,109	2,113
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.354	2.254	2.145
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (gr)	504.0	500.0	503.0
Peso suelo seco + tara (gr)	461.0	457.0	460.0
Peso de tara (gr)	-	-	-
Peso de agua (gr)	43.0	43.0	43.0
Peso de suelo seco (gr)	461.0	457.0	460.0
Contenido de humedad (%)	9.3	9.4	9.3
Densidad seca (gr/cm ³)	2.153	2.060	1.962

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	MOLDE N° M-01		MOLDE N° M-02		MOLDE N° M-03						
			DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION			
				mm	%		%	%					
18/08/22	0	11:30'											
19/08/22	24	11:30'											
20/08/22	48	11:30'											
21/08/22	72	11:30'											
22/08/22	96	11:30'											

NO EXPANSIVO

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N° M-01				MOLDE N° M-02				MOLDE N° M-03			
			CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
mm	pulg.	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%	Kg	kg/cm ²	kg/cm ²	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		1078.0	52.8			804.0	39.4			628.0	30.7		
1.270	0.050		1292.0	63.2			1018.0	49.8			842.0	41.2		
1.905	0.075		1534.0	75.1			1260.0	61.7			1084.0	53.1		
2.540	0.100	70.31	1762.0	86.3	-	122.7	1496.0	73.2	-	104.2	1320.0	64.6	-	91.9
3.175	0.125		2024.0	99.1			1750.0	85.7			1574.0	77.1		
3.810	0.150		2234.0	109.4			1960.0	95.9			1784.0	87.3		
5.080	0.200	105.46	2752.0	134.7	-	127.7	2339.0	114.5	-	108.6	2163.0	105.9	-	100.4
7.620	0.300		3495.0	171.1			2725.0	133.4			2549.0	124.8		
10.160	0.400		4028.0	197.2			3427.0	167.8			3251.0	159.1		
12.700	0.500		4715.0	230.8			4441.0	217.4			4265.0	208.8		

ELABORADO POR:


 PERO GARCIA PEREZ
 TECNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:

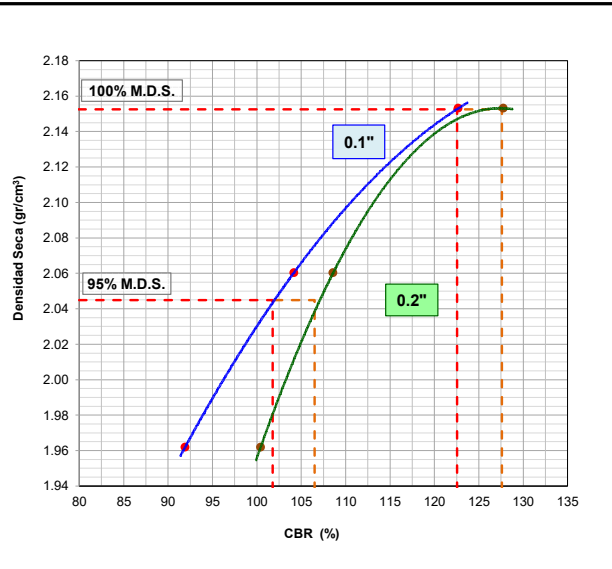

 DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


 ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 QIP 123193


Tesis:	Evaluación de las Propiedades Fisico-Mecánicas entre un Suelo estabilizado con Cemento y Suelo con Aditivo 2022	Registro:	Huayacundo_DSCM-04
Tesistas:	Anali Villaiba - Pilar Venegas (Universidad Continental)	Hecho por:	Laboratorio
Tramo:	Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A	Fecha:	18/08/22
Cantera:	HUAYACUNDO Km. 51+900 Lado Derecho	Página:	2 de 2
Material:	1.8 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado		

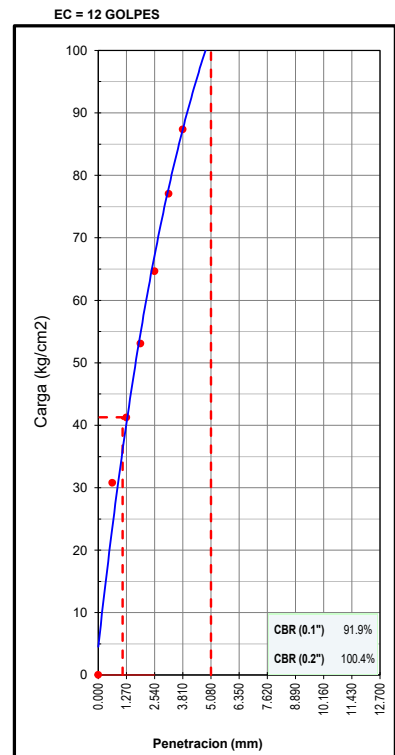
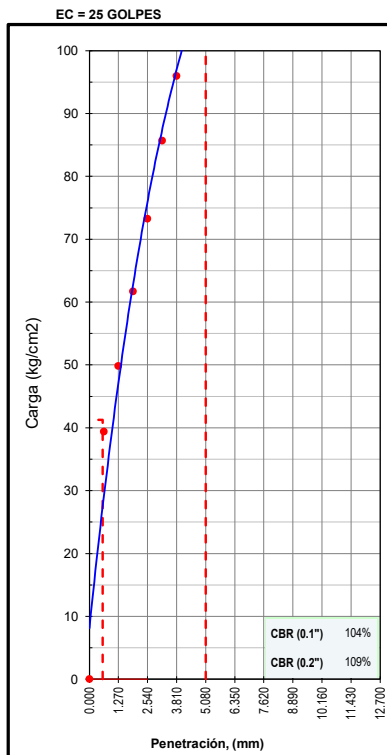
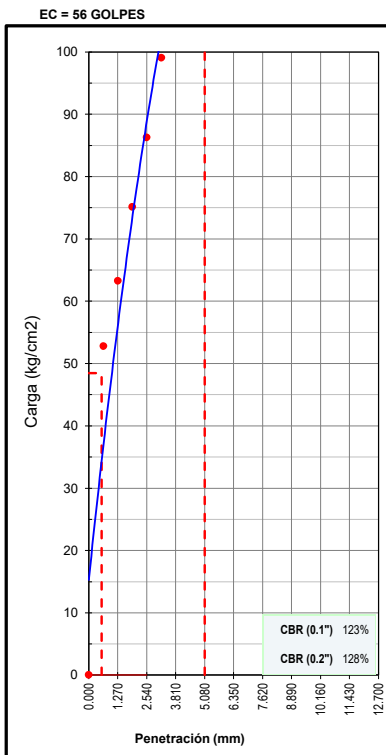
REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.153
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 9.4
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³)	: 2.045

RESULTADOS:	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.1"	= 122.5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.1"	= 101.8 %
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0.2"	= 127.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0.2"	= 106.5 %

OBSERVACIONES:



ELABORADO POR:


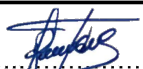






PERCY GARCÍA PÉREZ
 TÉCNICO DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


REVISADO POR:


DENIS VALDIVIA FLORES
 JEFE DE LABORATORIO
 Corredor Vial 07 Tramo II


APROBADO POR:


ANDERSON CASTRO CRISPIN
 Esp. En Suelos y Pavimentos
 CIP 125193


	ENSAYO:		Código : CRTG-CAL-RE-01									
	MOLDEO DE CUERPOS Y ROTURA DE PROBETA DE		Revisión : 0									
	SUELO - CEMENTO PARA LA VERIFICAICON DEL OPTIMO CONTENIDO DE CEMENTO		Fecha : Julio 2021									
Tesis: Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación del Corredor Vial N° 7 - Tramo II Tesisistas: Tramo 14 Emp. PE-28D (Dv, Sinto) - Emp. PE-28A Registro: Huayacunco_DSCM_04 Tramo: Huayacunco Km 51+900 Hecho por: Laboratorio Cantera: Suelo Estabilizado con Cemento Andino + Megasoil Fecha: 18/08/22 Material: 1.8 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado												
<table border="1"> <tr> <td>% de Cemento adoptado</td> <td style="text-align: center;">1.8</td> </tr> <tr> <td>% de Megasoil adoptado</td> <td style="text-align: center;">2.8</td> </tr> </table>		% de Cemento adoptado	1.8	% de Megasoil adoptado	2.8							
% de Cemento adoptado	1.8											
% de Megasoil adoptado	2.8											
COMPOCISON DE MUESTRA												
RESULTADOS DE ENSAYO		DATOS DE EQUIPO			PARAMETROS							
Densidad Máxima Seca:	2.153	Pisón N°	1	Peso del Pisón 10 Lbs.		Energía Compactada: 10 Lbs						
% de Humedad Óptima:	9.4	Cilindro N°	1	2	3	4	5	6	Proctor Modificado al 95%			
% de Humedad Natural:	6.0	Volume de cilindro	1660	1669	1664	1661	1681	1659	Número de golpes: 44			
		Peso de cilindro	4870	4960	4990	4926	4883	4934	Capas: 5			
DATOS DE LA MEZCLA												
ITEMS	MATERIAL		%	OBSERVACIONES								
1	Material Acopiado de Cantera		100.0%									
2	Cemento Andino		1.8%									
3	Megasoil		2.8%									
VERIFICACION DE MOLDEO												
Número de Cilindro	Porcent. de Cemento en peso	Peso del molde mas material	Peso de material humedo	DETERMINACION DE PORCENTAJE DE HUMEDAD			CUERPO DE PRUEBA					
N°	(%)	(g)	(g)	Cápsulas	Peso humedo	Peso Seco	Peso Cápsula	Água	Suelo Seco	Humedad	Densidad Humeda	Densidad Seca
1	1.80	8447	3577	N°	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(%)	(g/cm3)	(g/cm3)
2	1.80	8545	3585		504.0	460.5		43.5	460.5	9.45	2.155	1.969
3	1.80	8583	3593		502.0	458.7		43.3	458.7	9.44	2.148	1.963
4	1.80	8496	3570		500.0	456.8		43.2	456.8	9.46	2.159	1.973
					501.0	457.2		43.8	457.2	9.58	2.149	1.961
Promedio										9.48		1.966
PORCETAJE DE CEMENTO EN PESO				1.8 % de Cemento adoptado + 2.8% de Megasoil adoptado								
CUERPO DE PROBETA N°				1	2	3	4					
FECHA DE MOLDEO				18/08/2022	18/08/2022	18/08/2022	18/08/2022					
FECHA DE ROTURA				25/08/2022	25/08/2022	25/08/2022	25/08/2022					
EDAD (DIAS)				7	7	7	7					
LECTURA DIAL (KN)				23.65	25.24	24.75	26.12					
LECTURA DIAL (Kg)				2411.63	2573.76	2523.80	2663.50					
DIAMETRO (cm)				10.29	10.32	10.28	10.30					
AREA (cm²)				83.16	83.65	83.00	83.32					
RESISTENCIA (Kg/cm²)				29.00	30.77	30.41	31.97					
RESISTENCIA MEDIA (Kg/cm²)				30.54								
ELABORADO POR:			REVISADO POR:			APROBADO POR:						
 PERCE GARCÍA PÉREZ TÉCNICO DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 DENIS VALDIVIA FLORES JEFE DE LABORATORIO Corredor Vial 07 Tramo II 			 ANDERSON CASTRO CRISPIN Esp. En Suelos y Pavimentos CIP 129193 						

ANEXO 04:

PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LOS DISEÑO DE SUELO MAS CEMENTO Y SUELO CEMENTO MAS ADITIVO QUIMICO TIPO POLIMERO



Foto 01. Toma de muestras de cantera



Foto 02. Toma de muestra de cantera



Foto 03. Recepción de muestra en laboratorio



Foto 04. Recepción de muestra en laboratorio



Foto 05. Ensayo de determinación de humedad natural en cocina



Foto 06. Cuarteo para la obtención de muestras representativa



Foto 07. Ensayo de granulometría



Foto 08. Ensayo de limite plástico

PANEL FOTOGRAFICO ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LOS DISEÑO DE SUELO MAS CEMENTO Y SUELO CEMENTO MAS ADITIVO QUIMICO TIPO POLIMERO



Foto 09. Ensayo de límite líquido



Foto 10. Ensayo peso específico



Foto 11. Ensayo Proctor Modificado



Foto 12. Ensayo CBR



Foto 13. Ensayo Abrasion de los ángeles



Foto 14. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio



Foto 15. Procedimiento para preparación de suelo grueso de fino



Foto 16. Procedimiento para preparación de suelo

PANEL FOTOGRAFICO ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LOS DISEÑO DE SUELO MAS CEMENTO Y SUELO CEMENTO MAS ADITIVO QUIMICO TIPO POLIMERO



Foto 17. Preparación de suelo para muestreo suelo cemento



Foto 18. Preparación de suelo para diseño suelo cemento



Foto 19. Humedecimiento y homogenización de la mezcla suelo cemento para el respectivo molde



Foto 20. Moldeo de suelo cemento



Foto 21. Extracción de la probeta suelo cemento del molde



Foto 22. Moldeo de muestras con diferentes porcentajes de cemento



Foto 23. Preparación de muestras con bolsas plasticas para el respectivo curado



Foto 24. Colocación de moldes de suelo cemento en camara humeda para el curado de las probetas

PANEL FOTOGRAFICO ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LOS DISEÑO DE SUELO MAS CEMENTO Y SUELO CEMENTO MAS ADITIVO QUIMICO TIPO POLIMERO



Foto 25. Moldes post-curado ya listas para la compresion simple



Foto 26. Ejecucion de ensayo de compresion simple de probetas de suelo-cemento



Foto 27. Pesado del polimero Megasoil para el uso en los ensayos de CBR



Foto 28. Pesado del polimero Megasoil para el uso en las probetas de suelo cemento mas aditivo



Foto 29. Moldeo de CBR y posterior pesado para la determinacion de la densidad



Foto 30. Saturacion de moldes de CBR moldeados con suelo cemento mas aditivo



Foto 31. Escorrido de probetas de CBR para la posterior penetracion



Foto 32. Preparacion de muestras para la determinacion de la penetracion de los ensayos e CBR

PANEL FOTOGRAFICO ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LOS DISEÑO DE SUELO MAS CEMENTO Y SUELO CEMENTO MAS ADITIVO QUIMICO TIPO POLIMERO



Foto 33. Penetracion de CBR en una maquina manual con lector digital



Foto 34. Muestras post-penetracion



Foto 29. Probetas post-curado para la compresi3n simple de probetas suelo cemento mas aditivo



Foto 30. Digitalizacion de certificados de laboratorio y trabajo de gabinete

ANEXO 05:

CERTIFICADOS DE CALIBRACIONES DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO

RELACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO PROPIOS DE CRTG

ITEM	CANT.	UND	EQUIPOS	MARCA	MODELO	SERIE	CODIGO CERT DE CALIBRACION NUEVA
01	1	Und	Estufa digital de 86 litros	FZA	HORFZA-00319	00920HOR	N° LMI-002-2022
02	1	Und	Horno eléctrico de laboratorio 56 litros	FZA	HORFZA-00319	01020HOR	N° LMI-003-2022
03	1	Und	Balanza digital de 50 kg d=5g	OHAUS	T24PE	B000380JCX	N° LMA-017-2022
04	1	Und	Balanza digital de 30 kg d=1g	OHAUS	R21PE30	8340110264	N° LMA-018-2022
05	1	Und	Balanza digital de 620 g d=0.01g	OHAUS	NV622	8341205548	N° LMA-011-2022
06	1	Und	Balanza digital de 30 kg d=1g	OHAUS	R31PE30	8341406592	N° LMA-019-2022
07	1	Und	Balanza digital de 30 kg d=1g	OHAUS	R31PE30	8341406572	N° LMA-021-2022
08	1	Und	Balanza digital de 6200 gr d=0.1g	OHAUS	SPX6201	C039123786	N° LMA-020-2022
09	1	Und	Balanza digital de 30 kg d=1g	TSCALE	QHW-30	104329113021	N° LMA-022-2022
10	1	Und	Manómetro determinador de humedad - Speedy Capacidad=20g	KAIZACORP	NO INDICA	2605	N° LBS-009-2022
11			Balanza digital de Speedy de 500 gr d=0.1g	NO INDICA	MH-500	K21-047	N° LMA-01-2022
12	1	Und	Manómetro determinador de humedad - Speedy Capacidad=20g	KAIZACORP	NO INDICA	2606	N° LBS-010-2022
13			Balanza digital de Speedy de 500 gr d=0.1g	NO INDICA	MH-500	K21-048	N° LMA-015-2022
14	1	Und	Termómetro Digital	THERMOLAB	DIG.TERMOMETER	K21-050	N° LT-006-2022
15	1	Und	Termómetro Digital	THERMOLAB	DIG.TERMOMETER	K21-051	N° LT-007-2022
16	1	Und	Calibrador digital 12"/300mmx0.01mm/0.0005"	INSIZE	1108-300W	2010171201	N° LLA-019-2022
17	1	Und	Prensa para ensayos CBR manual digital	NACIONAL	-----	-----	N° LFP-002-2022
18	1	Und	Dial indicador 1"x0.001"	INSIZE	2307-1	5519	N° LLA-017-2022
19	1	Und	Dial indicador 1"x0.001"	INSIZE	2307-1	5494	N° LLA-018-2022
20	1	Und	Prensa Hidráulica (Maquina de Ensayos Uniaxial)	KAIZACORP	DYE-2000	211014	N° 0044-CFP-2022
21	1	Und	Máquina de Abrasión Los Ángeles	NACIONAL	MH-II	210328	N° LBS-011-2022
22	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 3"	FZA	-----	202001297	N° LLA-170-2022
23	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 2 1/2"	FZA	-----	202001321	N° LLA-171-2022

24	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 2"	FZA	-----	202001301	N° LLA-167-2022
25	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 1 1/2"	FZA	-----	202001304	N° LLA-168-2022
26	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 1"	FZA	-----	202001306	N° LLA-169-2022
27	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 1/2"	FZA	-----	202001254	N° LLA-173-2022
28	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 3/4"	FZA	-----	202001329	N° LLA-172-2022
29	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 3/4"	FORNEY		BS8F959881	N° LLA-188-2022
30	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 3/4"	FORNEY		BS8F959875	N° LLA-189-2022
31	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 3/8"	FZA	-----	202001310	N° LLA-174-2022
32	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla de 1/4"	FZA	-----	202001314	N° LLA-175-2022
33	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 4	FZA	-----	202001274	N° LLA-176-2022
34	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 8	FZA	-----	202001275	N° LLA-177-2022
35	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 10	FZA	-----	202001280	N° LLA-178-2022
36	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 16	FZA	-----	202001283	N° LLA-179-2022
37	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 20	FZA	-----	202001288	N° LLA-180-2022
38	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 30	FZA	-----	202001213	N° LLA-181-2022
39	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 40	FZA	-----	202001218	N° LLA-182-2022
40	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 50	FZA	-----	202001292	N° LLA-183-2022
41	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 60	FZA	-----	202001322	N° LLA-184-2022
42	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 80	FZA	-----	202001317	N° LLA-185-2022
43	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 100	FZA	-----	202001295	N° LLA-186-2022
44	1	Und	Tamiz de 8" diámetro con acero malla N° 200	FZA	-----	202001333	N° LLA-187-2022



Fecha de emisión 2022/01/28

Solicitante CHINA RAILWAY TUNNEL GROUP CO., LTD
SUCURSAL DEL PERU

Dirección AV. ALFREDO BENAVIDES NRO. 768 INT. 401 URB.
LEURO LIMA - LIMA - MIRAFLORES

Instrumento de medición BALANZA

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 620 g

División de escala Resolución 0.01 g

División de verificación (e) 0.01 g

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante OHAUS

Modelo NV622

N° de serie 8341205548

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos

Lugar de calibración Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos -
Huaytará - Huancavelica

Fecha de calibración 2022/01/28

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 310 g			Carga L1= 620 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	310,0	0,001	-0,001	620	0,005	-0,002
2	310,0	0,002	-0,004	620	0,004	-0,004
3	310,0	0,004	-0,005	620	0,006	-0,004
4	310,0	0,003	-0,007	620	0,003	-0,008
5	310,0	0,003	-0,006	620	0,005	-0,011
6	310,0	0,004	-0,001	620	0,001	-0,012
7	310,0	0,004	-0,004	620	0,003	-0,01
8	310,0	0,007	-0,007	620	0,002	-0,008
9	310,0	0,006	-0,003	620	0,004	-0,007
10	310,0	0,005	-0,003	620	0,002	-0,006

Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)	Error Máximo Permitido (g)
310	0	0,05
620	0	0,2





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0,004	-0,001	100	100	0,006	-0,001	0,001
2		1	0,006	-0,004		100	0,003	-0,001	0,004
3		1	0,005	0,004		100	0,004	-0,002	-0,005
4		1	0,007	0,001		100	0,001	0,004	0,003
5		1	0,009	-0,002		100	0,004	0,004	0,002

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0.050	0.50	0,004	-0,001		0.49				0,1
1.00	1.00	0,006	0,004	0,004	1.00	0,006	0,001	0,002	0,1
5.00	5.00	0,001	-0,001	0,001	5.00	0,005	0,004	-0,003	0,1
10.00	10.00	0,002	0,004	0,005	10.00	0,008	-0,003	-0,003	0,1
50.00	49.99	0,006	0,002	0,008	49.99	0,005	0,005	0,001	0,1
100.00	99.99	0,004	0,007	0,001	99.99	0,004	-0,004	0,003	0,1
150.00	299.97	0,005	0,004	0,003	299.97	0,01	0,004	0,001	0,1
300.00	399.99	0,004	0,001	0,005	499.49	0,005	-0,03	-0,002	0,1
500.00	499.99	0,009	0,004	0,004	600.00	0,003	-0,008	-0,01	0,5
600.00	599.99	0,016	0,008	0,001	620.00	0,015	-0,011	-0,01	0,5
620.00	620.00	0,21	0,001	0,005	620.00	0,02	-0,014	-0,015	0,5

Legenda

I: Indicación de la balanza

ΔL: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E₀: Error en cero

E_c: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.00060 \text{ g}^2 + 0.0000006710118 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 75.226733020 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza : (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0688-LM-2021

Página 1 de 2

FECHA DE EMISIÓN : 2021-06-22
EXPEDIENTE : 00007

1. SOLICITANTE : **ARSOU GROUP S.A.C.**

DIRECCIÓN : MZA. C LOTE. 01 A.V. LAS FLORES DE SAN DIEGO LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES.

2. MEDIDA MATERIALIZADA : **PESA**

MARCA : NO INDICA

VALOR NOMINAL : 5 kg

CLASE DE EXACTITUD : NO INDICA

COLOR : NEGRO

PROCEDENCIA : NO INDICA

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN : AG-021 (*)

CANTIDAD : 01 unidad

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-06-15

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


CADENT S.A.C. no se responsabiliza de lo perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento de calibración de pesas de trabajo de las clases de exactitud M_2 , M_{2-3} y M_3 , (PC-008 de SNM-INDECOPI, 2da edición Enero 2009).

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

Laboratorio de Calibración N° 2 de CADENT S.A.C.
Jr. Llumpa 1352 Urb. Parque Naranjal - Los Olivos

Firmado digitalmente por

Luis Zerpa
Fecha: 2021-06-22
08:21:04

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0688-LM-2021

Página 2 de 2

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Mínimo	Máximo
Temperatura (°C)	20,4	20,4
Humedad Relativa (%hr)	52,1	52,3
Presión Atmosférica (hPa)	1 005,9	1 005,9

6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROIL S.A.C.	Pesa de clase M ₁	M-1210-2020

7. OBSERVACIONES

(*) Código de identificación grabado en la pesa.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta pesa corresponden a los e.m.p. para pesas de clase de exactitud M₂, según la Norma Metrológica Peruana 004 - 2007.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

Valor Nominal	Código de Identificación	Masa Convencional	Incertidumbre	Material	Forma	E.M.P. (±) M ₂
5 kg	AG-021	5 kg + 90 mg	250 mg	Hierro fundido	Paralelepípeda	800 mg

FIN DE DOCUMENTO



Fecha de emisión 2022/01/28

Solicitante CHINA RAILWAY TUNNEL GROUP CO., LTD
SUCURSAL DEL PERU

Dirección AV. ALFREDO BENAVIDES NRO. 768 INT. 401 URB. LEURO
LIMA - LIMA - MIRAFLORES

Instrumento de medición **BALANZA**

Identificación NO INDICA

Intervalo de indicación 30000 g

División de escala 1 g
Resolución

División de verificación 1 g
(e)

Tipo de indicación Digital

Marca / Fabricante T-SCALE

Modelo QHW-30

N° de serie 104329113021

Procedencia CHINA

Ubicación Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos
Lugar de calibración Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos -
Huaytará - Huancavelica

Fecha de calibración 2022/01/28

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0575-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 5 kg	0576-MPES-C-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 10 kg	0688-LM-2021
Patrones de referencia de INACAL	Pesa de 25 kg	0689-LM-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 21,9 °C
Humedad Relativa	Inicial: 68 %hr	Final: 69 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

Resultados

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15000 g			Carga L1= 30000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15000,0	0,07	-0,12	30000	0,05	-0,1
2	15000,0	0,07	-0,15	30000	0,04	-0,12
3	15000,0	0,08	-0,12	30000	0,05	-0,13
4	15000,0	0,06	-0,11	30000	0,04	-0,1
5	15000,0	0,07	-0,12	30000	0,03	-0,11
6	15000,0	0,07	-0,13	30000	0,05	-0,12
7	15000,0	0,06	-0,11	30000	0,04	-0,13
8	15000,0	0,07	-0,12	30000	0,05	-0,1
9	15000,0	0,09	-0,12	30000	0,04	-0,11
10	15000,0	0,08	-0,1	30000	0,05	-0,12
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
15000	0			1		
30000	0			5		





ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación de E ₀				
	Carga Mín ⁽¹⁾ (g)	I (kg)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1	1	0,04	-0,09	500	500	0,07	-0,02	0,07
2		1	0,07	-0,02		500	0,07	-0,02	0
3		1	0,05	0		500	0,08	-0,03	-0,03
4		1	0,02	0,03		500	0,07	0,08	0,05
5		1	0,07	-0,02		500	0,06	0,19	0,21

⁽¹⁾ Valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP ⁽²⁾ (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,0	1,0	0,07	-0,02						1
5,0	5,0	0,04	0,01	0,01	5,0	0,04	0,01	0,03	1
10,0	10,0	0,03	-0,01	0,01	10,0	0,04	-0,03	-0,05	1
500,0	499,0	0,05	0,05	0,01	499,0	0,02	-0,07	-0,05	1
1000,0	999,0	0,04	0,01	0,03	999,0	0,06	-0,04	0,01	1
2000,0	2000,0	0,04	0,01	0,01	2000,0	0,06	-0,01	0,01	1
5000,0	5000,0	0,06	-0,02	0,02	5000,0	0,03	0	0,02	1
10000,0	10000,0	0,07	-0,05	0,03	10000,0	0,06	-0,3	-0,05	1
15000,0	15000,0	0,09	0,01	0,01	15000,0	0,15	0,43	0,18	5
20000,0	20000,0	0,05	0,09	0,03	20000,0	0,07	-0,12	0,01	5
30000,0	29999,5	0,08	0,15	0,18	29999,5	0,07	-0,25	-0,21	5

Incertidumbre de la medición: 1 g

Leyenda

I: Indicación de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado
E₀: Error en cero E_c: Error corregido EMP: Error máximo permitido

INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA

Incertidumbre expandida de medición $U_R = 2 \cdot \sqrt{0.25344 \text{ g}^2 + 0.0000000006023 \text{ R}^2}$

Lectura Corregida $R_{\text{corregida}} = R + 0.948807341 \text{ R}$

R: Indicación de lectura de balanza: (g)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrológica Peruana NMP 003:2009
3. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
4. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
5. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"





Fecha de emisión	2022/01/28
Solicitante	CHINA RAILWAY TUNNEL GROUP CO., LTD SUCURSAL DEL PERU
Dirección	AV. ALFREDO BENAVIDES NRO. 768 INT. 401 URB. LEURO LIMA - LIMA - MIRAFLORES
Instrumento de medición	DÍAL INDICADOR
Identificación	NO INDICA
Marca	INSIZE
Modelo	2307-1
Serie	5494
Rango	1 in
Sensibilidad	0.001 in
Procedencia	ESTADOS UNIDOS
Ubicación	Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos
Lugar de calibración	Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos - Huaytará - Huancavelica
Fecha de calibración	2022/01/28

Método/Procedimiento de calibración

Se determinó el error de indicación de los Diales por comparación con nuestro Patrón Digital. Se aplicaron tres series de medición al dial mediante el mismo mecanismo de desplazamiento. En cada serie se registraron las lecturas correspondientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.





Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	BLOQUES PATRONES	LLA-249-2020

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,8 °C	Final: 19,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 82 %hr	Final: 82 %hr

Resultados

ALCANCE DL ERROR DE INDICACIÓN			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1,01	0,0398	0,0372	-0,0026
2,00	0,0787	0,0762	-0,0025
4,00	0,1575	0,1569	-0,0006
5,00	0,1969	0,1949	-0,0020
7,00	0,2756	0,2753	-0,0003
10,00	0,3937	0,3912	-0,0025
15,00	0,5906	0,5881	-0,0025
17,00	0,6693	0,6671	-0,0022
24,00	0,9449	0,9421	-0,0028
25,00	0,9843	0,9811	-0,0032

Error de indicación (in)	-0,0021
Incertidumbre del error de Indicación (in)	0.0008"

ERROR DE REPETIBILIDAD			
PATRÓN (mm)	PATRÓN (in)	INDICACIÓN (in)	ERROR (in)
1,01	0,0398	0,0372	-0,0026
		0,0371	-0,0027
		0,0371	-0,0027
		0,0371	-0,0027
		0,0372	-0,0026

Error de indicación	0.0001"
Incertidumbre del error de Indicación	0.0001"



Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2 .
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2022/01/28

Solicitante CHINA RAILWAY TUNNEL GROUP CO., LTD
SUCURSAL DEL PERU

Dirección AV. ALFREDO BENAVIDES NRO. 768 INT. 401 URB.
LEURO LIMA - LIMA - MIRAFLORES

Instrumento de medición **VERNIER**

Identificación NO INDICA

Marca INSIZE

Modelo 1108-300W

Serie 2010171201

Sistema DIGITAL

Medida 12 in

Procedencia ESTADOS UNIDOS

Ubicación Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos

Lugar de calibración Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos -
Huaytará - Huancavelica

Fecha de calibración 2022/01/28

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación tomando como referencia el método descrito en el PC-012: "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey" del SNM-INDECOPI. 5ta Ed.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de INACAL	BLOQUES PATRONES	LLA-249-2020

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 21,5 °C	Final: 22,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 65 %hr	Final: 65 %hr

Resultados

TABLA N° 01

VERIFICACIÓN

Bloque Patrón	Indicación Promedio del Pie de Rey (mm)			Máximo error encontrado (± mm)	Máximo error permitido (± mm)
	Punto I	Punto II	Punto III		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
20,00	20,00	20,00	20,00	0,00	0,05
50,00	50,00	50,01	50,01	-0,01	0,05
100,00	100,00	100,00	100,00	0,00	0,05
150,00	150,00	150,00	150,00	0,00	0,05
200,00	200,01	200,01	200,01	-0,01	0,05
300,00	300,00	300,00	300,00	0,00	0,05

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

0,000825

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/01/28
Solicitante	CHINA RAILWAY TUNNEL GROUP CO., LTD SUCURSAL DEL PERU
Dirección	AV. ALFREDO BENAVIDES NRO. 768 INT. 401 URB. LEURO LIMA - LIMA - MIRAFLORES
Instrumento de medición	PRENSA CBR CON CELDA DE CARGA
Identificación	NO INDICA
Marca Prensa	NACIONAL
Modelo	NO INDICA
Serie	NO INDICA
Celda de Carga	TIPO S
Modelo	NO INDICA
Indicador	DIGITAL
Modelo	315-X2
Serie	01822420
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos
Lugar de calibración	Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos - Huaytará - Huancavelica
Fecha de calibración	2022/01/28

Método/Procedimiento de calibración

El procedimiento toma como referencia a la norma ISO 7500-1 "Metallic materials - Verification of static uniaxial testing machines", Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de PUCP	Celda de Carga de 5 TN	INF-LE N° 175-21

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 18,3 °c	Final: 18,0 °C
Humedad Relativa	Inicial: 87 %hr	Final: 87 %hr

Resultados

TABLA N° 01

CALIBRACION DE ANILLO DE CARGA

SISTEMA DIGITAL "A" Kg	SERIES DE VERIFICACIÓN PATRON (Kg)				PROMEDIO "B" Kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kg	SERIE (2) Kg	ERROR %	ERROR (2) %			
500	500,1	500,5	0,02	0,1	500,3	0,06	0,06
1000	999,9	1000,2	-0,01	0,02	1000,1	0,00	0,02
1500	1495,8	1499,5	-0,28	-0,03	1497,7	-0,16	0,17
2000	1999,5	1999,9	-0,03	0	1999,7	-0,01	0,01
2500	2500,4	2502,1	0,02	0,08	2501,3	0,05	0,05
3000	3000	2998,4	0	-0,05	2999,2	-0,03	0,04
3500	3495,1	3498,8	-0,14	-0,03	3497,0	-0,09	0,07
4000	3999,5	4000,2	-0,01	0,00	3999,9	0,00	0,01

NOTAS SOBRE CALIBRACION

1. - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ISO 7500-1
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$
3. - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
 Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
 ventas@arsougroup.com
 www.arsougroup.com

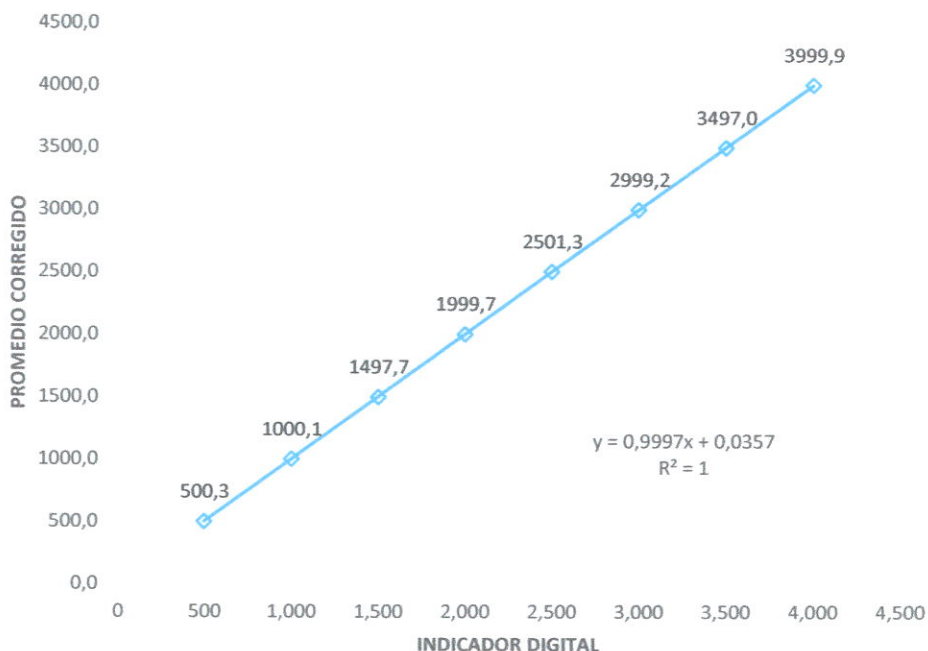
ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
 METROLOGIA



Gráfica (Coeficiente de correlación y Ecuación de Ajuste)

GRAFICO N° 01



Ecuación de ajuste:

Donde: $y = 0,9997x + 0,0357$

Coeficiente Correlación $R^2 = 1$

X : Lectura de la pantalla (kg)

Y : fuerza promedio (kg)

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 %
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. de viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group
Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión	2022/01/28
Solicitante	CHINA RAILWAY TUNNEL GROUP CO., LTD SUCURSAL DEL PERU
Dirección	AV. ALFREDO BENAVIDES NRO. 768 INT. 401 URB. LEURO LIMA - LIMA - MIRAFLORES
Instrumento de medición	ABRASIÓN LOS ANGELES
Identificación	NO INDICA
Marca	NACIONAL
Modelo	MH-II
Serie	210328
Estructura	FIERRO
Carga abrasiva	12 BILLAS
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos
Lugar de calibración	Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos - Huaytará - Huancavelica
Fecha de calibración	2022/01/28

Método/Procedimiento de calibración

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Ángeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2000) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2000, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 131- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnica
METROLOGIA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Pie de Rey digital de 300 mm a 0.01 mm	L-0031-2021
INACAL	Balanza de 30 kg x 1 g - OHAUS	2015-084-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental Inicial: 21,8 °C Final: 22,8 °C
Humedad Relativa Inicial: 85 %hr Final: 85 %hr

Resultados

Dimensiones cilindro : Long Int. 20" x Diam Int 28" +/- 0.2" .

N° DE VUELTAS POR NORMA		INDICACIÓN TIEMPO PROMEDIO	
ENSAYO 1	30 - 33	T=1':00"	
	31	T Prom.:	1':00"
ENSAYO 2	500	15':15" <T<17':06"	
		T Prom.:	16':13"
ENSAYO 3	1000	30':30" <T<33':33"	
		T Prom.:	32':26"

Medición	Diámetro de las Esferas (mm)	Diámetro de las Esferas (mm)	Promedio (mm)	Incertidumbre (mm)
Nro.	1era Lectura	2da Lectura	47 ± 0,63	
1	45,970	45,980	45,975	0,01
2	45,980	45,980	45,980	0,01
3	47,600	47,600	47,600	0,01
4	45,990	45,980	45,985	0,01
5	45,970	45,980	45,975	0,01
6	47,490	47,480	47,485	0,01
7	45,580	45,580	45,580	0,01
8	47,620	47,610	47,615	0,01
9	45,980	45,980	45,980	0,01
10	45,620	45,620	45,620	0,01
11	47,590	47,600	47,595	0,01
12	47,440	47,450	47,445	0,01



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA



Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Pesaje	Peso de las billas (Carga Abrasiva)	Incertidumbre (g.)
Nro.	417,5 + 27,5	
1	397,3	1,00
2	397,3	1,00
3	440,7	1,00
4	397,2	1,00
5	397	1,00
6	440,6	1,00
7	397,3	1,00
8	440,8	1,00
9	397,3	1,00
10	397,2	1,00
11	440,7	1,00
12	440,7	1,00
Total	4984,1	

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
3. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arévalo Carnice
METROLOGÍA



Fecha de emisión	2022/01/28
Solicitante	CHINA RAILWAY TUNNEL GROUP CO., LTD SUCURSAL DEL PERU
Dirección	NRO. 768 INT. 401 URB. LEURO LIMA - LIMA - MIRAFLORES
Instrumento de medición	HORNO DE LABORATORIO
Identificación	NO INDICA
Marca	FZA
Modelo	HORFZA-00319
Serie	01020HOR
Cámara	56 Litros
Ventilación	NATURAL
Pirómetro	DIGITAL
Modelo	AUTONICS
Procedencia	PERÚ
Ubicación	Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos
Lugar de calibración	Laboratorio de suelos de Santiago de Chocorvos - Huaytará - Huancavelica
Fecha de calibración	2022/01/28

Método/Procedimiento de calibración

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termostático. INACAL.
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de medida 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 recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



Patrones e Instrumentos auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
CADENT S.A.C.	Termómetro con 12 sondas TIPO K	0015-LT-2021

Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 20,1 °C	Final: 20,5 °C
Humedad Relativa	Inicial: 70 %hr	Final: 71 %hr

Resultados

TEMPERATURA

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	112,3	109,2	111,1	111,0	109,8	113,7	106,3	112,5	114,1	110,3	111,0	7,8
00:02	110	108,3	108,9	110,4	110,9	108,0	110,3	113,3	112,3	114,1	109,5	110,6	6,1
00:04	110	114,5	110,5	107,0	114,2	106,7	113,7	111,7	110,8	112,4	109,1	111,1	7,8
00:06	110	112,5	106,5	112,0	108,7	108,3	110,2	111,0	113,0	106,1	109,5	109,8	6,9
00:08	110	111,9	108,2	113,8	107,0	108,1	108,7	106,3	106,8	109,2	107,4	108,7	7,5
00:10	110	110,2	113,3	114,9	112,7	106,0	110,5	110,1	114,3	112,3	108,4	111,3	8,9
00:12	110	107,9	110,5	112,6	111,4	106,8	112,2	114,6	113,4	108,4	108,9	110,7	7,8
00:14	110	110,0	110,3	107,9	106,9	111,8	111,9	106,4	114,7	112,3	111,8	110,4	8,3
00:16	110	115,0	112,1	112,1	109,2	106,9	113,8	110,5	108,6	112,1	112,3	111,3	8,1
00:18	110	109,9	112,8	109,7	106,2	108,8	113,1	110,9	112,9	108,8	109,6	110,3	6,9
00:20	110	109,0	110,2	106,0	114,1	106,1	111,0	110,0	113,1	114,1	113,2	110,7	8,1
00:22	110	111,1	114,0	113,8	106,9	114,8	114,2	112,9	106,7	106,8	108,0	110,9	8,1
00:24	110	115,0	108,1	114,6	110,9	112,8	109,8	112,9	112,7	112,4	108,9	111,8	6,9
00:26	110	112,0	113,9	111,6	109,1	113,0	107,9	111,6	106,5	113,9	112,1	111,2	7,4
00:28	110	114,3	112,2	109,7	111,4	108,6	110,0	111,0	110,5	108,1	113,4	110,9	6,2
00:30	110	108,9	109,1	113,6	112,0	113,9	110,4	113,0	114,2	112,8	111,7	112,0	5,3
00:32	110	108,1	110,5	111,3	112,8	107,6	112,1	110,8	106,5	106,2	111,4	109,7	6,6
00:34	110	110,5	114,7	114,2	114,6	112,9	112,1	113,2	112,9	110,3	109,6	112,5	5,1
00:36	110	111,6	106,8	109,6	111,1	114,4	113,1	107,4	114,2	107,5	107,1	110,3	7,6
00:38	110	111,8	112,2	110,3	109,4	110,1	108,3	107,5	108,0	109,5	109,5	109,7	4,7
00:40	110	111,0	109,0	113,5	108,7	108,0	111,6	112,5	107,4	113,6	112,2	110,8	6,2
00:42	110	106,5	108,0	114,0	107,4	112,7	112,7	113,4	111,2	111,0	110,1	110,7	7,5
00:44	110	108,7	113,5	111,3	108,6	107,3	114,0	106,0	106,4	107,7	113,1	109,7	8,0
00:46	110	106,1	107,2	112,0	106,4	110,1	108,0	106,2	108,3	106,3	111,6	108,2	5,9
00:48	110	111,5	113,6	111,6	107,1	106,8	108,8	113,1	111,1	112,9	109,3	110,6	6,8
00:50	110	114,5	111,9	111,0	109,7	114,1	108,8	106,4	114,8	114,1	110,9	111,6	8,4
T. PROM.	110	110,9	110,7	111,5	109,9	109,8	111,2	110,3	110,9	110,7	110,3	110,6	
T. MAX.	110	115,0	114,7	114,9	114,6	114,8	114,2	114,6	114,8	114,1	113,4		
T. MIN.	110	106,1	106,5	106,0	106,2	106,0	107,9	106,0	106,4	106,1	107,1		

Nomenclatura:

- T. P Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tma Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. P Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. N La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.



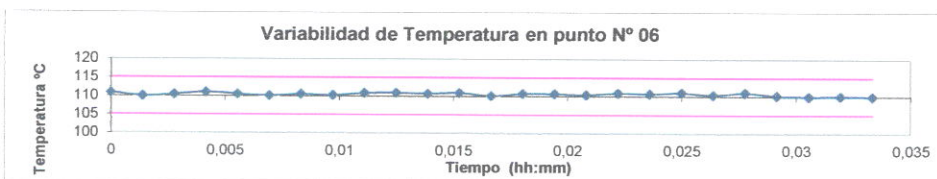
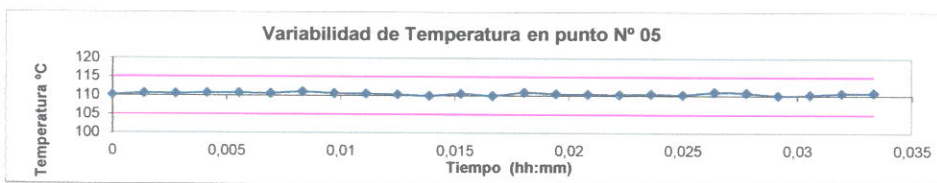
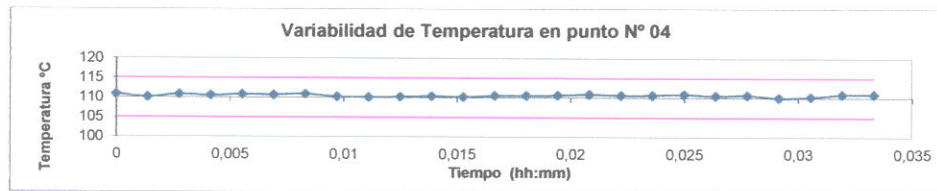
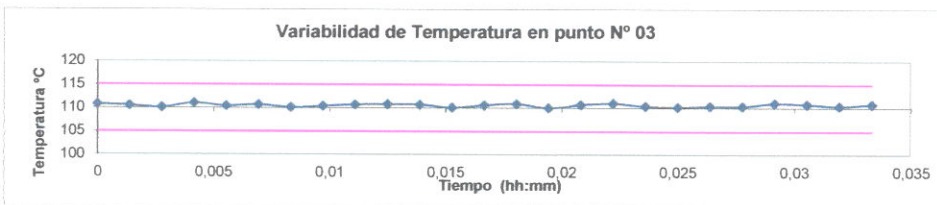
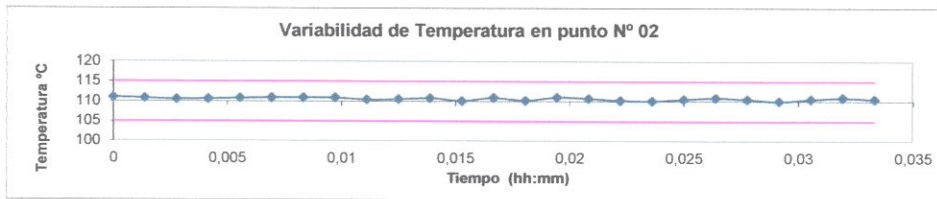
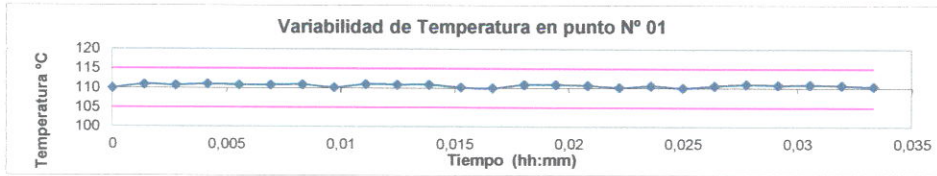
ARSOU GROUP S.A.C
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martin de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



GRÁFICO

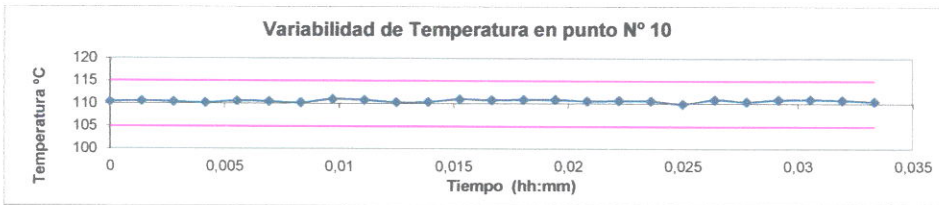
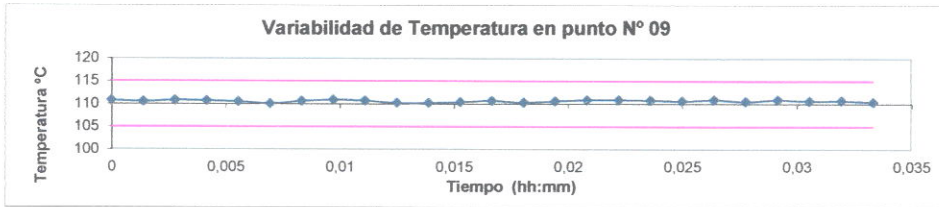
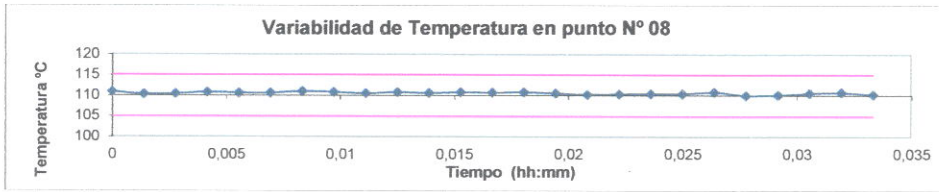
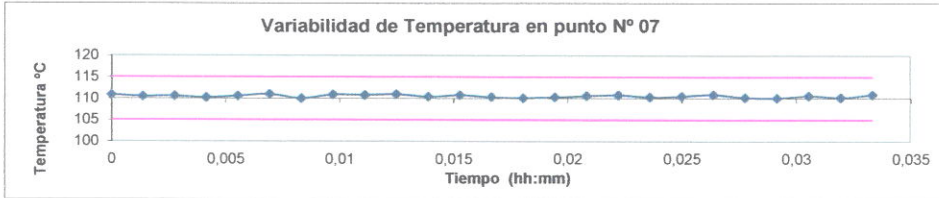


ARSOU GROUP S.A.C

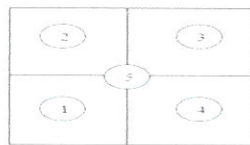
Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

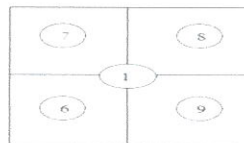
Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



NIVEL SUPERIOR



NIVEL INFERIOR



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú

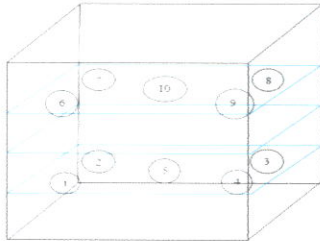
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437

ventas@arsougroup.com

www.arsougroup.com



GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura $k=2$.
3. (*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Arevalo Carnica
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.

Asoc. Viv. Las Flores de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 437
ventas@arsougroup.com
www.arsougroup.com